

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KARADENİZ TİPİ BALIKÇI GEMİLERİNİN FORM OPTİMİZASYONU

DOKTORA TEZİ

Dursun SARAL

**MART 2023
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KARADENİZ TİPİ BALIKÇI GEMİLERİNİN FORM OPTİMİZASYONU

Dursun SARAL

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 / 01 / 2023

Tezin Savunma Tarihi : 06 / 03 / 2023

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ercan KÖSE

Trabzon 2023

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalında

Dursun SARAL Tarafından Hazırlanan

KARADENİZ TİPİ BALIKÇI GEMİLERİNİN FORM OPTİMİZASYONU

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 16 /02/2023 gün ve 1991 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

Üye : Prof. Dr. Ercan KÖSE

Üye : Prof. Dr. Muhsin AYDIN

Üye : Doç. Dr. Ertekin BAYRAKTARKATAL

Üye : Doç. Dr. Emre PEŞMAN

Prof. Dr. Asim KADIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Karadeniz tipi balıkçı gemileri; Taka ve Almetro tipi balıkçı gemilerinin usta-çırak ilişkisi içinde armatörlerin de isteklerine göre zamanla geliştirilmesi ile bugünkü halini almıştır. Ancak, yapılan her değişiklik formların direnç karakteristikleri üzerinde olumsuz etkiler yapmıştır. Yapılan çalışmada, Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin HAD direnç analizleri yardımıyla form optimizasyonu yapılarak, 40-60 m boy, 4.0-5.5 m derinlik ve L/B oranı 2.5-3.5 aralığında standart bir şekilde üretilibilmelerini sağlayan boyutsuz bir ofset tablosu geliştirilmiştir.

Her konuda desteğini esirgemeyerek bu tezin hayat bulmasını sağlayan Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Ercan KÖSE'ye, Tez İzleme Komitesi Hocalarım Sayın Doç. Dr. Emre PEŞMAN ve Sayın Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU'na sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Tezin yapılabilmesi için HAD yazılım altyapısının oluşturulmasını sağlayan Sayın Doç Dr. İsmail ALTIN ve üniversite yönetimine çok teşekkür ederim.

Tez çalışması boyunca bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Erhan AKSU'ya teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, tezin önemli kısımlarını gerçekleştirebilmem için katkılarından dolayı Sayın Arş. Gör. Abdullah TÜRK'e ve bilgi desteği sağlayan Sayın Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisi İzzet YÜNAÇTI'ya çok teşekkür ederim.

Karadeniz tipi balıkçı gemileri hakkında bilgi birikiminin oluşmasını ve artmasını sağlayan Başaran Gemi Sanayi ve Şengün Gemi Sanayi sahip ve çalışanlarına şükranlarımı sunarım.

FAY-2014-91 SDBF Araştırma Altyapısını Geliştirme Projesi kapsamında yapılmış olan Gemi İnşaatı Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarı teknik imkânlarını kullandığımdan dolayı birime teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyerek beni bu günlere getiren aileme ve kısıtlı zamanımızda beni sabırla bekleyerek yanımda olan sevgili eşim Merve ve kızım Hafsa SARAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dursun SARAL

Trabzon 2023

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Form Optimizasyonu” başlıklı bu çalışmayı baştan sona danışmanım Prof. Dr. Ercan KÖSE’nin sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarı yapmış/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 06/03/2023

Dursun SARAL

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XXII
SEMBOLLER DİZİNİ	XXX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kapsam.....	2
1.3. Balıkçı Gemisi Çeşitleri	3
1.3.1. FAO'ya Göre Çevirme (Gırgır) Gemileri	4
1.3.2. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin FAO'ya Göre Sınıflandırılması	9
1.4. Dünya Genelindeki Balıkçı Gemisi Serileri	10
1.4.1. Ridgely-Nevitt (WEBB) Trol Serisi.....	10
1.4.2. Doust (NPL) Trol Serisi	12
1.4.3. BSRA Trol Serisi.....	13
1.4.4. İTÜ Balıkçı Gemileri Serisi	15
1.4.5. UBC Balıkçı Gemileri Serisi.....	16
1.5. Türk Tipi Balıkçı Gemileri Üzerine Yapılan Çalışmalar	17
1.5.1. İlk Dönem Çalışmaları	17
1.5.2. İTÜ Balıkçı Gemileri Serisi Çalışmaları	26
1.5.3. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemisi Çalışmaları	44
1.6. Gemi Direnci	53
1.7. Amaç	57
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	58
2.1. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Karakteristik Özellikleri	58
2.2. KTBG Formu İçin Standart Boyutsuz Ofset Tablosunun Oluşturulması.....	64
2.2.1. Baş Bodoslama Eğrisinin Boyutsuz Noktasal Koordinatları	66

2.2.2.	Kıç Bodoslama Eğrisinin Boyutsuz Noktasal Koordinatları.....	67
2.2.3.	Parapet (Küpeşte) Eğrisinin Boyutsuz Noktasal Koordinatları.....	67
2.2.4.	Ana Güverte Eğrisinin Boyutsuz Noktasal Koordinatları	68
2.2.5.	KTBG Formunun Standart Boyutsuz Ofset Tablosu	69
2.3.	Sistematik Direnç Analizleri İçin KTBG Formların Oluşturulması	75
2.4.	KTBG Formları İçin Yaklaşık Ağırlık ve Hacim Hesaplamaları.....	77
2.5.	HAD ile Gemi Direnci Hesabı	86
2.5.1.	Temel Denklemler	86
2.5.1.1.	Kütlenin Korunumu.....	86
2.5.1.2.	Lineer Momentumun Korunumu.....	87
2.5.1.3.	Genel Transport Denklemi	88
2.5.1.4.	Ayrılmış Akış Çözücü (Segregated Flow Solver).....	89
2.5.1.5.	SIMPLE Algoritması.....	89
2.5.1.6.	Reynolds-Ortalama Navier-Stokes (RANS) Türbülans Modelleri	90
2.5.1.7.	K-Epsilon Türbülans Modeli.....	91
2.5.1.8.	Duvar Davranışı	93
2.5.1.9.	Duvar Fonksiyonları.....	94
2.5.1.10.	Akışkan Hacmi Yöntemi	96
2.5.2.	STAR-CCM+ Tekne Performans İş Akışı Modülü.....	97
2.5.2.1.	Geometri.....	98
2.5.2.2.	Hacimsel Mesh İyileştirmeleri	100
2.5.2.3.	Gövde Hareketi.....	101
2.5.2.4.	Zaman Adımı.....	101
2.5.2.5.	Değişken Dalga Sönümler	102
2.5.2.6.	Fiziksel Çalışma Zamanı	103
2.5.2.7.	BatchScript Makrosu Hakkında	103
2.5.2.8.	BatchScript Makrosu Yakınsama Prosedürü.....	103
2.5.3.	HAD Direnç Analizi Dosyalarının Hazırlanması.....	105
2.5.3.1.	KTBG Formlarının Düzenlenmesi ve Programa Dahil Edilmesi.....	105
2.5.3.2.	Hesaplama Hacminin Belirlenmesi	105
2.5.3.3.	Sınır Şartlarının Belirlenmesi	105
2.5.3.4.	Hacim Ağ (Mesh) Yapısının Oluşturulması.....	107

2.5.3.5. Fiziksel Modellerin Belirlenmesi	112
2.5.3.6. Çözücünün (Solver) Özellikleri.....	113
2.5.3.7. HAD Direnç Analizlerin Sonuçlandırılması	114
2.5.3.8. HAD Direnç Analizlerin Yapıldığı Bilgisayar Özellikleri.....	114
2.6. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Form Optimizasyonu için Oluşturulan Formlar ve Formların HAD Direnç Analiz Dosyalarının Özellikleri.....	114
2.6.1. HAD Direnç Analizleri İçin Oluşturulan Formlar	114
2.6.2. Formların HAD Direnç Analiz Dosyalarının Özellikleri	123
2.6.2.1. HAD Programının Tutarlılığı Analizi Dosyaları.....	124
2.6.2.2. Orijinal Gemi Formları ile KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Eşdeğer Formların Dosyaları	125
2.6.2.3. Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Sistematik Formların Dosyaları.....	129
2.6.2.4. Gemi Yükleme Durumu Direnç Artışı Dosyaları.....	135
2.6.2.5. Kıça ve Başa Trim Durumlarının Dosyaları.....	136
2.6.2.6. Düz Omurga Düzenlemesi Dosyaları.....	137
2.6.2.7. Düz Omurga ve Düz Sintine Düzenlemesi Dosyaları	139
2.6.2.8. Yumrubaşsız ve Yumrubaşlı Formların Karşılaştırılması Dosyaları	140
2.6.2.9. X-Bow Tipi Baş Düzenlemesi Dosyaları	141
2.6.2.10. Delta, Nabla ve Eliptik Tip Yumrubaş Düzenlemeleri Dosyaları.....	143
2.6.2.11. Üçlü Skeg Düzenlemesi Dosyaları.....	144
2.6.2.12. İkili Skeg Düzenlemesi Dosyaları.....	146
3. BULGULAR	149
3.1. HAD Yazılımının Direnç Açısından Tutarlılığının Denenmesi.....	150
3.2. Orijinal Gemi Formları ile KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Eşdeğer Formların Direnç Açısından Karşılaştırılması	154
3.2.1. Sabit Deplasmana Göre Karşılaştırma	154
3.2.2. Sabit Su Çekimi Değerlerine Göre Karşılaştırma	175
3.3. KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Formların Sistematik Direnç Analizleri	181
3.3.1. Üretilen Formların $R_F + R_P = R_T$ Bar Grafikleri	181
3.3.2. Sistematik Olarak Üretilen KTBG Formlarının Balık Taşıma Hacimlerine Göre Sınıflandırılması	215

	<u>Sayfa No</u>
3.3.3. Üretilen Formların Hız Değerlerinin Karşılaştırılması	230
3.4. Gemi Yükleme Durumu ve Trimli Hallerde HAD Analizleri.....	235
3.4.1. Gemi Yükleme Durumu Direnç Artışı	236
3.4.2. Kıça ve Başa Trimli Hallerde HAD Analizleri	244
3.5. KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Formlar Üzerinde Geliştirme Denemeleri.....	252
3.5.1. Omurga ve Sintine Üzerindeki Düzenlemeler.....	252
3.5.1.1. Düz Omurga Düzenlemesi	253
3.5.1.2. Düz Omurga ve Düz Sintine Düzenlemesi.....	257
3.5.2. Baş Kısım (Baş Bodoslama) Düzenlemeleri	262
3.5.2.1. Yumrubaşsız ve Yumrubaşlı Formların Karşılaştırılması	262
3.5.2.2. X-Bow Tipi Baş Düzenlemesi.....	269
3.5.2.3. Delta, Nabla ve Eliptik Tip Yumrubaş Düzenlemeleri	275
3.5.3. Skeg Konum Düzenlemeleri	288
3.5.3.1. Üçlü Skeg Düzenlemesi	288
3.5.3.2. İkili Skeg Düzenlemesi	294
3.5.3.3. Tekli, İkili ve Üçlü Skeg Düzenlemelerinin Karşılaştırılması	298
4. İRDELEME.....	309
5. SONUÇLAR	315
6. ÖNERİLER	318
7. KAYNAKLAR.....	319
8. EKLER	325
ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

KARADENİZ TİPİ BALIKÇI GEMİLERİNİN FORM OPTİMİZASYONU

Dursun SARAL

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ercan KÖSE
2023, 324 Sayfa, 47 Sayfa Ek

Bu çalışmada, Karadeniz tipi balıkçı gemisi (KTBG) formlarının optimizasyonu yapılarak standart bir şekilde üretilmelerini sağlayacak boyutsuz bir ofset tablosunun geliştirilmesi amaçlanmıştır. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinden yola çıkılarak, 40-60 metre boy, 4.0-5.5 metre derinlik ve L/B oranı 2.5-3.5 aralığında, standart bir şekilde KTBG formları üretebilen bir boyutsuz ofset tablosu oluşturulmuştur. Oluşturulan formların ağırlık ve hacimlerini hesaplayabilen formüller geliştirilmiştir. KTBG formlarının direnç değerlerini hesaplayabilmek için hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) yazılımı olan StarCCM+ kullanılmıştır. Boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlar ile mevcut balıkçı gemilerinin direnç değerleri karşılaştırılmıştır. KTBG standart boyutsuz ofset tablosu ile 40-60 metre boy aralığında 68 adet form oluşturulmuş ve formların direnç analizleri yapılmıştır. Formların balık taşıma hacmine göre direnç sıralamaları yapılmış ve toplam ana makine gücüne göre hız değerleri bulunmuştur. Seçilen bir form üzerinden yükleme durumunun, kıça ve başa trimin direnç üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Omurga ve sintine düzenlerinin direnç üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yumrubaşı formların yumrubaşsız formlara göre direnç performansı karşılaştırılmıştır. X-Bow tipi baş şekli ile boyutsuz ofset tablosundaki yumrubaşın direnç açısından performansları karşılaştırılmıştır. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaşı formlar tasarlanarak, yumrubaş şeklinin direnç üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde bulunan 2'li ve 3'lü skeg yapılarının direnç analizleri yapılmış ve en uygun skeg konumunun değeri merkez omurgadan 4 metre mesafede bulunmuştur. HAD hesaplamaları sonucunda KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların direnç açısından daha iyi performansta oldukları kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz tipi balıkçı gemisi, form optimizasyonu, boyutsuz ofset tablosu, hesaplamalı akışkanlar dinamiği, direnç

PhD. Thesis

SUMMARY

FORM OPTIMIZATION OF THE BLACK SEA TYPE FISHING VESSELS

Dursun SARAL

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Naval Architecture and Marine Engineering Program
Supervisor: Prof. Dr. Ercan KÖSE
2023, 324 Pages, 47 Pages Appendix

In the study, a dimensionless offset table was developed to optimize "Black Sea Type Fishing Vessel" (KTBG) forms and standardize their production. A dimensionless offset table was created to produce standard KTBG forms with a length of 40-60 meters, a depth of 4.0-5.5 meters, and an L/B ratio of 2.5-3.5 based on Black Sea type fishing vessels. Formulas were created to calculate form weights and volumes. KTBG forms' resistance values were calculated using StarCCM+ CFD software. The dimensionless offset table forms and existing fishing vessels were compared for resistance. Using the KTBG standard dimensionless offset table, 68 forms in the range of 40-60 meters were created and analyzed for resistance. Resistance rankings were made based on fish transport volume, and speed values were found based on main engine power. The effect of loading condition, stern, and bow trim on resistance was investigated. The effect of keel and bilge layouts on resistance was investigated. With-bulb and without-bulb forms were compared for resistance. In the dimensionless offset table, the bulb shape and the X-Bow shape bow's resistance are compared. Delta, nabla, and elliptical bulbs were tested to see how bulb shape affected resistance. Double and triple skeg structures in Black Sea-type fishing vessels were analyzed for resistance, and the best skeg position was 4 meters from the central keel. CFD calculations show that KTBG standard dimensionless offset table forms have better resistance.

Key Words: Black Sea type fishing vessel, form optimization, dimensionless offset table, computational fluid dynamics, resistance

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Avlanma şekillerine göre balıkçı gemilerinin sınıflandırılması	4
Şekil 1.2. Denize atılmış bir gırgır ağı	5
Şekil 1.3. Çevirme gemileri	5
Şekil 1.4. Kuzey Amerika tipi gırgır gemisi	6
Şekil 1.5. Orkinos gırgır gemisi	7
Şekil 1.6. Avrupa tipi gırgır gemisi	8
Şekil 1.7. Tamburlu gırgır gemisi	8
Şekil 1.8. Karadeniz tipi bir gırgır balıkçı gemisi	9
Şekil 1.9. Ridgely-Nevitt (WEBB) trol serisine ait bir formun en kesit resmi	11
Şekil 1.10. Doust (NPL) trol serisine ait bir formun en kesit resmi	13
Şekil 1.11. BSRA trol serisine ait bir balıkçı gemisi formunun en kesit resmi	14
Şekil 1.12. İTÜ balıkçı gemileri serisine ait bir formun (148/3) en kesit resmi	15
Şekil 1.13. UBC balıkçı gemileri serisine ait bir gırgır formunun en kesit resmi	16
Şekil 1.14. Örnek bir Takanın profil ve en kesit planı	18
Şekil 1.15. Kafalı tarafından tasarlanan balıkçı teknesinin en kesit planı	19
Şekil 1.16. Geleneksel usullere göre inşa edilmiş Türk balıkçı gırgır teknesinin en kesit ve profil resmi	23
Şekil 1.17. Chapelle tarafından dizayn edilen balıkçı gırgır teknesinin en kesit ve profil resmi	24
Şekil 1.18. 148/3 model kod numaralı tekne formunun endaze planı	30
Şekil 1.19. İTÜ Balıkçı Tekneleri Serisi formlarının kış bodoslama (a) ve baş bodoslama (b) şekillerinin ölçü değerleri	40
Şekil 1.20. 148/3 kodlu formun; delta (Δ) (a), nabla (∇) (b) ve eliptik (0) (c) yumrubaşı formlarının baş bodoslama planları	43
Şekil 1.21. Model direnç deneyleri yapılan Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinin en kesit resmi	45
Şekil 1.22. HAD ile direnç analizleri yapılan Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinin en kesit resmi	53
Şekil 1.23. Farklı görüşlere göre direnç bileşenleri	54
Şekil 1.24. Su direncinin bileşenleri	55
Şekil 2.1. İnşa yılına göre gemi tam boyu (L_{OA}) grafiği.....	60

Şekil 2.2. İnşa yılına göre gemi ortası genişliği ($B_{Mastori}$) grafiği	61
Şekil 2.3. İnşa yılına göre gemi tam boyu/gemi ortası genişliği oranı ($L_{OA}/B_{Mastori}$) grafiği	61
Şekil 2.4. İnşa yılına göre gemi derinliği (D) grafiği	62
Şekil 2.5. Gemi tam boyuna (L_{OA}) göre gemi toplam makine gücü ($BHP_{maks.}$) grafiği ..	63
Şekil 2.6. Gemi toplam makine gücüne ($BHP_{maks.}$) göre maksimum gemi hızı ($V_{maks.}$) grafiği	63
Şekil 2.7. Standart boyutsuz ofset tablosuna göre çizilen bir Karadeniz tipi balıkçı gemisi formunun baş bodoslama (B), kış bodoslama (K), parapet (P) ve ana güverte (G) çizgilerini temsil eden noktaların konumları.....	65
Şekil 2.8. PN 5 (mastori) için oluşturulan orta kesit planı	70
Şekil 2.9. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan bir formun en kesit planı	74
Şekil 2.10. 50 metre boyundaki bir Karadeniz tipi balıkçı gemisinin genel yerleşim planı	78
Şekil 2.11. Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinde yakıt, su ve diğer tankların yerleşim planı	79
Şekil 2.12. Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinde balık ambarlarının yerleşim planı	79
Şekil 2.13. Türbülanslı bir sınır tabakanın hız profili	94
Şekil 2.14. Hız için duvar fonksiyonları	96
Şekil 2.15. Sanal bir çekme tankı ve boyutları	98
Şekil 2.16. Hacimsel ağ (mesh) yapısı iyileştirmeleri	100
Şekil 2.17. Sınır adları	106
Şekil 2.18. Düğüm noktası, yüzey ve hücre	107
Şekil 2.19. Hacim ağ yapısının hücre boyutu değişim şekli ve THB'ye göre hücre boyutları	108
Şekil 2.20. En kesit düzleminde hacim ağ yapısının görünüşü	109
Şekil 2.21. Profil düzleminde hacim ağ yapısının görünüşü	109
Şekil 2.22. Su hattı (serbest yüzey) düzleminde hacim ağ yapısının görünüşü.....	110
Şekil 2.23. Tekne formunun hacim ağ yapısının perspektif görünüşü	110
Şekil 2.24. En kesit düzleminde tekne formu üzerindeki ağ yapısının görünüşü.....	111
Şekil 2.25. Profil düzleminde tekne formu üzerindeki ağ yapısının görüşü.....	111
Şekil 2.26. Su hattı düzleminde tekne formu üzerindeki ağ yapısının görünüşü	111
Şekil 2.27. Profil düzleminde tekne baş formu üzerindeki ağ yapısının görünüşü	112

Şekil 2.28. Profil düzleminde tekne kış formu üzerindeki ağ yapısının görünüşü.....	112
Şekil 2.29. GEM2 adlı formun yükleme durumları.....	115
Şekil 2.30. GEM2 adlı formun kışa ve başa trim durumları	116
Şekil 2.31. KTBG formlarının omurga düzenleri.....	117
Şekil 2.32. KTBG formlarının sintine düzenleri	117
Şekil 2.33. Bir Karadeniz tipi balıkçı gemisinin yumrubaşsız (a) ve yumrubaşlı (b) hali	118
Şekil 2.34. GEM1 adlı formun yumrubaşsız ve yumrubaşlı durumunun karşılaştırılması	119
Şekil 2.35. 2019 yılında suya indirilen X-Bow baş düzenlemesine sahip bir KTBG ...	119
Şekil 2.36. GEM1 adlı form ile X-Bow tipi baş düzenlemesine sahip şeklinin karşılaştırılması.....	120
Şekil 2.37. GEM2ODüz adlı form ile değişik yumrubaş tiplerine sahip formlarının karşılaştırılması.....	120
Şekil 2.38. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde kullanılan 2’li skeg (a) ve 3’lü skeg (b) düzenleri (URL-3 ve 4, 2022).....	121
Şekil 2.39. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde kullanılan geleneksel skeg planı	122
Şekil 3.1. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin hıza göre karşılaştırılması	153
Şekil 3.2. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin, GEM2-D35 formunun efektif güç değerine göre fark yüzdeleri.....	153
Şekil 3.3. KTBG-3-DS ve KTBG-3-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	157
Şekil 3.4. KTBG-3 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması.....	158
Şekil 3.5. KTBG-5-DS ve KTBG-5-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	159
Şekil 3.6. KTBG-5 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması.....	160
Şekil 3.7. KTBG-10-DS ve KTBG-10-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	161

Şekil 3.8. KTBG-10 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması	162
Şekil 3.9. KTBG-11-DS ve KTBG-11-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri	163
Şekil 3.10. KTBG-11 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması	164
Şekil 3.11. KTBG-13-DS ve KTBG-13-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri	165
Şekil 3.12. KTBG-13 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması	166
Şekil 3.13. KTBG-14-DS ve KTBG-14-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri	167
Şekil 3.14. KTBG-14 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması	168
Şekil 3.15. Sabit deplasmanda, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarına referansla hıza göre toplam ana makine gücü değişim miktarları	170
Şekil 3.16. Sabit deplasmanda, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarına referansla toplam ana makine gücüne göre hız değişim oranları	172
Şekil 3.17. KTBG-3-ORJ ve KTBG-3-DS formlarının hıza göre serbest su yüzeyinde oluşturdukları dalga paternleri	174
Şekil 3.18. Sabit su çekiminde, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarına referansla hıza göre toplam ana makine gücü değişim miktarları	178
Şekil 3.19. Sabit su çekiminde, boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarına referansla hıza göre BHP/Deplasman oranı değişim miktarları	179
Şekil 3.20. KTBG-11-ORJ ve KTBG-11-DS formlarının hıza göre serbest su yüzeyinde oluşturdukları dalga paternleri	180
Şekil 3.21. 40-2.50-4.0, 40-2.75-4.0 ve 40-3.00-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri	185

Şekil 3.22. 40-2.50-4.5, 40-2.75-4.5 ve 40-3.00-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	186
Şekil 3.23. 40-2.50-5.0, 40-2.75-5.0 ve 40-3.00-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	187
Şekil 3.24. 40-2.50-5.5, 40-2.75-5.5 ve 40-3.00-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	188
Şekil 3.25. Tam boyu 40 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması.....	189
Şekil 3.26. Tam boyu 40 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri.....	190
Şekil 3.27. 45-2.50-4.0, 45-2.75-4.0 ve 45-3.00-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	191
Şekil 3.28. 45-2.50-4.5, 45-2.75-4.5 ve 45-3.00-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	192
Şekil 3.29. 45-2.50-5.0, 45-2.75-5.0 ve 45-3.00-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	193
Şekil 3.30. 45-2.50-5.5, 45-2.75-5.5 ve 45-3.00-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	194
Şekil 3.31. Tam boyu 45 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması.....	195
Şekil 3.32. Tam boyu 45 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri.....	196
Şekil 3.33. 50-2.50-4.0, 50-2.75-4.0, 50-3.00-4.0, 50-3.25-4.0 ve 50-3.50-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri	197
Şekil 3.34. 50-2.50-4.5, 50-2.75-4.5, 50-3.00-4.5, 50-3.25-4.5 ve 50-3.50-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri	198
Şekil 3.35. 50-2.50-5.0, 50-2.75-5.0, 50-3.00-5.0, 50-3.25-5.0 ve 50-3.50-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri	199
Şekil 3.36. 50-2.50-5.5, 50-2.75-5.5, 50-3.00-5.5, 50-3.25-5.5 ve 50-3.50-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri	200

Şekil 3.37. Tam boyu 50 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması.....	201
Şekil 3.38. Tam boyu 50 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri.....	202
Şekil 3.39. 55-2.50-4.0, 55-2.75-4.0 ve 55-3.00-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	203
Şekil 3.40. 55-2.50-4.5, 55-2.75-4.5 ve 55-3.00-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	204
Şekil 3.41. 55-2.50-5.0, 55-2.75-5.0 ve 55-3.00-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	205
Şekil 3.42. 55-2.50-5.5, 55-2.75-5.5 ve 55-3.00-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	206
Şekil 3.43. Tam boyu 55 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması.....	207
Şekil 3.44. Tam boyu 55 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri.....	208
Şekil 3.45. 60-2.50-4.0, 60-2.75-4.0 ve 60-3.00-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	209
Şekil 3.46. 60-2.50-4.5, 60-2.75-4.5 ve 60-3.00-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	210
Şekil 3.47. 60-2.50-5.0, 60-2.75-5.0 ve 60-3.00-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	211
Şekil 3.48. 60-2.50-5.5, 60-2.75-5.5 ve 60-3.00-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri.....	212
Şekil 3.49. Tam boyu 60 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması.....	213
Şekil 3.50. Tam boyu 60 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri.....	214
Şekil 3.51. 501-600 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	219
Şekil 3.52. 601-700 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	220
Şekil 3.53. 701-800 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	221

Şekil 3.54. 801-900 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	222
Şekil 3.55. 901-1000 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	223
Şekil 3.56. 1001-1100 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	224
Şekil 3.57. 1101-1200 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	225
Şekil 3.58. 1201-1300 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	226
Şekil 3.59. 1301-1400 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	227
Şekil 3.60. 1401-1500 m ³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	228
Şekil 3.61. 1501 m ³ 'ten fazla balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması.....	229
Şekil 3.62. 40-2.75-5.0 ve 60-2.75-5.0 kodlu gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri	234
Şekil 3.63. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin Fn değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C _T) değerlerinin karşılaştırılması.....	239
Şekil 3.64. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P _E) değerlerinin karşılaştırılması.....	240
Şekil 3.65. Toplam ana makine gücüne göre GEM2 adlı formun yükleme durumlarının HAD analizlerinden elde edilen hız değerlerinin karşılaştırılması	241
Şekil 3.66. T-2.939 ve T-4.439 kodlu gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri	243
Şekil 3.67. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumuna göre oluşan hallerinin Fn değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C _T) değerlerinin karşılaştırılması	247
Şekil 3.68. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P _E) değerlerinin karşılaştırılması.....	248
Şekil 3.69. Toplam ana makine gücüne göre GEM2 adlı formun kıça ve başa trimli durumlarında HAD analizlerinden elde edilen hız değerlerinin karşılaştırılması.....	249

Şekil 3.70. 1.0° Kıç ve 1.0° Başa kodlu gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri.....	251
Şekil 3.71. Düz omurga düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların Fn değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması.....	254
Şekil 3.72. Düz omurga düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması.....	255
Şekil 3.73. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin referans formlarınkilere göre değişim miktarları.....	256
Şekil 3.74. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların Fn değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması.....	259
Şekil 3.75. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması	260
Şekil 3.76. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin referans formlarınkilere göre değişim miktarları.....	261
Şekil 3.77. Yumrubaşsız formlar ile referans formların Fn değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı değerlerinin karşılaştırılması.....	264
Şekil 3.78. Yumrubaşsız formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması.....	265
Şekil 3.79. Yumrubaşsız formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin referans formlarınkilere göre değişim miktarları	266
Şekil 3.80. GEM2 ve GEM2Balbsiz adlı gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri	268
Şekil 3.81. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların Fn değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması.....	270
Şekil 3.82. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması.....	271
Şekil 3.83. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin referans formlarınkilere göre değişim miktarları.....	272

Şekil 3.84. GEM2 ve GEM2XBow adlı gemilerin serbest su yüzeyinde oluşturdukları ve tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri	274
Şekil 3.85. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formlar ile referans formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması	281
Şekil 3.86. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması	282
Şekil 3.87. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin GEM2 formunkine göre değişim miktarları	283
Şekil 3.88. GEM2ODüz ve GEM2ODüzDelta adlı gemilerin hızlara göre tekne yüzeyindeki basınç katsayısı dağılımları	285
Şekil 3.89. GEM2ODüz ve GEM2ODüzNablaV1 adlı gemilerin hızlara göre tekne yüzeyindeki duvar kesme gerilimi dağılımları	286
Şekil 3.90. GEM2ODüz ve GEM2ODüzEliptikV1 adlı gemilerin hızlara göre tekne yüzeyindeki duvar kesme gerilimi dağılımları	287
Şekil 3.91. GEM1 formu üzerinde üçlü skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM1 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları	291
Şekil 3.92. GEM2 formu üzerinde üçlü skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM2 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları	292
Şekil 3.93. GEM3 formu üzerinde üçlü skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM3 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları	292
Şekil 3.94. GEM2 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı gemilerin hızlara göre iz oranı dağılımları	293
Şekil 3.95. GEM1 formu üzerinde ikili skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM1 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları	297
Şekil 3.96. GEM2 formu üzerinde ikili skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM2 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları	297
Şekil 3.97. GEM3 formu üzerinde ikili skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM3 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları	298
Şekil 3.98. GEM1, GEM1Skeg2li4.00 ve GEM1Skeg3lü4.00 adlı formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması	303

Şekil 3.99. GEM2, GEM2Skeg2li4.00 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı formların Fn değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması.....	303
Şekil 3.100. GEM3, GEM3Skeg2li4.00 ve GEM3Skeg3lü4.00 adlı formların Fn değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması.....	304
Şekil 3.101. GEM1, GEM1Skeg2li4.00 ve GEM1Skeg3lü4.00 adlı formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması	304
Şekil 3.102. GEM2, GEM2Skeg2li4.00 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması	305
Şekil 3.103. GEM3, GEM3Skeg2li4.00 ve GEM3Skeg3lü4.00 adlı formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması	305
Şekil 3.104. İki ve üç skegli formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin tek skegli (referans formlar) formlarınkilere göre artış miktarları	306
Şekil 3.105. GEM2Skeg2li4.00 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı gemilerin hızlara göre iz oranı dağılımları	308
Ek Şekil 2.1. GEM1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	343
Ek Şekil 2.2. GEM2 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	344
Ek Şekil 2.3. GEM3 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	345
Ek Şekil 2.4. GEM1ODüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	346
Ek Şekil 2.5. GEM2ODüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	347
Ek Şekil 2.6. GEM3ODüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	348
Ek Şekil 2.7. GEM1OSDüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	349
Ek Şekil 2.8. GEM2OSDüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	350
Ek Şekil 2.9. GEM3OSDüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	351
Ek Şekil 2.10. GEM1Balbsiz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	352
Ek Şekil 2.11. GEM2Balbsiz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	353
Ek Şekil 2.12. GEM3Balbsiz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	354
Ek Şekil 2.13. GEM1XBow adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	355
Ek Şekil 2.14. GEM2XBow adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	356
Ek Şekil 2.15. GEM3XBow adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	357
Ek Şekil 2.16. GEM2ODüzDelta adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	358

Ek Şekil 2.17. GEM2ODüzNablaV1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	359
Ek Şekil 2.18. GEM2ODüzNablaV2 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	360
Ek Şekil 2.19. GEM2ODüzEliptikV1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	361
Ek Şekil 2.20. GEM2ODüzEliptikV2 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	362
Ek Şekil 2.21. GEM2ODüzEliptikV3 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	363
Ek Şekil 2.22. GEM2Skeg3lü4.00 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	364
Ek Şekil 2.23. GEM1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 3'lü skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri	365
Ek Şekil 2.24. GEM2 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 3'lü skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri	366
Ek Şekil 2.25. GEM3 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 3'lü skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri	367
Ek Şekil 2.26. GEM2Skeg2lü4.00 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı	368
Ek Şekil 2.27. GEM1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 2'li skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri	369
Ek Şekil 2.28. GEM2 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 2'li skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri	370
Ek Şekil 2.29. GEM3 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 2'li skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri	371

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. 1956-1957 yıllarında EBK tarafından geliştirilen balıkçı teknelerinin karakteristik özellikleri	21
Tablo 1.2. Ana geminin esas ölçüleri	28
Tablo 1.3. Ana balıkçı gemisinden türetilmiş diğer balıkçı gemilerinin karakteristik özellikleri	29
Tablo 1.4. 148/1 kodlu form için oluşturulan modellerin ölçek değerleri ve model boyları	31
Tablo 1.5. İz model deneyleri yapılan hız değerleri	31
Tablo 1.6. İncelenen balıkçı gemilerinin geometrik karakteristikleri	35
Tablo 1.7. İncelenen balıkçı gemilerinin belirlenen kriterlere göre performans sıralamaları	36
Tablo 1.8. Türetilen balıkçı gemilerinin karakteristik özellikleri	37
Tablo 1.9. Direnç deneyleri yapılan modellerin form özellikleri	41
Tablo 1.10. Ana balıkçı gemisi formunun geosim modellerine ait bazı karakteristik değerler	42
Tablo 1.11. İncelenen Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin özellikleri	47
Tablo 1.12. Karadeniz tipi bir gırgır balıkçı gemisinin boş ağırlık hesabı	52
Tablo 2.1. Bazı Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin genel özellikleri	59
Tablo 2.2. Standart boyutsuz ofset tablosunun oluşturulması için referans alınan Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin karakteristik özellikleri	64
Tablo 2.3. KTBG formunun baş bodoslamasını temsil eden noktaların X-Y-Z eksenlerindeki boyutsuz katsayıları	66
Tablo 2.4. KTBG formunun kış bodoslamasını temsil eden noktaların X-Y-Z eksenlerindeki boyutsuz katsayıları	67
Tablo 2.5. KTBG formunun parapet eğrisini temsil eden noktaların X-Y-Z eksenlerindeki boyutsuz katsayıları	68
Tablo 2.6. KTBG formunun ana güverte eğrisini temsil eden noktaların X-Y-Z eksenlerindeki boyutsuz katsayıları	69
Tablo 2.7. KTBG formunun standart boyutsuz ofset tablosu (SH 0-SH 7).....	71
Tablo 2.8. KTBG formunun standart boyutsuz ofset tablosu (SH 8-SH 15).....	71

Tablo 2.9. KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda postaların omurgadan başlangıç ve küpeştede bitiş noktalarının boyutsuz konum değerleri.....	72
Tablo 2.10. KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda sintine çene, sintine dönüm ve borda dönüm hatlarının boyutsuz konum değerleri.....	72
Tablo 2.11. KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda ana güvertenin merkez hattındaki ve borda hattındaki bitim noktalarının boyutsuz konum değerleri	73
Tablo 2.12. KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda ayna eğrisi noktalarının boyutsuz konum değerleri	73
Tablo 2.13. Sistematiik direnç analizleri için standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen KTBG formları	75
Tablo 2.14. Sistematiik direnç analizleri için standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen KTBG formlarının yaklaşık ağırlık ve hacim değerleri.....	81
Tablo 2.15. Sistematiik direnç analizleri için standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen KTBG formlarının dizayn su çekimi ve balık yüklü su çekimi ağırlıklarına göre hesaplanan su çekimi değerleri	84
Tablo 2.16. Sınır şartları	106
Tablo 2.17. HAD direnç analizlerinde kullanılan deniz suyunun ve havanın fiziksel özellikleri	113
Tablo 2.18. GEM2 formunun genel özellikleri	125
Tablo 2.19. GEM2 formunun HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri	125
Tablo 2.20. GEM2 formunun paydalara göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	125
Tablo 2.21. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmana göre genel özellikleri.....	126
Tablo 2.22. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların (sabit deplasman) HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri.....	126
Tablo 2.23. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda payda 20'ye göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	127
Tablo 2.24. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit su çekimine göre genel özellikleri.....	127
Tablo 2.25. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların (sabit su çekimi) HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri	128

Tablo 2.26. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit su çekiminde ve payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	128
Tablo 2.27. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan sistematik formların genel özellikleri.....	129
Tablo 2.28. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan sistematik formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri	131
Tablo 2.29. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan sistematik formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	133
Tablo 2.30. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre genel özellikleri	135
Tablo 2.31. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri	135
Tablo 2.32. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	136
Tablo 2.33. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumlarına göre genel özellikleri	136
Tablo 2.34. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumlarına göre oluşan hallerinin HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri.....	137
Tablo 2.35. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumlarına göre oluşan hallerinin payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	137
Tablo 2.36. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri	138
Tablo 2.37. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri.....	138
Tablo 2.38. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	138
Tablo 2.39. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri.....	139
Tablo 2.40. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri	139
Tablo 2.41. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	140
Tablo 2.42. Yumrubaşsız ve yumrubaşı formların genel özellikleri	140
Tablo 2.43. Yumrubaşsız ve yumrubaşı formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri.....	141

Tablo 2.44. Yumrubaşsız ve yumrubaşlı formların payda 20'ye göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	141
Tablo 2.45. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri.....	142
Tablo 2.46. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri	142
Tablo 2.47. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri.....	142
Tablo 2.48. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların genel özellikleri.....	143
Tablo 2.49. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri	143
Tablo 2.50. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	144
Tablo 2.51. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri	144
Tablo 2.52. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri	145
Tablo 2.53. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların payda 20'ye göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri	146
Tablo 2.54. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri	147
Tablo 2.55. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri.....	147
Tablo 2.56. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların payda 20'ye göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri.....	148
Tablo 3.1. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri.....	151
Tablo 3.2. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri.....	151
Tablo 3.3. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü ($2.5 \times P_E$) değerleri.....	151
Tablo 3.4. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci katsayısı (C_F) değerleri.....	155

Tablo 3.5. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen basınç direnci katsayısı (C_P) değerleri	155
Tablo 3.6. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri	156
Tablo 3.7. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri.....	169
Tablo 3.8. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre toplam ana makine gücü ($2.5 \times P_E$) değerleri.....	169
Tablo 3.9. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda toplam ana makine gücüne göre hız değerleri.....	172
Tablo 3.10. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit su çekiminde hıza göre toplam ana makine gücü ($2.5 \times P_E$) değerleri.....	177
Tablo 3.11. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit su çekiminde hıza göre BHP/Deplasman oranları	179
Tablo 3.12. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların balık taşıma hacimlerine göre sınıflandırılması	217
Tablo 3.13. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların toplam ana makine gücüne göre hız değerleri.....	230
Tablo 3.14. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre su çekimi, deplasman ve dizayn su çekimi deplasmanına göre deplasman değişim oranları.....	235
Tablo 3.15. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim açısına göre kıç, mastori ve baş su çekimi değerleri.....	235
Tablo 3.16. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri	239
Tablo 3.17. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri	240
Tablo 3.18. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri.....	241
Tablo 3.19. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri.....	242

Tablo 3.20. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumuna göre oluşan hallerinin F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri	247
Tablo 3.21. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri.....	248
Tablo 3.22. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumlarına göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri.....	249
Tablo 3.23. GEM2 adlı formun kıça ve başa trimli durumlarına göre oluşan hallerinin toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri.....	250
Tablo 3.24. GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemi formlarının genel özellikleri	252
Tablo 3.25. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri....	254
Tablo 3.26. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri.....	255
Tablo 3.27. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri.....	256
Tablo 3.28. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri	257
Tablo 3.29. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri	259
Tablo 3.30. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri.....	260
Tablo 3.31. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri.....	261
Tablo 3.32. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri	262
Tablo 3.33. Yumrubaşsız formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri	264
Tablo 3.34. Yumrubaşsız formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri	265
Tablo 3.35. Yumrubaşsız formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri	266
Tablo 3.36. Yumrubaşsız formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri.....	267

Tablo 3.37. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri....	270
Tablo 3.38. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri	271
Tablo 3.39. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri	272
Tablo 3.40. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri	273
Tablo 3.41. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri	281
Tablo 3.42. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri	282
Tablo 3.43. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri	283
Tablo 3.44. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri	284
Tablo 3.45. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri....	290
Tablo 3.46. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri.....	291
Tablo 3.47. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri....	296
Tablo 3.48. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri.....	296
Tablo 3.49. GEM1, GEM2 ve GEM3 formunun X kayıp oranı değerleri	302
Tablo 3.50. İki ve üç skegli formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri	306
Tablo 3.51. İki ve üç skegli formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri.....	307
Ek Tablo 2.1. Baş bodoslama eğrisinin referans gemilerdeki X ve Z koordinat değerleri	325
Ek Tablo 2.2. K1ç bodoslama eğrisinin referans gemilerdeki X ve Z koordinat değerleri	326

Ek Tablo 2.3. Parapet (küpeşte) eğrisinin referans gemilerdeki X ve Z koordinat değerleri	327
Ek Tablo 2.4. Ana güverte eğrisinin referans gemilerdeki X ve Z koordinat değerleri	328
Ek Tablo 2.5. PN 0 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	329
Ek Tablo 2.6. PN 0.5 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	330
Ek Tablo 2.7. PN 1 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	331
Ek Tablo 2.8. PN 2 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	332
Ek Tablo 2.9. PN 3 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	333
Ek Tablo 2.10. PN 4 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	334
Ek Tablo 2.11. PN 5 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	335
Ek Tablo 2.12. PN 6 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	336
Ek Tablo 2.13. PN 7 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	337
Ek Tablo 2.14. PN 8 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	338
Ek Tablo 2.15. PN 9 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	339
Ek Tablo 2.16. PN 9.5 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	340
Ek Tablo 2.17. PN 10 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri	341
Ek Tablo 2.18. Sintine çene hattı eğrisinin referans gemilerdeki Y ve Z koordinat değerleri	342

SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Ahşap
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AP	: K1ç dikme
AY	: Aşırı yüklü
a	: Alan vektörü
$\mathbf{a}'^v_p$	: Ayrıklaştırılmış hız denklemi için merkezi katsayıların vektörü
B	: Gemi ortası genişliği [m]
$B_{Mastori}$	: Gemi ortası genişliği [m]
Bş	: Boş
BHP	: Toplam ana makine gücü [HP]
BHP_{maks}	: Maksimum toplam ana makine gücü [HP]
BL	: Kaide hattı (base line)
BM	: Enine metesandr yarıçapı
BSRA	: İngiliz Gemi Araştırma Derneği (British Ship Research Association)
BYŞÇA	: Balık yüklü su çekimi ağırlığı [ton]
C_A	: Su hattı alan katsayısı
C_B	: Tekne narinlik katsayısı, blok katsayısı, deplasman katsayısı
C_F	: Sürtünme direnci katsayısı
C_M	: Orta kesit narinlik katsayısı
C_P	: Prizmatik katsayı
C_P	: Basınç direnci katsayısı
C_T	: Toplam direnç katsayısı
C_t	: Model katsayı
C_{WP}	: Su hattı alan katsayısı
C_{e1}	: Model katsayısı
C_{e2}	: Model katsayısı
CPM	: Kritik yol metodu (Critical path method)
D	: Gemi derinliği [m]
DFBI	: Dinamik akışkan gövde etkileşimi

DSÇA	: Dizayn su çekimi ağırlığı [ton]
$\mathbf{da}$	: Yüzey vektörü
E	: Logaritmik yasa ofseti
EBK	: Et ve Balık Kurumu
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
F_n	: Froude sayısı
$F_{n_{max}}$	: Maksimum Froude sayısı
$\mathbf{f}_b$	: Gövde kuvvetlerinin bileşkesi
f_2	: Sönümlleme fonksiyonu
GAP	: Güney Doğu Anadolu Projesi
GGÇTA	: Gemi gövdesi çelik tekne ağırlığı [ton]
GHB	: Genel hücre boyutu [m]
GMO	: Gemi Mühendisleri Odası
GZ	: Doğrultucu moment kolu
HAD	: Hesaplamalı akışkanlar dinamiği
$\mathbf{I}$	: Özdeşlik tensörü
IMO	: Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization)
ITTC	: Uluslararası Çekme Tankı Konferansı (International Towing Tank Conference)
İGO	: İç getiri oranı
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
KB	: Yüzme merkezinin dikey koordinatı
KG	: Ağırlık merkezinin dikey koordinatı
KH	: Kaide hattı
KTBG	: Karadeniz tipi balıkçı gemisi
k	: Form faktörü
k	: Türbülans kinetik enerjisi
L	: Gemi tam boyu [m]
L_{BP}	: Kaimeler/dikeyler arası gemi boyu [m]
L_{Bmax}	: Maksimum tampon uzunluğu [m]
L_{Dmax}	: Maksimum sönümlleme uzunluğu [m]
L_{Far}	: Gövdeden uzak alan mesafesi [m]
L_{OA}	: Gemi tam boyu [m]

L_{WL}	: Gemi su hattı boyu [m]
LCB	: Sephiye merkezinin boyuna konumu [m]
M	: Malzeme
MEGEP	: Mesleki Eğitim ve Öğretim Sistemini Güçlendirme Projesi
MPID	: Modifiye Oransal-İntegral-Türev (Modified Proportional-Integral-Derivative)
MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (Massachusetts Institute of Technology)
NPL	: Ulusal Fizik Laboratuvarı (National Physical Laboratory)
NRC	: Kanada Milli Araştırma Kurumu (The National Research Council)
NŞD	: Net şimdiki değer
P	: Basınç [Pa]
P	: Parafin
P_E	: Efektif güç [W]
P_k	: Üretim terimi
P_e	: Üretim terimi
PERT	: Program değerlendirme ve gözden geçirme tekniği (Program evaluation and review technique)
PID	: Orantısal-integral-türev (Proportional-integral-derivative)
PISO	: Bölünmüş operatörle örtük basınç (Pressure Implicit with Split Operator)
PN	: Posta numarası
R_A	: Ek direnç [N]
R_{AA}	: Hava ve rüzgâr direnci [N]
R_{AP}	: Takıntıların direnci [N]
R_{AR}	: Pürüzlülük direnci [N]
R_{AS}	: Rota direnci [N]
R_{AW}	: Dalgalardaki direnç artışı [N]
R_{ASW}	: Sığ su ve kanallarda direnç artışı [N]
R_F	: Sürtünme direnci [N]
R_{F0}	: Düz levha sürtünme direnci [N]
R_p	: Basınç direnci [N]
R_{PV}	: Viskoz basınç direnci [N]
R_R	: Artık direnç [N]
R_S	: Serpinti direnci [N]
R_T	: Toplam direnç [N]

R_v	: Viskoz direnç [N]
R_w	: Dalga yapma direnci [N]
R_{WB}	: Dalga kırılma direnci [N]
R_{WP}	: Dalga ölçümü ile bulunan direnç [N]
S	: Islak alan [m^2]
S_k	: Kullanıcı tarafından belirlenen bir kaynak terim
S_u	: Kullanıcı tarafından belirlenen bir kaynak terim
S_w	: Islak alan [m^2]
S_ε	: Kullanıcı tarafından belirlenen bir kaynak terim
SH	: Su hattı
SIMPLE	: Basınç Bağlantılı Denklemler için Yarı Örtük Yöntem (Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations)
SLAM II	: Alternatif modelleme için simülasyon dili (Simulation language for alternative modelling)
SNAME	: Amerika Gemi İnşaatı ve Makina Mühendisleri Birliği (The Society of Naval Architects and Marine Engineers)
STK	: Sınır tabaka kalınlığı [m]
T	: Gemi su çekimi (draft) [m]
T	: Zaman [s]
$\mathbf{T}$	: Viskoz gerilme tensörü
$\bar{\mathbf{T}}$	: Ortalama viskoz gerilme tensörü
T_0	: Zaman ölçeği
$\mathbf{T}_{RANS}$	: Gerilme tensörü
TBAH	: Toplam balık ambarı hacmi [m^3]
TÇTA	: Toplam çelik tekne ağırlığı [ton]
THB	: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu [m]
Tk ₁	: Takıntılı
Tk _z	: Takıntısız
TPİA	: Tekne performansı iş akışı (Hull performance workflow)
TTA	: Toplam tekne ağırlığı [ton]
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
t_{conv}	: Konvektif zaman ölçeği [s]

t_s	: Gemi konvektif zaman ölçeği [s]
UBC	: The University of British Columbia
u	: Hız vektörünün duvar-teğetsel hız bileşeni
u^+	: Boyutsuz hız
ÜYÇTA	: Üst yapı çelik tekne ağırlığı [ton]
V	: Gemi hızı [knots]
V_{gemi}	: Gemi hızı (knots)
V_{maks}	: Maksimum gemi hızı [knots]
V_{Smax}	: İzin verilen maksimum gemi hızı [knots]
VOF	: Akışkan hacmi (Volume of fluid)
v^*	: Hız alanı
v	: Hız [m/s]
$\bar{v}$	: Ortalama hız [m/s]
WL	: Su hattı (Water line)
W_s	: Tekne çelik ağırlığı [ton]
Y	: Yüklü
YD	: Yükleme durumu
YM	: Yapıldığı Malzeme
YSDHT	: Yakıt, su ve diğer tankların hacimlerinin toplamı [m ³]
y	: Duvar mesafesi [m]
y^+	: Boyutsuz duvar mesafesi
α_i	: Faz hacmi fraksiyonu
Γ	: Difüzyon katsayısı
Δ	: Deplasman (ton)
Δ_m	: Model deplasman kuvveti (kN)
Δt	: Zaman adımı [s]
∇_s	: Gemi deplasman hacmi (m ³)
∇	: Gemi deplasman hacmi (m ³)
$\nabla p'$	: Basınç düzeltmelerinin gradyanı
ε	: Türbülans yayılım hızı
ε_0	: Türbülans bozulmasını önleyen kaynak terimlerindeki ortam türbülansı değeri

κ	: Von Karman sabiti
λ	: Derin su izi dalga boyu
$\lambda_{\max}$	: İzin verilen maksimum gemi hızındaki dalga boyu izi
μ	: Dinamik Viskozite [Pa.s]
μ_t	: Türbülans viskozitesi [Pa.s]
$\overline{p'}$	: Ortalama basınç [Pa]
ρ	: Kütleli Yoğunluk (kg/m ³)
σ	: Gerilme (stres) tensörü
σ_k	: Model katsayısı
σ_k	: Model katsayısı
ϕ	: Bir skaler özellik, çözüm değişkeni
Ω	: Basınç için gevşeme faktörü
$\otimes$	: Dış ürün

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Türkiye’de, özellikle balıkçılığın yoğun olarak yapıldığı Karadeniz kıyılarında bölgeyle özdeşleşen ve geleneksel olarak inşa edilen formlardan, zamanla “Karadeniz Tipi Balıkçı Gemisi” (KTBG) adlı bir balıkçı teknesi form çeşidi ortaya çıkmıştır. Bu tekne form türü çeşitli aşamalardan geçerek bugünkü haline ulaşmıştır. Karadeniz sahillerinde balıkçılık için kullanılan ilk tekne türlerinden biri “Taka” idi. Zamanla ihtiyaçların artması ve balıkçılığın daha uzak mesafelerde yapılmasıyla “Taka” formlarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Böylece, 1950-1990 yılları arasında boyları 20 ila 30 metre arasında değişen ve ahşap malzemeden inşa edilen “Alametro” tipi balıkçı gemileri ortaya çıkmıştır. Türkiye’de sac işçiliğinin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte 1975 yılından itibaren “Alametro” tipi tekneler, çelikten inşa edilmeye başlanmış ve günümüze kadar ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilerek KTBG formlarına dönüşmüşlerdir. Günümüzde, bu balıkçı gemisi tipinin, boyları 25 ila 60 metre arasında değişen “Balık Avcı” (Gırgır), “Trol” ve “Balık Taşıyıcı” (Yedek) olmak üzere üç çeşidi bulunmaktadır (Saral, 2016). Yapılan çalışmada, balık avcı (gırgır) tipinde olan formlar üzerinde çalışılmıştır.

Önceleri sadece Karadeniz’de kullanılan bu tip balıkçı gemileri, günümüzde Marmara, Ege, Akdeniz ve Atlas Okyanusu’nda yaygın olarak kullanılmaktadır. Son on yılda Türk balıkçıları Akdeniz’de ve Atlantik Okyanusu’nda (Moritanya vb. ülkelerin kıyılarında) yoğun olarak balıkçılık yapmaktadır. Yabancı sahillere giden ilk Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin okyanus koşullarında balıkçılığa yeterince elverişli olmadığı anlaşıncaya, bu tip gemi formlarına; gemi derinliği ve genişliği artırma, baş kasara ve yumru baş ekleme gibi form iyileştirmeleri yapılmıştır. Ancak yapılan bu form iyileştirmeleri bilimsel bir bilgi doğrultusunda değil, geleneksel yöntemlerle usta-çırak ilişkisi içerisinde deneme-yanılma yoluyla yapılmıştır. Okyanus koşullarında elde edilen tecrübelerle göre armatörler, yeni tip daha büyük hacimli ve daha modern KTBG inşa ettirmişlerdir. Armatör isteklerine göre (daha geniş ve derin ve de makine gücü daha yüksek), geleneksel formlar üzerinden ve tekne form hesaplamaları (denizcilik, stabilite, direnç vb.) ayrıntılı olarak yapılmadan inşa edilen bu Karadeniz tipi balıkçı gemileri direnç ve sevk yönünden önemli sayılabilecek (gerekenden yaklaşık 5 kat daha fazla makine gücü ile donatılma ve aşırı yakıt tüketimi)

yetersizliklere sahiptirler. Bunlara ek olarak, günümüzde en gelişmiş teknoloji ile inşa edilen KTBG formları, tersanelerdeki mühendis ve özellikle ustaların bilgi ve tecrübesine bağlı olarak inşa edildikleri için, bir bilimsel bilgi ve standart bulunmadığından dolayı, aynı kalitede ve performansta üretilmemektedirler. Her zaman optimum kalite ve standartta KTBG formu üretilemediğinden dolayı bu da kaynak ve zaman israfına yol açmaktadır.

Yapılan çalışmanın birinci amacı; KTBG formları için standart boyutsuz bir ofset tablosu oluşturmaktır. İkinci amaç ise; istenilen balık taşıma hacminde, optimum hız-güç değerlerine sahip KTBG formunun, standart boyutsuz ofset tablosuna göre belirlenebilmesi sağlamaktır.

1.2. Kapsam

Giriş bölümünde, öncelikle, dünya genelinde kullanılan balıkçı gemilerinin sınıflandırılması, çevirme (gırgır) gemilerinin çeşitleri ve Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin hangi sınıflandırmaya tabi oldukları incelenmiştir. Sonra, dünya genelindeki balıkçı gemisi serileri üzerinde durulmuştur. Sonra, Türkiye’de balıkçı gemileri üzerinde yapılan akademik çalışmalara değinilmiştir. Daha sonra, gemi direnci konusunda açıklamalar yapılmıştır. En son, yapılan çalışmanın amacı belirtilmiştir.

Yapılan çalışmalar bölümünde, öncelikle, Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin karakteristik özellikleri incelenmiştir. Sonra, KTBG formlarının standart bir şekilde üretilbilmeleri için standart boyutsuz ofset tablosunun nasıl oluşturulduğu anlatılmıştır. Sonra, KTBG formlarının optimizasyonu için oluşturulan referans formlardan ve yaklaşık ağırlık hesaplamalarının nasıl yapıldığından bahsedilmiştir. Daha sonra, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) ile gemi direnci hesabının teorisi, kullanılan HAD yazılımının direnç hesaplamalarını nasıl yaptığı ve HAD direnç analizleri için analiz dosyalarının nasıl hazırlandığı açıklanmıştır. En son, HAD direnç analizleri için oluşturulan KTBG formlarına, HAD analiz dosyalarındaki formların genel özelliklerine, HAD analiz dosyalarının ağ hücresi niteliklerine ve hesaplama sürelerine değinilmiştir.

Bulgular kısmında, öncelikle, HAD yazılımının hesaplanan direnç değerleri açısından tutarlı olup olmadığının sonuçları verilmiştir. Sonra, orijinal gemi formları ile standart boyutsuz ofset tablosuna göre aynı özellikte üretilen formların direnç açısından karşılaştırılmalarının sonuçları verilmiştir. Sonra, standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların sistematik direnç analiz sonuçları, balık taşıma hacimlerine göre

sınıflandırma sonuçları ve hız değerlerinin karşılaştırılması sonuçları verilmiştir. Daha sonra, çeşitli yükleme durumlarında ve belirli trimli hallerde meydana gelen direnç değişimi sonuçları verilmiştir. En son, standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlar üzerinde yapılan geliştirme denemeleri (omurga ve sintine üzerinde düzenlemeler, baş bodoslama düzenlemeleri ve skeg konum düzenlemeleri) sonuçları verilmiştir.

İrdeleme kısmında, yapılan HAD hesaplamalarının literatüre uygunluğu ve elde edilen analiz sonuçlarının tutarlılığı tartışılmıştır.

Sonuçlar kısmında, yapılan çalışmalarda elde edilen çıkarımlar özetlenerek sunulmuştur.

Öneriler kısmında ise, KTBG formları üzerinde daha sonra ne gibi çalışmaların yapılabileceği açıklanmıştır.

1.3. Balıkçı Gemisi Çeşitleri

Denize kıyısı olan yerlerde balıkçılık tarih boyunca beslenme ve geçim kaynağı olmuştur. Dünya üzerindeki nüfusun artması ile temel besin kaynaklarından olan balık ihtiyacı da artmıştır. Artan balık ihtiyacını karşılamak için zamanla ilkel teknelerden teknolojisi gelişmiş modern balıkçı gemilerine geçiş yapılmıştır. Balıkçı gemilerinin gelişimi ise işletilen denize veya okyanus koşullarına ve de avlanılan balığın tutulma biçimine göre olmuştur.

Dünya üzerinde farklı tekne formlarında inşa edilmiş ve yapılan balıkçılık türüne göre donatılmış birçok balıkçı gemisi bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations/FAO) Balıkçılık ve Su Ürünleri Bölümü (Fisheries and Aquaculture Department) tarafından balıkçı gemileri kullanılan bölgeye, kullanan millete, balık tutma araçlarına ve avcılık ekipmanına göre sınıflandırılmıştır (FAO, 1985).

FAO (1985) tarafından Şekil 1.1'de görüldüğü gibi balıkçı gemileri avlanma şekillerine göre dokuz ana grupta sınıflandırılmıştır.



Şekil 1.1. Avlanma şekillerine göre balıkçı gemilerinin sınıflandırılması (FAO, 1985; MEGEP, 2008).

Karadeniz tipi usulüne göre inşa edilen balıkçı gemileri; trol gemisi, gırgır gemisi ve balık nakliye gemisi olarak kullanılmaktadır. 30 metreye kadar olan Karadeniz tipi balıkçı gemileri trol gemisi olarak kullanılırken, çevirme (gırgır) gemisi olarak kullanılanların boyları 20 metreden büyük, genellikle 40-50 metre arasındadır. Balık nakliye gemileri ise 20-35 metre boy aralığında inşa edilmektedir.

Yapılan çalışmada, gırgır gemisi olarak kullanılan Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin form optimizasyonu konusunda çalışıldığından Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin hangi tip gırgır gemisi sınıfına girdiğini, diğer ülkelerde kullanılan gırgır gemileri ile benzerlik ve farklılıklarını daha iyi anlayabilmek için FAO'nun sınıflandırmasında yer alan gırgır gemileri üzerinde ayrıntılı olarak durulmuştur.

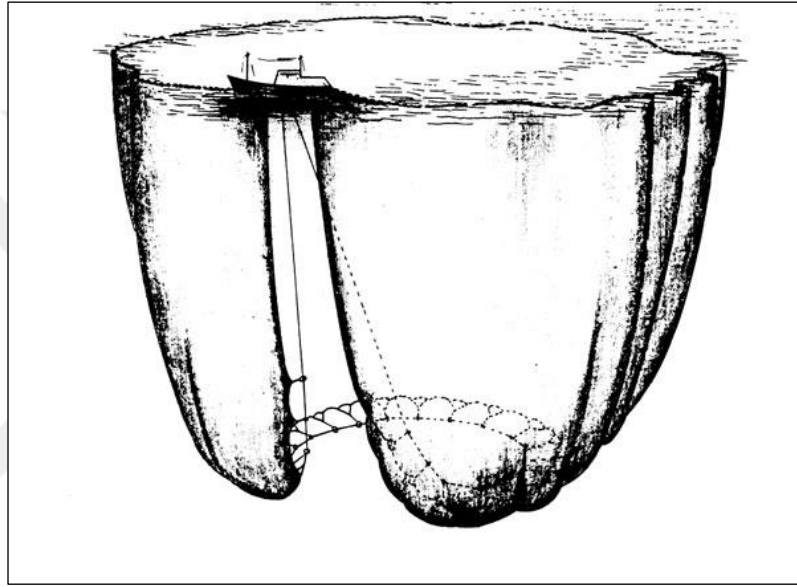
1.3.1.FAO'ya Göre Çevirme (Gırgır) Gemileri

Çevirme gemileri, 10 metre uzunluğundan okyanuslarda çalışan açık deniz gemilerine kadar her boyda olabilen teknelerdir. Bu tip gemiler güvertesi olmayan küçük kanolardan yüksek maliyetli son teknolojiye sahip güverteli büyük gemilere kadar çeşitlilik göstermektedir. Güverteli gemilerde; üst yapı başta ve çalışma güvertesi kıçta olan

konfigürasyonlar ile üst yapısı kıçta ve çalışma güvertesi ortada olan tipler de bulunmaktadır (FAO, 1985).

Çevirme gemileri, çevirme veya gırgır ağı (Şekil 1.2) ile kullanılmaktadır. Gırgır gemileri, genel olarak kümelenen pelajik türleri (orkinos, palamut, hamsi vb.) ve nadiren de demersal türleri (mezgıt, kalkan, barbun vb.) avlamak için kullanılmaktadır (FAO, 1985).

FAO (1985) tarafından Şekil 1.3'te görüldüğü gibi çevirme gemileri; kullanıldıkları bölgeye, avladıkları balık türüne ve gırgır ağını toplama şekillerine göre gruplara ayrılmıştır.

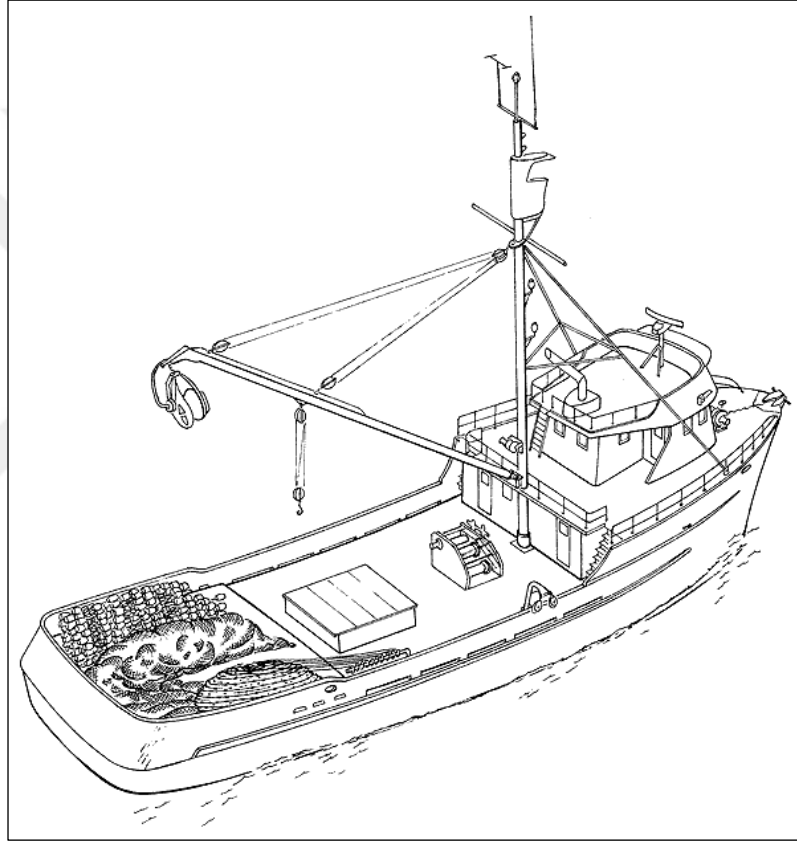


Şekil 1.2. Denize atılmış bir gırgır ağı (FAO, 1985).



Şekil 1.3. Çevirme gemileri (FAO, 1985; MEGEP, 2008).

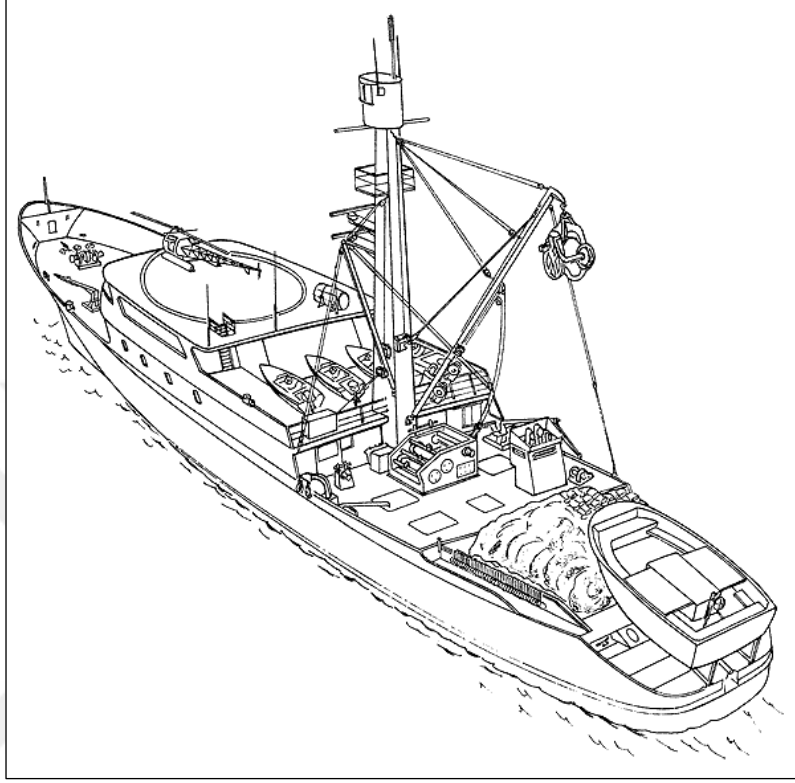
Kuzey Amerika tipi gırgır gemileri (Şekil 1.4) Kuzey Amerika kıyılarında ve okyanusların birçok bölgesinde yaygın olarak yüzeye yakın toplu halde gezen balık türlerini yakalamak için kullanılmaktadır. Bu tip gemilerin boyları 25 metreden uzundur ve ana makine güçleri de 350 HP'den fazladır. Çalışma güverteleri kıç tarafta yer alır ve ağ kış üstü güvertede istifli olarak taşınır. Ağı çekmek için kullanılan makara köprü üstünün arkasında yer alan ana direğe bağlı bumbanın uçunda asılıdır. Köprü üstü ile yaşam mahalleri ise genellikle ön taraftadır (FAO, 1985).



Şekil 1.4. Kuzey Amerika tipi gırgır gemisi (FAO, 1985).

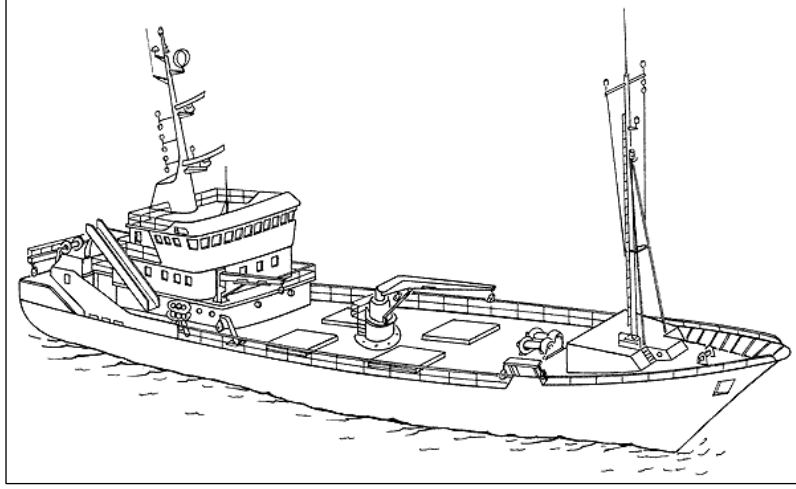
Orkinos gırgır gemileri (Şekil 1.5), Amerikan tipi gırgır gemileri ile aynı güverte düzenlemesine sahip, kış üstü güvertelerinde orkinos avlamak için büyük çevirme ağı taşıyan gemilerdir. Bu tip gemilerin boyları 45 metreden uzundur ve makine güçleri de 1000 HP'den fazladır. Köprü üstü ve yaşam mahalli genellikle geminin ön kısmındadır. Gemi ortasında ana direk ve bu direğe bağlı ucunda ağ çekme makarası bulunan bumba direği bulunur. Geniş orkinos sürülerini bulmak için üst güverte üzerinde iniş platformu bulunan

bir helikopter bulunur. Geminin k   kısmında ise mola (balığı gırgır a ı ile çevirme işlemi) sırasında a ın ucunu tutmak için kullanılan 1 tane bot bulunur (FAO, 1985).



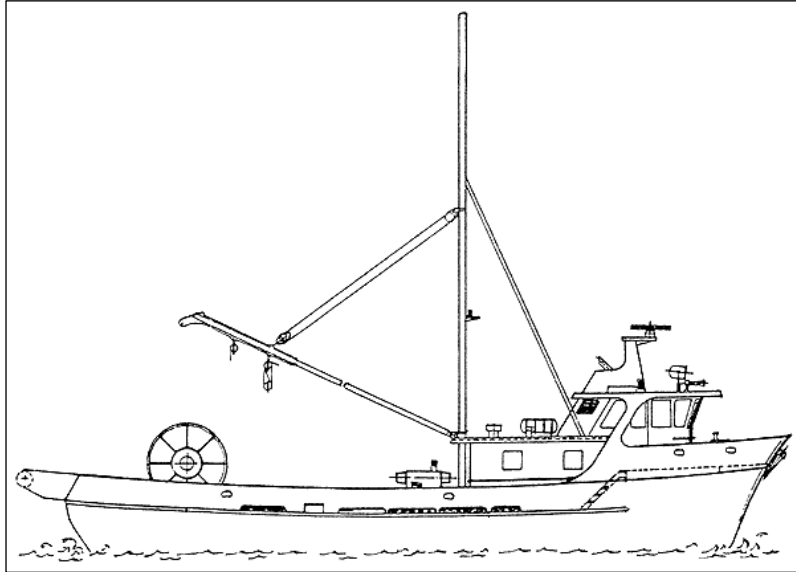
Şekil 1.5. Orkinos gırgır gemisi (FAO, 1985).

Avrupa tipi gırgır gemileri (  ekil 1.6)   skandinavya, Kuzey Denizi, Baltık Denizi ve Avrupalı milletlerin avlandığı tüm sularda kullanılan gırgır tipi balı  cı gemileridir. Boyları 30 metreden uzun ve makine güçleri de 350 HP'den fazladır. Bu tip gırgır gemilerinde köprü üstü ve yaşam mahalli daha çok geminin k     kısmında konumlandırılmıştır. Geminin ortasında yakalanan balıkların konulduğu depolar bulunur. A , geminin en k     kısmında bir üst güvertede istiflenir ve taşınır. A    ekme makarası köprü üstünün yan tarafındadır. A    ekme makarası ise çekilen a  taşıma makaraları ile k    ta bulunan üst güverteye istif edilir (FAO, 1985).



Şekil 1.6. Avrupa tipi gırgır gemisi (FAO, 1985).

Tamburlu gırgır gemileri (Şekil 1.7) ağ makaralarının yerine bir tambur kullanılması dışında Amerikan tipi gırgır gemileri ile aynı plandadır. Köprü üstü ve yaşam mahalli genellikle ön kısımdadır. Tambur ise kıç üstü güverte üzerine monte edilir. Çevirme ağı kıç üstünde istifli değil, tambura sarılı şekilde durur. Çevirme ağı mola ederken tamburdan boşaltılır ve ağ toplanırken tambura sarılır. Bu tip gemiler İngiliz Kolombiyası ve Alaska'daki koy ve körfezlerde somon balığı avlamak için geliştirilmiştir (FAO, 1985).



Şekil 1.7. Tamburlu gırgır gemisi (FAO, 1985).

1.3.2. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin FAO'ya Göre Sınıflandırılması

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde (Şekil 1.8) yaşam mahalli ve köprü üstü baş tarafta bulunmaktadır. Ağ çekme makaraları, ortada bulunan ana direğe bağlı bumba direğine asılı bir şekilde veya son zamanlarda teknolojinin gelişmesiyle orta direk üzerine konulan kreyn ucuna bağlı olarak kullanılmaktadır. Çalışma güverteleri kıç tarafta yer almakta ve 40 metreden küçük gemilerde 1 adet, bu boydan büyük gemilerde 2 adet çevirme (gırgır) ağı kıç üstü güvertede istifli olarak taşınmaktadır. Gemi kıç kısmında ise mola sırasında ağın ucunu tutmak için kullanılan, gemi büyüklüğüne göre 1 veya 2 adet, yardımcı bot bulunmaktadır. Yardımcı botlar, ağın toplanması sırasında gemiyi ağın ters istikametinde çekerek geminin ağın içine sürüklenmesini engellemek için de kullanılmaktadır.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin güverte yerleşim yapısı ve avcılık türü incelendiğinde; 30 metreden küçük olanları Kuzey Amerika tipi balıkçı gemileri ile benzer özellik gösterirken, 30 metreden büyük olanları ise orkinos gırgır gemileri ile benzer özellik göstermektedir.

Karadeniz tipi balıkçı gemileri güverte yerleşim planı ve avcılık şekli bakımından Avrupa tipi gırgır gemileri ve tamburlu gırgır gemileri ile benzememektedir.



Şekil 1.8. Karadeniz tipi bir gırgır balıkçı gemisi

1.4. Dünya Genelindeki Balıkçı Gemisi Serileri

1950'lerden önce balıkçı gemilerinde standartlaşma azdı ve balıkçı gemisi formlarının performansı inşa edilen tersanenin tecrübesine göre değişiklik göstermekteydi.

İkinci dünya savaşından sonra, savaş sırasında yaşanan balıkçı gemisi kayıpları nedeni ile gelişmekte olan ülkelerde, okyanusların bir besin kaynağı olarak artan rolüyle, yeni balıkçı gemisi filolarına ihtiyaç duyulmuş ve bu gemilerin direnci, sevki, denizciliği, stabilitesi, yapımı ve işletmeciliği konularında araştırma ve çalışmalar yapılmıştır (Traung, 1985).

İkinci dünya savaşı sonrası dönemde, Avrupa ve Amerika balıkçı filoları bir dizi yeni özellik ile yeniden inşa edilmeye başlanmıştır. Amerikalılar kaptan köşkleri başta kıçtan çekmeli trol balıkçı gemileri inşa ederken, Avrupa yakasındakiler köprü üstü kıçta yandan çekmeli trol gemileri inşa ettiler. “Balık fabrikaları” olarak adlandırılan ilk büyük balık tutma ve işleme gemileri, Kuzey Atlantik'te uzun mesafeli balıkçılık için inşa edildi. FAO tarafından yayınlanan araştırmalarla teşvik edilen balıkçı gemileri yumrubaşı olarak inşa edilmeye ve nozullu pervaneler ile donatılmaya başlandı. 1953'te FAO tarafından balıkçı teknelerinin hidrodinamik performansını inceleyen ilk uluslararası konferans düzenlendi ve sonucunda yeni inşa edilecek balıkçı gemilerinin belli bir standarda göre inşa edilebilmesi için araştırmalar yapılması önerildi (Whitaker, 1988).

FAO'nun önerisi ile yapılan akademik çalışmalar sonucunda oluşturulan ve dünya genelinde modern balıkçı gemilerine kaynaklık yapan Ridgely-Nevitt (WEBB) Trol Serisi, Doust (NPL) Trol Serisi, BSRA Trol Serisi, İTÜ Balıkçı Gemileri Serisi ve UBC Balıkçı Gemileri Serisi formlarına ve üzerlerinde yapılan çalışmalara değinilmiştir.

1.4.1. Ridgely-Nevitt (WEBB) Trol Serisi

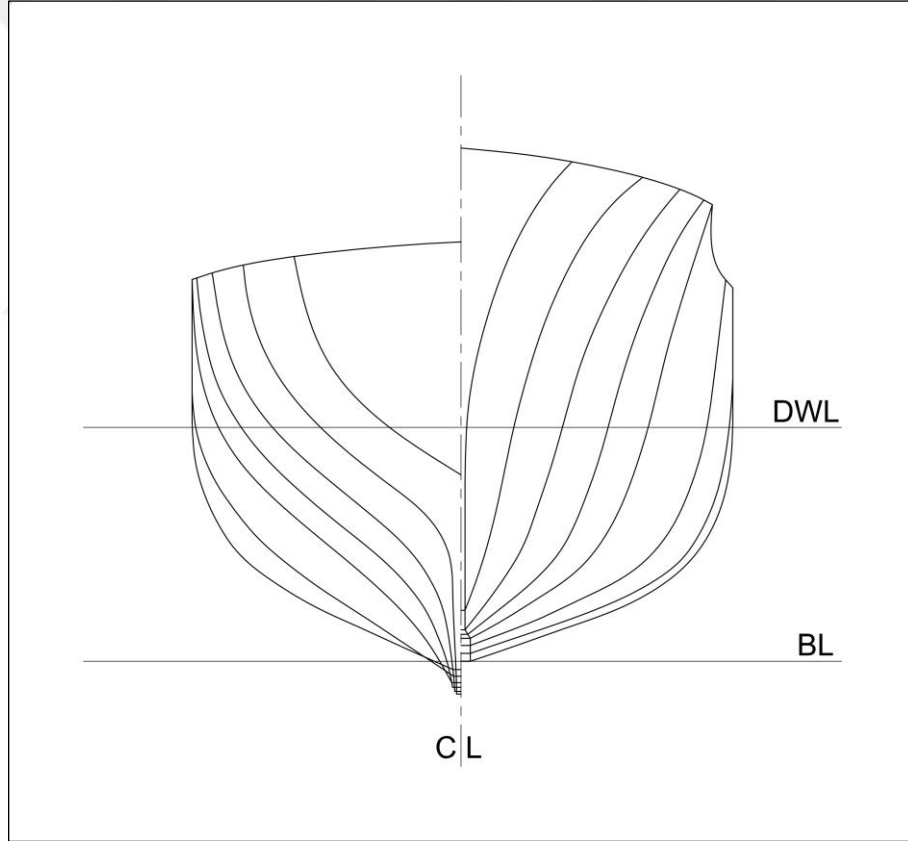
Ridgely-Nevitt (1956) tarafından 0.65 prizmatik katsayılı tipik bir Amerikan trol teknesinin model deneyleri yapılarak direnç karakteristikleri elde edilmiştir. Bu trol gemisi ana model kabul edilerek 0.50, 0.60 ve 0.70 prizmatik katsayılı modeller türetilmiş ve direnç deneyleri yapılarak bu modellerden dört gemilik bir trol balıkçı gemisi form serisi oluşturulmuştur. Yapılan deneyler sonucunda kıç tarafa yakın kesit alanlarının artırmanın ve gemi orta kesit alanını azaltmanın avantajlı olduğu belirtilmiştir. Balıkçı gemilerinde

sephiye merkezini (LCB) ortadan kıç tarafa kaydırmanın ve pruvadaki giriş açısını azaltmanın formun toplam direncini düşürmek için etkili olduğu vurgulanmıştır.

Ridgely-Nevitt (1963) tarafından oluşturulan formlar üzerinde daha fazla model direnç deneyleri yapılarak genişlik-su çekimi oranının prizmatik katsayıya göre toplam direnç ıslak yüzey alanı üzerinde bir miktar daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ridgely-Nevitt (1967) tarafından belirli Froude sayılarında prizmatik katsayının gemi toplam direncine önemli etkilerinin olduğu, balıkçı gemilerinde yüksek hızlarda yumrubaş ve ayna kıç kullanmanın daha avantajlı olduğu belirtilmiştir.

Ridgely-Nevitt (WEBB) trol serisine ait bir formun en kesit resmi Şekil 1.9'da gösterilmiştir.



Şekil 1.9. Ridgely-Nevitt (WEBB) trol serisine ait bir formun en kesit resmi (Clayton vd., 1956).

1.4.2.Doust (NPL) Trol Serisi

Doust ve O'Brien (1959) tarafından Birleşik Krallık'taki Ulusal Fizik Laboratuvarı (National Physical Laboratory / NPL) Gemi Bölümü'ndeki trol balıkçı gemisi model deneyi kayıtları analiz edilerek, balıkçı gemilerinin ön tasarım aşamasında kullanılmak üzere, altı tekne formu parametresi açısından gemi direncini tahmin etmek için bir regresyon denklemi geliştirilmiştir.

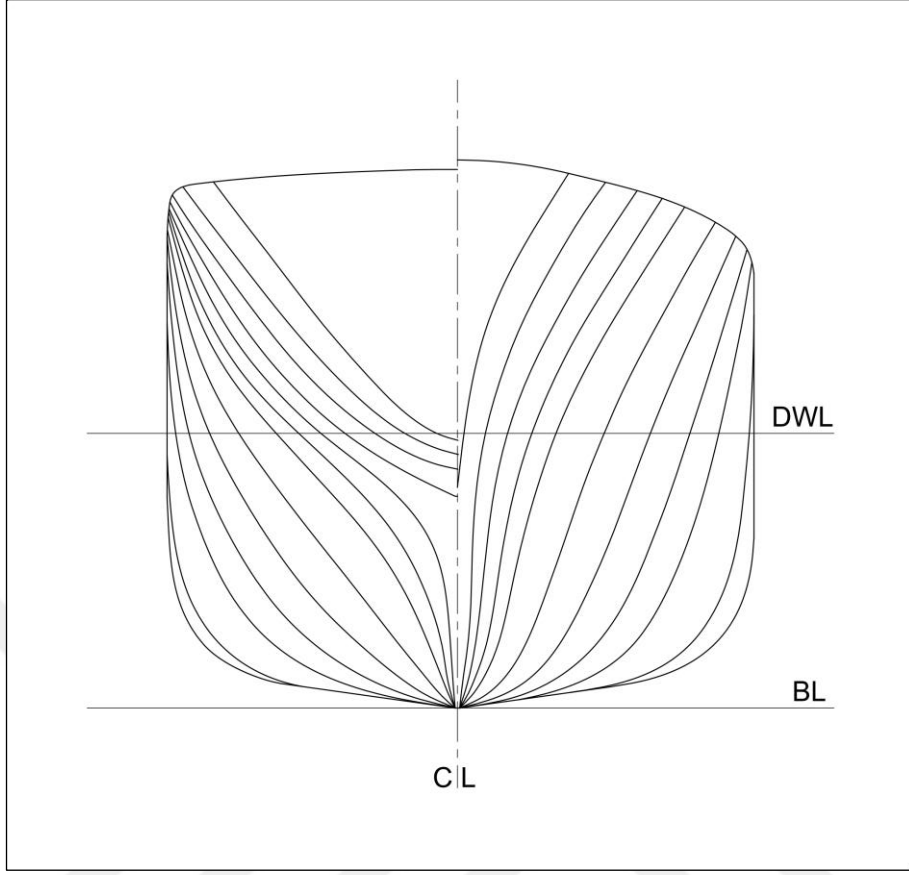
Doust (1959a) tarafından NPL Gemi Bölümü'nde gerçekleştirilen trol tipi balıkçı gemilerinin model deneylerinden elde edilen direnç verilerinin istatistiksel analizi yapılarak, herhangi bir özel form için etkin beygir gücünü ve bir trol gemisi tipi için optimum direnç özelliklerini tahmin edebilen bir tasarım yöntemi geliştirilmiştir.

Doust (1959b) tarafından biri geleneksel uzun mesafe trol teknesi ve diğeri aynı toplam boyutlara ve deplasmana sahip yumrubaşı bir trol teknesi olmak üzere iki modelin direnç ve sevk deneyleri geniş bir hız aralığında sakin suda yapılmıştır. Yapılan deneylerin sonucunda yumrubaşı formun gücünde %10 ila 15 oranında genel bir azalma olduğunu görülmüştür.

Doust (1961) tarafından trol balıkçı gemilerinde yumrubaşların yararları tartışılmış ve yumrubaşların sonradan forma eklenmesi yerine ön tasarım aşamasında gemi formuna dahil edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. %5'lik bir yumrubaş alanı/gemi ortası kesit alanı oranının, dalga üretme direncini azaltması ile güç gereksinimlerinde %10-15 oranında bir azalma sağlayacağı ve tekne verimliliğini arttıracığı belirtilmiştir.

Doust (1962) tarafından NPL'de yapılan model deneylerinden elde edilen direnç ve sevk verilerinin regresyon analizleri yapılarak, 0.60-0.65 prizmatik katsayı aralığında optimum gövde formuna sahip dört adet trol balıkçı gemisi tasarlanmış ve bu aralıkta herhangi yeni bir trol gemisi formu türetilebilecek bir tasarım prosedürü önerilmiştir.

Doust (NPL) trol serisine ait bir formun en kesit resmi Şekil 1.10'da gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Doust (NPL) trol serisine ait bir formun en kesit resmi (Doust, 1962).

1.4.3.BSRA Trol Serisi

Pattullo ve Thomson (1965) tarafından İngiliz Gemi Araştırma Derneği (BSRA) bünyesinde yandan çekmeli trol balıkçı gemileri üzerinde model testleri yapılmıştır. Model deneyleri sabit blok katsayısında, farklı B/T ve L/Deplasman oranlarında yapılmış ve sonuçları sunulmuştur. B/T oranını artırmanın direnç üzerinde çok az etkiye sahip olduğu ve direnci bir miktar arttırdığı, L/B oranını arttırmanın ise direnci azalttığı ve direncin hızla artmaya başladığı hız noktasını geciktirdiği tespit edilmiştir.

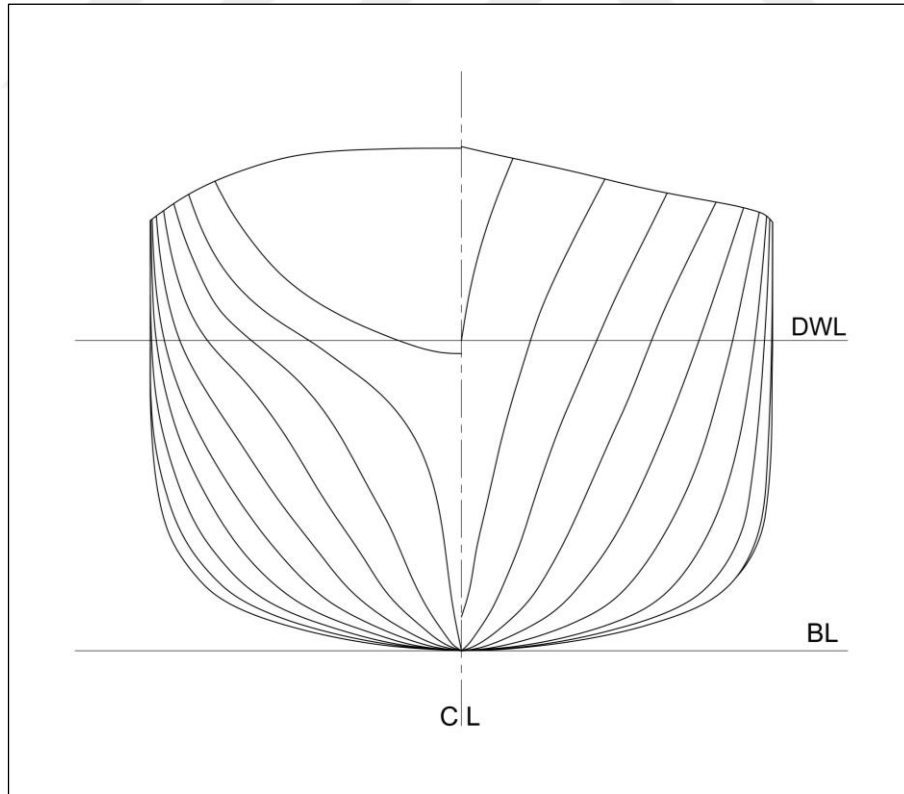
Pattullo (1968) tarafından BSRA trol serisindeki balıkçı gemilerinin blok katsayısı ve LCB değerleri değiştirilerek model direnç deneyleri yapılmıştır. Blok katsayısının artması ile direncin arttığı, LCB'nin gemi ortasından kıç tarafa doğru hareketi ile direncin azaldığı sonucuna varılmıştır.

Pattullo ve Thomson (1969) tarafından BSRA trol serisindeki gemilere yumrubaş ve ayna kıç eklenerek model direnç deneyleri yapılmıştır. $V / \sqrt{L}$ (knot/feet) oranı 0.9 olana

kadar yumrubaş kullanımının direnç üzerinde çok az etkisinin olduğu ve bu oran üzerindeki değerlerde yumrubaş kesit alanının ne kadar büyükse dirençteki tasarrufun da o kadar büyük olacağı tespit edilmiştir. Baştan gelen denizlerde dövünmeyi önlemek için yumrubaş kesit alanı/gemi orta kesit alanı oranı için pratikte %5'lik bir sınıra uyulması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, direnci en aza indirmek için ayna kıçın ve gövde verimliliğini artırmak için de kış yumrubaşların (tahrik açısından) kullanılması tavsiye edilmiştir.

Pattullo (1974) tarafından, yandan çekmeli trol gemilerine kıyasla nispeten daha yüksek B/T oranları, daha düşük L/B oranları ve blok katsayıları, daha ince pruvalara ve daha değişik LCB konumlarına sahip kıçtan çekmeli trol gemilerinin model direnç deneyleri yapılmıştır. LCB, B, T ve C_B değerlerinin kıçtan çekmeli trol gemilerinin dirençleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu tip tekne formunda, $V/\sqrt{L}$ (knot/feet) oranı 1.0'de LCB'nin optimum konumunun, gemi ortasından su hattı uzunluğunun %4.5 ila %5'i mertebesinde kıça doğru olduğu bulunmuştur.

BSRA trol serisine ait bir formun en kesit resmi Şekil 1.11'de gösterilmiştir.



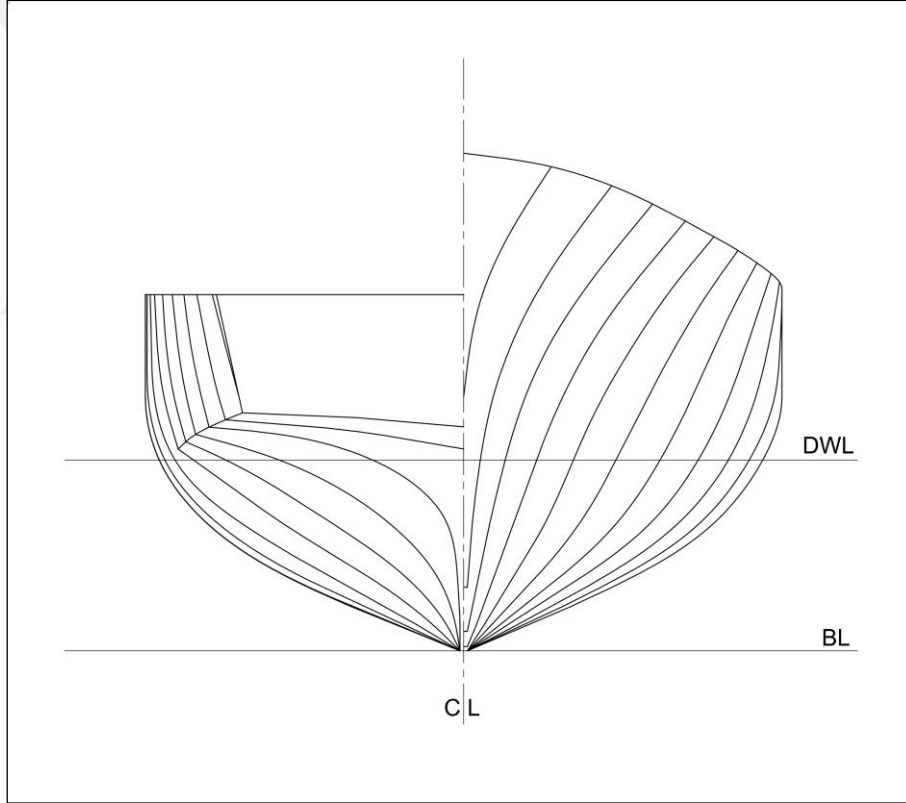
Şekil 1.11. BSRA trol serisine ait bir balıkçı gemisi formunun en kesit resmi (Djebli vd., 2015).

1.4.4.İTÜ Balıkçı Gemileri Serisi

İTÜ ve TÜBİTAK iş birliği ile Kafalı vd., (1979) tarafından, Türkiye sularında çalışan Taka ve benzeri balıkçı gemilerinin form yönünden yetersizlikleri göz önüne alınarak seçilmiş bir ana gemiden geliştirilip, değişik şartlarda denemelere tabi tutularak elde edilen sonuçlar yardımı ile farklı geometrik özellikler taşıyan yeni formda balıkçı gemisi formları üretilmesi ile oluşan bir seridir.

Bu balıkçı gemileri serisi üzerinde yapılan çalışmalar bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

İTÜ balıkçı gemileri serisine ait bir formun en kesit resmi Şekil 1.12’de gösterilmiştir.

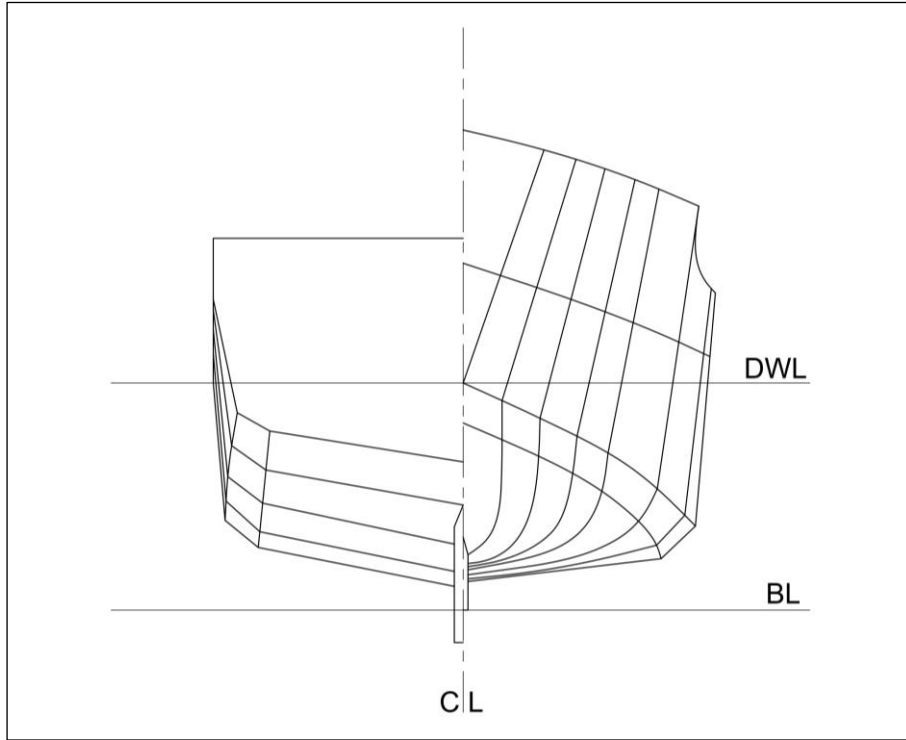


Şekil 1.12. İTÜ balıkçı gemileri serisine ait bir formun (148/3) en kesit resmi (Aydın, 2002).

1.4.5.UBC Balıkçı Gemileri Serisi

Çalışal ve McGreer (1993) tarafından Kuzey Amerika'nın batı kıyılarında (İngiliz Kolumbiyası/Kanada) çalışan ve somon balığı avcılığı yapan 21.34 metre boyundaki bir gırgır balıkçı teknesi üzerinden sistematik olarak değişen L/B , B/T ve C_B değerlerine sahip 13 adet formdan oluşan bir seri geliştirilmiştir. Bu serideki balıkçı gemilerinin özelliği diğer serilerdeki balıkçı gemisi formlarından daha düşük L/B ve $L/\nabla^{1/3}$ değerlerine sahip olmalarıdır. Formların 13.75:1 ölçeğindeki modelleri ile 0.20-0.45 Froude sayısı aralığında boş ve yüklü yükleme durumlarında sakin su model direnç testleri yapılmıştır. Model test sonuçlarından regresyon analizi ile hem boş hem de yüklü yükleme durumları için direnç tahmini yapan algoritmalar geliştirilmiştir. Geliştirilen formların ana forma göre aynı deplasman ve güverte alanına sahip olmasına rağmen %14 daha az dirence sahip oldukları bulunmuştur. Yapılan yumrubaş uygulaması sonucunda, yumrubaşlı formun ana tekne formuna göre 10.5 knots seyir hızında %16.6 oranında daha az dirence sahip olduğu tespit edilmiştir.

UBC balıkçı gemileri serisine ait bir formun en kesit resmi Şekil 1.13'te gösterilmiştir.



Şekil 1.13. UBC balıkçı gemileri serisine ait bir gırgır formunun en kesit resmi (Çalışal ve McGreer, 1993).

1.5. Türk Tipi Balıkçı Gemileri Üzerine Yapılan Çalışmalar

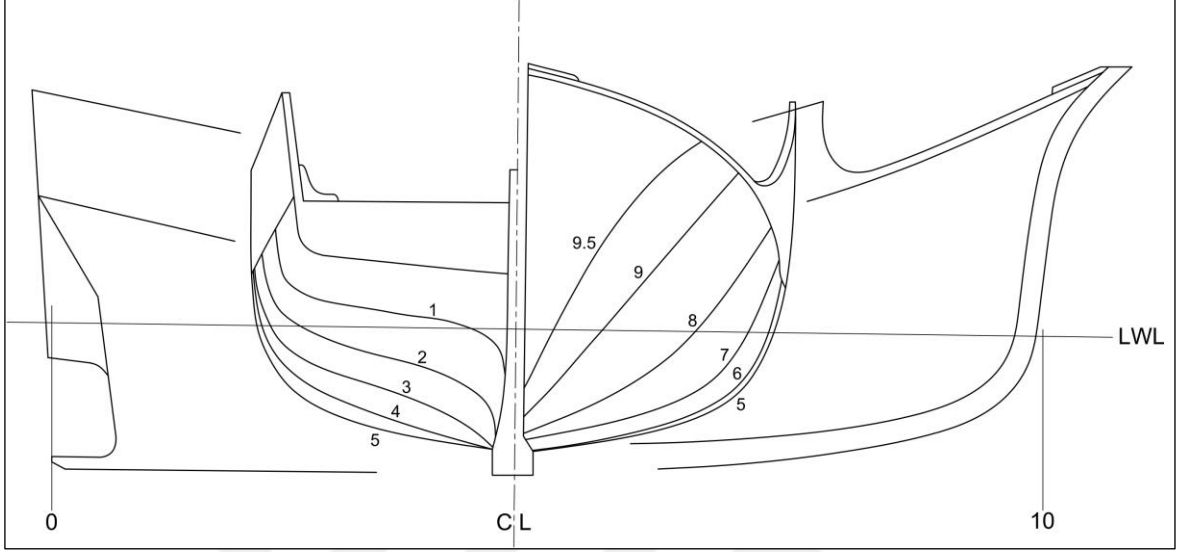
Bugüne kadar Türkiye’de balıkçı gemileri üzerine yapılan akademik çalışmalar, üç ana grupta sınıflandırılabilir. Bu çalışma dönemleri; İlk Dönem Çalışmaları, İTÜ Balıkçı Gemileri Serisi Çalışmaları ve Karadeniz Tipi Balıkçı Gemisi Çalışmaları olarak adlandırılabilir.

1.5.1. İlk Dönem Çalışmaları

Türkiye’de kullanılan Taka, Çektirme ve Almetro tipi ahşap balıkçı teknelerini konu alan ilk dönem çalışmaları, 1953 yılında kurulmaya başlanan Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarı ile başlamış ve balıkçı gemilerinin çelikten inşa edilmeye başlanıldığı 1970’li yıllara kadar sürmüştür.

Kafalı (1955b) tarafından, incelenmiş olan 78 adet Taka, Çektirme ve Mavna tipi tekne formlarından elde edilen bilgilere göre şu sonuçlara varılmıştır: Çektirme ve özellikle Takaların Karadeniz yapısı olduğu ve en iyilerinin Sürmene, Rize, Ünye, Ayancık gibi yerlerde inşa edilmiş oldukları belirtilmiştir. Amiral Paris’in 1882 yılında basılmış olan kitabında yer verilen Türk tipi Çektirme formunun, bugün kullanılan Çektirme formları ile büyük ölçüde benzer olduğu görülmüştür. İlmi olmayan yollarla inşa edilen Taka ve Çektirme formlarının acilen modernize edilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Bu tip teknelerde yapılması gereken çalışmalar ise dört ana maddede şöyle gruplandırılmıştır: İşçilik ve Mukavemet, Teşkilat ve Kullanılış, Form ve Direnç, Sevk Vasıtaları. Taka ve Çektirme formlarının, her yıl balıkçıların istekleri doğrultusunda değiştirilmiş olması nedeni ile bu tekne formlarının direnç ve sevk açısından daha da olumsuz hale geldikleri belirtilmiştir. Takalara ait tespit edilen özellikler ise şöyledir: Takaların boyları 8-16 metre arasında değişmekle beraber en fazla kullanılan boylar 10-14 metre olanlarıdır. Takalar, dünyadaki balıkçı gemisi emsallerine göre, boylarına nazaran geniş tekneler ($L/B=3$) olmakla birlikte stabilite ve yük taşıma kapasiteleri artmış, ancak direnç durumları bozulmuştur. LCB değeri bu tip teknelerde %3 kıçta olması gerekirken, bu değer ortada ve hatta bir miktar baştadır. Bundan dolayı dirençte %20’lik bir artış görülmektedir. Çektirmeler su hatlarının durumu bakımından Taka formlarından üstündür. Taka formlarının blok katsayıları (C_B) 0.35’ten 0.60’a kadar, orta kesit katsayıları (C_M) 0.75-0.85 arasında ve

su hattı alan katsayıları (C_{WP}) 0.70-0.76 arasında değişmektedir. Kafalı (1955b) tarafından endaze planı çizilen bir Takanın profil ve en kesit planı Şekil 1.14'te gösterilmiştir.



Şekil 1.14. Örnek bir Takanın profil ve en kesit planı (Kafalı, 1955b).

Kafalı (1955a) tarafından balıkçılık; tatlı su ve tuzlu su balıkçılığı olarak, tuzlu su balıkçılığında kullanılan gemiler de tutucu, taşıyıcı ve tutucu-taşıyıcı olarak sınıflandırılmıştır. Tutucu-taşıyıcı özellikte olan İngiliz, İsveç, Norveç ve Fransız balıkçı tekneleri ile Takaların endaze özellikleri karşılaştırılmıştır. Balıkçı gemilerinin narinlik katsayılarının (C_B) 0.30-0.40 arasında, prizmatik katsayılarının (C_P) 0.60-0.64 arasında ve orta kesit katsayılarının (C_M) 0.55-0.70 arasında olduğunu belirtilmiştir. Süratli ve narin tekneler sınıfına giren balıkçı teknelerinin formları oluşturulurken; minimum bir direnci teminin, maksimum sevk verimi ve maksimum denizcilik ve de mukavemet gibi faktörlerin göz önüne alınması gerektiği vurgulanmıştır. İngiliz balıkçı teknelerinin boyuna sephiye merkezlerinin (LCB) %1.0-1.5 oranında kıçta, İsveç ve Norveç balıkçı teknelerinde %1.75-2.50 oranında kıçta, Fransız balıkçı teknelerinde bu değer ortada ve Takalarda ise gemi ortasından bir miktar başta yer aldığı tespit edilmiştir. Direnç karakteristiği açısından en iyi performansı Norveç balıkçı teknelerinin gösterdiği, Takaların ise en kötü durumda olduğu belirtilmiştir. Et ve Balık Kurumu'nun (EBK) inşa ettirdiği balıkçı teknelerinde, direnç açısından iyi olmayan Fransız balıkçı formlarının kullanılması tenkit edilmiştir. Karadeniz'in dalga boylarının pek büyük olmadığından tekne formlarının baş flare miktarlarının biraz fazla olması gerektiği vurgulanmış ve Takalarda bunun yeterinden fazla

etkilendiğini görmek için; biri aynı hızı temin etmek için makine gücünün ne olabileceği, diğeri ise aynı makine gücünde değişik dalga şartlarında hızların ne olacağının tespiti için model deneyleri yapılmıştır. Şekil 1.15'te verilen teknenin yaklaşık 15 metre dalga boyundaki dalgalarda gücünün 3-3.5 misli arttırılması gerektiği sonucu bulunmuştur. Dalgalı denizlerde Kafalı tarafından geliştirilmiş formun (Şekil 1.15) hız kayıplarının Taka ve Almetro tipi teknelere nazaran daha az olduğu tespit edilmiştir.

Savcı (1956) tarafından, Türk balıkçı teknelerinin balıkçıların muhafazakarlığı yüzünden pek gelişemediği ve bu teknelerin ilmi hesapla değil de balıkçıların deniz tecrübelerine ve gemi inşaatçıların görüşlerine göre geliştirilmeye çalışıldığı ve bu yüzden balıkçı teknesi formlarında teknik problemlerle karşılaşıldığı belirtilmiştir. Balıkçı teknelerinde karşılaşılan teknik problemleri ilmi yolla çözmek için mevcut balıkçı gemilerinin ana boyutları, narinlik katsayıları, formları, stabiliteleri, dalgalı denizlerdeki hareketleri ve dirençleri incelenerek, balıkçı gemilerinin dizaynında kullanılmak üzere bazı ampirik ifadeler ve grafikler elde edilmiştir.

Özerdem (1957) tarafından, EBK'nın 1956 yılında Almanya'dan ithal ettiği 240 adet makinanın hangi tip balıkçı teknelerinde daha uygun olarak kullanılabileceğinin tespiti için bir makine seçim prosedürü geliştirilmiştir. FAO'nun tavsiyesi üzerine EBK'nın Türk balıkçı teknelerini incelemesi için davet etmiş olduğu Amerikalı Gemi İnşa Y. Mühendisi Mr. Howard I. Chapelle'in bir senelik araştırmaları sonucunda bu kuruma bağlı Balıkçılık Araştırma Merkezi'nin Balıkçı Tekneleri Kısmı'nda Türk gemi mühendisleri ve tekne inşaatçılarının yardımı ile Türk Gemi Model Havuzu'nda Tablo 1.1'de karakteristik özellikleri verilen gırgır, trol (alamatra) ve balık nakliye tekneleri ile balıkçı kayıkları geliştirilmiştir. Özerdem (1957) tarafından, geliştirilen bu teknelerin teknik özellikleri ile endaze planları verilmiş ve bu teknelerde kullanılabilecek makinalar önerilmiştir.

Tablo 1.1. 1956-1957 yıllarında EBK tarafından geliştirilen balıkçı teknelerinin karakteristik özellikleri (Özerdem, 1957).

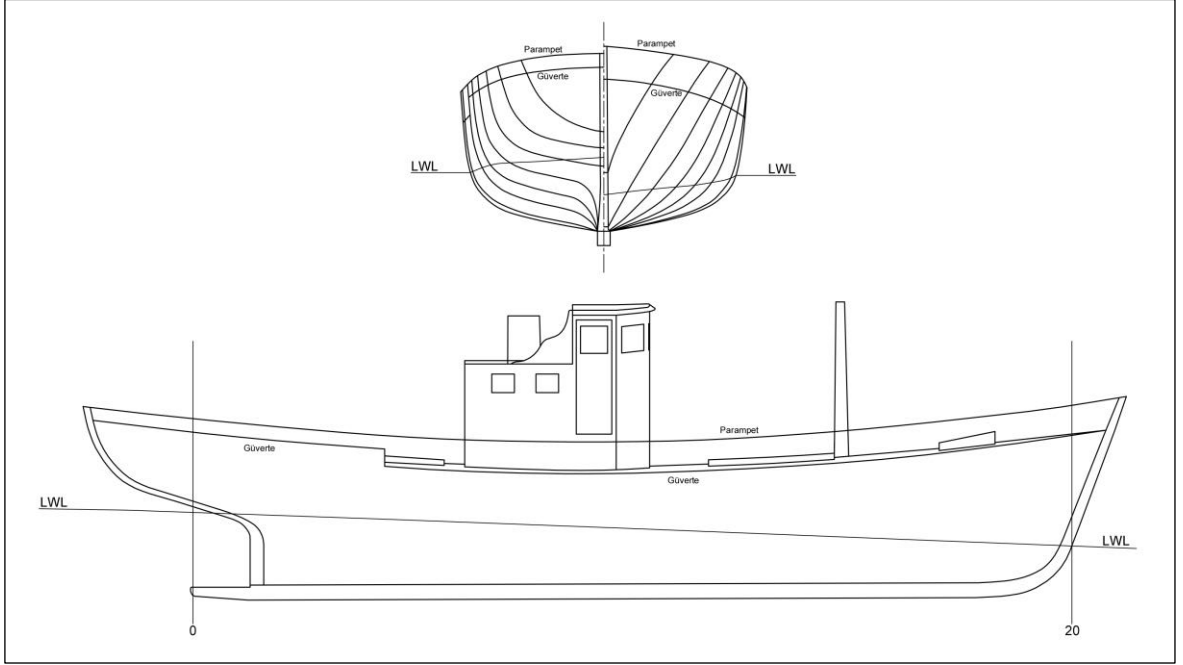
Model	Tipi	Kıç Şekli	L _{OA} (m)	B (m)	T (m)	Yüklü Deplasman (ton)	Makine Gücü (HP)	Hız (knots)
DG3	Gırgır	Karpuz	14.67	4.38	1.36	17.75	70	9.0
DG3-A	Gırgır	Karpuz	14.56	4.38	1.30	22.39	80	8.5
DG4	Gırgır	Karpuz	13.18	3.84	1.30	18.68	70	8.0
MG2	Gırgır	Karpuz	15.10	4.30	-	-	80	7.5
MG4	Gırgır	Karpuz	14.15	4.40	-	32.00	80	7.5
DT2	Trol (Alamatra) Gırgır	Ayna	17.14	4.66	1.58	17.50	150	8.5
DT4	Trol (Alamatra) Gırgır	Ayna	17.50	4.70	1.55	31.00	150	8.0
DT3	Trol (Alamatra)	Ayna	18.48	5.60	1.85	42.50	230	8.0
DNI	Taka Balık Nakliye	Ayna	12.08	4.00	1.36	23.50	50	7.5
MNI	Taka Balık Nakliye	Ayna	11.85	3.80	1.12	18.00	50	7.0
MN2	Çektirme Balık Nakliye	Karpuz	9.12	2.96	-	14.00	30	6.0
DKI	Kayık	Karpuz	7.72	2.18	0.58	2.13	20	7.0
MK2	Kayık	Karpuz	7.05	1.76	-	-	10	7.0
DK2	Kayık	Piyade	7.34	1.60	-	-	5	-
DK3	Kayık	Piyade	6.55	1.30	-	-	5	-

Nutku (1957) tarafından İTÜ Gemi Model Deney Tankı'nda MG1 (İstanbul Golden Horn/Haliç Tersanesi'nde yapılmış olan Atılay isimli ahşap balıkçı teknesi modeli), MG3 (Sürmene'de yapılmış olan ahşap balıkçı teknesi modeli) ve DG3 (H. I. Chapelle tarafından tasarlanmış olan balıkçı teknesi modeli) kodlu modellerin direnç ve sevk deneyleri yapılmış, elde edilen sonuçlar ayrıntılı olarak incelenmiş ve bu tekne formları performans yönünden birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, Maier ve Taka tipi balıkçı gemisi formlarının iyi özelliklerini taşıyan yeni bir balıkçı teknesi formu geliştirilmiştir. Bu tekne formunun, direnç yönünden diğer incelenen modellere göre üstün performans sergilediği görülmüştür.

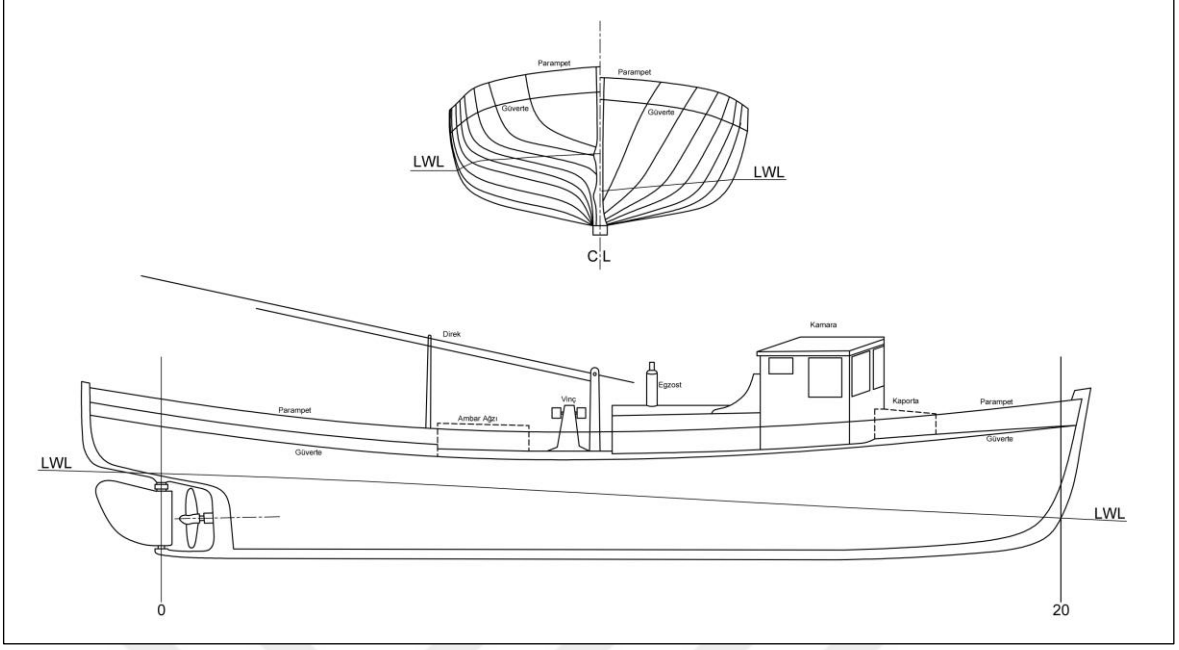
FAO'nun önerisi ile EBK'nın Türkiye'ye davet ettiği Gemi İnşa Y. Mühendisi Chapelle (1957a) tarafından yapılan gözlemler ve incelemeler sonucunda Türk balıkçı tekneleri hakkında yapılan tespitler şöyledir: Türk balıkçılığı kısa bir zamana kadar yelkenli ve kürekli tekneler ile yapılmaktadır. Balıkçılığın liman olmayan yerlerde yapılmasından dolayı tekneler karaya kolayca alınabilecek tarzda inşa edilmektedir. Karadeniz sahillerinde görülen en büyük yelken-kürek teknesi, kadırgaların tesirini taşıyan Taka tipidir. Balıkçılıkta kullanılan diğer tekne türleri ise Kancabaş Gırgır Tekneleri ve Çektirme tipi teknelerdir. Son yıllarda EBK'nın balıkçılara motor tedarik etmesi ile kare kış yapısına sahip bu tekneler krüzer (karpuz kış) kışlı olarak inşa edilmeye başlanmıştır. Taka ve Çektirme formları korunarak inşa edilen motorlu ilk balıkçı gemilerinde kamara kışa yakın olduğu için makineler kışa konulmuştur. Fakat bu, gırgır ağının istiflenmesi için kış güvertesi çok dar bırakmıştır. Sonraları inşa edilen gemilerde kamara ve makine tekne ortasına doğru kaydırılmıştır. EBK'nın balıkçılara makine temin etmeye başlaması ile daha hızlı ve güverte taksimatı daha iyi gemiler tasarlanmaya başlanmıştır. Taka tipi yelkenli balıkçı kayığı 10 metre boyunda motorlu tekne haline dönüştürülmüştür. Takaların çektirmelere göre motorlu tekne olarak daha gelişmiş oldukları belirtilmiştir. Chapelle tarafından mevcut tekne formu korunarak, kaptan köşkü ve makinesi başa doğru, direk ve vinci ortada, ambar ağzı ardında ve kışta uzun bir ağ güvertesi bulunan bir balıkçı teknesi tasarlanmıştır. Yeni tip güverte sistemine göre inşa edilecek gemilerin boylarının 16-17 metre ve süratinin de 15-20 knots arasında olması gerektiği vurgulanmıştır.

EBK'nın balıkçı tekneleri için makine ithali üzerine görüşleri alınan Chapelle (1957b) tarafından Türk balıkçı tekneleri ve makineleri hakkında yapılan tespitler şöyledir: Balıkçıların daha fazla hız ve çekme isteği doğrultusunda eskiden 20-30 HP gücünde makineler temin edilirken, yeni makineler 50-80 HP gücünde talep edilmiştir. Türk balıkçı tekneleri hakkında yapılan üç tespit ise şöyledir: İlki, gırgır tekneleri bazı limanlara girebilmek ve gerektiğinde karaya çekilebilmek üzere su çekimleri 1.00 metre veya en fazla 1.25 metre civarında inşa edilmektedir. İkincisi, gemilerin başa veya kışa trim yapmaması için kaptan köşkü ve makineler gemi ortasına konulmaktadır. Sonuncusu, gırgır tekneleri boyları 14.00-15.50 metre ve genişlikleri 3.30-4.50 metre arasında inşa edilmektedir. Geleneksel usullere göre inşa edilmiş bir gırgır balıkçı teknesinin en kesit ve profil planı Şekil 1.16'da verilmiştir. Bu tekne formu itibarı ile, 60-70 HP gücünde bir makine ve 87 cm çapında bir pervane ile yapılan hesaplara göre 8 knots sürat yapabilmektedir. Ancak, teknede 120 HP gücünde bir makine mevcut olup tam güçte ancak 9 knots hız yapabilmektedir.

Hakeza incelenen birçok teknede gereğinden fazla makine gücü kullanımı görülmüştür. Geleneksel Tük balıkçı teknesi formlarının ekonomik ve yeterli hızı 8 knots olduğu belirtilmiştir. Chapelle tarafından tasarlanan balıkçı gemisi formu Şekil 1.17’de gösterilmiştir. Bu formda makine yerleşimi ortadan biraz başa doğrudur. Formda uzun çıkış boyu ve narin çıkış temin edilmiştir. Su çekimi, kış kepçenin iyice suya gömülmesi için 1.27 metre alınmıştır. Teknenin geleneksel forma göre avantajları ise şöyledir: Gırgır ağı için geniş güverte, balık için orta ve kışta ambar, az trim, iyi dümen tutma, fazla hız ve çekme kuvveti. Tekne boş durumda, 60 HP gücünde hafif bir makine ve 2/1 redüksiyonla 10.5 knots yapabilmektedir. Son yıllarda karpuz kışın balıkçı teknelerinde moda olduğu, ama bu kısa formlarda yüksek hızlar için bu kış şeklinin uygun olmadığı belirtilmiştir. Kare ayna kışın alt kenarı suya temas edecek şekilde uzun, düz ve geniş bir çıkış hattı sağlanabilirse bu tip balıkçı gemilerinin 60-70 HP gücünde bir makine ile 12 knots hız yapabilecekleri tahmin edilmiştir.



Şekil 1.16. Geleneksel usullere göre inşa edilmiş Türk balıkçı gırgır teknesinin en kesit ve profil resmi (Chapelle, 1957b).



Şekil 1.17. Chapelle tarafından dizayn edilen balıkçı gırgır teknesinin en kesit ve profil resmi (Chapelle, 1957b).

Barlas (1957) tarafından, Chapelle'nin EBK'nın elemanları ile bir sene boyunca yapmış olduğu gözlemler ve çalışmalar neticesinde altı adet yeni tip balıkçı gemisi planının hazırlanmış olduğu, ikisinin Türk gemi inşa mühendisleri tarafından inşa edilmek üzere incelendiği ve Türkiye'de balıkçı tekneleri üzerinde yapılmakta olan tecrübelerin sonuçlanıp yeni tip formların inşa edilip kullanılması ile balıkçı gemilerinin ihtiyacı olan akaryakıttan %50 oranında bir tasarruf sağlanacağı belirtilmiştir.

Kafalı (1958) tarafından, yeterli denizcilik-manevra kabiliyeti, yeterli stabilite, minimum bir güçle maksimum hız ve minimum yakıt sarfıyatı, büyük taşıma ve iskân hacmi ve küçük vergi tonajı taleplerini karşılayabilecek bir gırgır tipi balıkçı gemisi formu (Şekil 1.15) mevcut balıkçı gemilerinden yola çıkılarak geliştirilip dizayn edilmiş ve model deneyleri Amerika M.I.T. model havuzunda sakin suda ve değişik dalgalı şartlarda yapılmıştır.

Nutku (1962) tarafından Türk balıkçı gemilerinden Taka ve Almetro tipleri ele alınarak, bu formlar direnç ve sevk bakımından incelenmiş ve bu tip teknelerin ekonomik hız sınırı 10 knots civarı olarak tespit edilmiştir.

Kafalı (1967) tarafından, Sargona'da (Sürmene-Çamburnu) 13.50 metre boy, 4.45 metre genişlik ve 0.945 metre su çekiminde inşa edilmiş 29 tonluk bir Takanın İTÜ Gemi Model Deneme Laboratuvarı'nda modelleri yapılarak sistematik bir şekilde direnç deneyleri

yapılmıştır. LCB'nin %2 kıçta, %1 kıçta, tekne ortasında, %1 başta ve %2 başta (orijinal tekne değeri) olduğu durumlardaki modellerinin iki farklı hızda direnç deneyleri yapılmıştır. LCB değerinin %2 başta olduğu duruma göre LCB'nin %2 kıçta, %1 kıçta, tekne ortasında ve %1 başta olduğu durumlardaki direnç değerlerinin sırasıyla yaklaşık olarak %13, %16, %13 ve %8 oranında daha az olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Takaların, en az direnç değerine sahip oldukları LCB'nin %1 kıçta olduğu durumdaki form özellikleri ile inşa edilmelerinin gerektiği vurgulanmıştır.

Ersan (1968) tarafından açık deniz balıkçılığının ülkemizdeki ve dünyadaki durumunu üzerine şu tespitler yapılmıştır: Ülkelerin son yıllarda açık deniz balıkçılığına yöneldiği ama Türk balıkçıların kıyı balıkçılığı ile uğraştığı, ancak Türk karasularının gelecekte balık ihtiyacını karşılayamayacağı, bundan dolayı diğer ülkeler gibi açık denizlerde avcılık yapabilecek gemilerin inşa edilmesinin gerektiği vurgulanmıştır. Fransa'nın 1962, İngiltere'nin 1965 ve İspanya'nın 1967'den beri açık deniz balıkçılığı için 35 ila 80 metre boyları arasında soğutma tünelli, balık unu, balık yağı ve fileto çıkarma makineleri ile donatılmış yeni tip balıkçı gemileri ile açık deniz balıkçılığına başladıkları belirtilmiştir. Tunus, Mısır ve Yunanistan'ın da açık deniz balıkçılığı için yatırımlarının olduğu ve Türkiye'nin açık denizlerdeki bu balıkçılık yarışında geri kalmaması için açık deniz balıkçılığına uygun soğutmalı depoları olan balık yağı ve unu üretebilecek makinelere sahip balıkçı gemilerinin bir an önce inşa edilmeye başlanması gerektiği vurgulanmıştır.

Kafalı (1970) tarafından, balıkçı tekneleri amaçlarına göre; sahil (yakın sahil) ve açık deniz (okyanus) balıkçı gemileri olarak sınıflandırılmakta ve her sınıfta tutucu, taşıyıcı, tutucu-taşıyıcı ve araştırma gemilerinin bulunduğu, Türkiye sularında mevcut balıkçı gemilerinin ise sahil balıkçı gemileri grubuna dahil olduğu belirtilmiştir. Türkiye sularında çalışan balıkçı tekneleri özellikleri itibarı ile üç gruba ayrılmıştır: Taka, Çektirme ve Alametro (Takanın daha ziyade gemilerde görülen değişiklikler esas alınarak kıç kısımlarının kruzer yapılarak tadil edilmiş şekli). İTÜ Gemi Model Deneme Laboratuvarı'nda Taka ve Alametro tipi balıkçı gemisi modelleri üzerinde yapılan model deneylerine göre bu tip teknelerin; su altı formlarının tadil edilmeye muhtaç olduğu, gemi kıç bodoslamasının ve pervane yuvasının gemi sevki yönünden yetersiz kaldığı, özellikle Alametro tipinde kıç formunun dalga oluşumu bakımında direnç ve sevk yönünden olumsuz etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Takalardaki güverte şiyerinin fazlalığı ve Alametrolardaki kıç formundan dolayı ağırlar ve çalışma için yeterli bir kıç güverte alanının olmadığı ve de teknelerin inşaatında kullanılan malzemenin yeterli kalite ve ölçülerde

bulunmadığı belirtilmiştir. Türkiye sularına uygun tasarlanacak gemilerde olması gerekenler ise şöyle sıralanmıştır: Yeterli denizcilik-manevra. Yeterli stabilite. Minimum bir güçle maksimum hız ve minimum yakıt sarfiyatı. Büyük taşıma ve iskân hacmi, küçük vergi tonajı. Balık tutma ve ağ istif etme bakımından geniş güverte alanı. Değişik cihazlar ve ağırları kullanma bakımından basitlik. Kullanılan malzeme ve cihazların sağlam, işe yarar ve makul bir ucuzlukta olması. Teknelerin Türkiye’de inşa ve tamir edilebilecek özellikte olması. (Kafalı, 1956) ve (Kafalı, 1958) kaynaklarında söz edilen deney sonuçlarına göre; küçük balıkçı tekneleri için en büyük boyun 8.50 metre, orta büyüklükteki teknelerin boy aralığının 14.50-17.00 metre ve büyük balıkçı teknelerinin boylarının 17.00 metreden büyük olması gerektiği vurgulanmıştır. Balıkçıların, teknelerinin hızlarını istedikleri kadar arttırabilmek düşüncesi ile gemilerini gereğinden büyük güçte makinalarla donatmakta oldukları tespit edilmiştir. Ancak, model deneylerinden elde edilen tecrübelerle göre gemilerin belli bir hız sınırından sonra çok az miktardaki hız artışlarını çok yüksek makine güçleri ile sağlayabilecekleri belirtilmiştir. Bunun için sistematik laboratuvar deneyleri ile geliştirilecek tekne formu seçmenin ve buna uygun makine gücü belirlemenin en doğru yol olacağı önerilmiştir. Ayrıca 15 metreden büyük balıkçı teknelerinin çelikten inşa edilmeye başlanması ve Türk balıkçılarının birçok memleketin av sahası olan Batı Afrika sahillerinde faaliyet gösterecek şekilde balıkçı gemilerine sahip olmaları gerekliliği vurgulanmıştır. Bu alanda çalışacak balıkçı gemilerinin; en az 22-30 metre boylarında olmaları gerektiği, 10-12 knots hız yapmalarının şart olduğu ve 75-150 m³ hacminde soğutmalı balık ambarlarına sahip olmaları gerektiği belirtilmiştir.

1.5.2.İTÜ Balıkçı Gemileri Serisi Çalışmaları

Atlar (1977) tarafından, TÜBİTAK ve İTÜ iş birliği ile yapılan “Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Geliştirilmesi” projesi (Kafalı vd., 1979) kapsamında geliştirilen 148/1 kodlu formun yumrubaşsız (148/1-B) ve delta (Δ) kesitli yumrubaşlı (148/1-Y) modelinin direnç deneylerinden elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Yumrubaşlı modelin direnç deneylerinde, baş tarafta oluşan akım hatlarının düzgünleştiği ve baş dalga yüksekliğinin azaldığı gözlemlenmiştir. Delta (Δ) kesitli yumrubaşlı model ölçeğinde 4.000 m/s ($V_s = 8.6$ knots) hıza kadar toplam direnç değerlerini artırdığı, ancak bu hızdan sonraki yüksek hızlarda toplam direnç değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir. 1.708

m/s ($V_s=10.5$ knots) model hızında yumrubaşı modelin toplam direncinde yumrubaşsız modelinkine göre yaklaşık %18'lik bir azalmanın olduğu belirlenmiştir.

Kafalı vd., (1979) tarafından, Türkiye sularında çalışan Taka ve benzeri balıkçı gemilerinin form yönünden yetersizlikleri göz önüne alınarak seçilmiş bir ana gemiden (Şekil 1.15) geliştirilip, değişik şartlarda denemelere tabi tutularak elde edilen sonuçlar yardımı ile farklı geometrik özellikler taşıyan yeni formda balıkçı gemisi formları üretilmiştir. Tasarlanan formlar, çok maksatlı bir Gırgır Teknesi olmak üzere, standart 20 metre boyda, ayna kışkı ve kışkı kısmı çeneli olarak dizayn edilmiştir. Su hattı boyu 20 metre ve tekne narinlik katsayısı (C_B) 0.378 olan bir balıkçı gemisi (148/1 kodlu form) ana gemi kabul edilmek üzere, enine ve boyuna kesit formlarının baş-kışkı profil görüntüsü aynen korunarak, boyları, L/B ve B/T oranları aynı kalmak koşulu ile 148/3 ($C_B=0.40$), 148/5 ($C_B=0.45$), 148/4 ($C_B=0.50$) ve 148/2 ($C_B=0.55$) kodlu gemiler oluşturulmuştur. Sistematik geosim deneyleri için ana geminin 1/25, 1/12.5, 1/10, 1/8.33 ve 1/6.25 ölçekli sırasıyla 148/1-0, 148/1-A, 148/1-B, 148/1-C ve 148/1-D kodlu modelleri oluşturulmuş ve model direnç deneyleri yapılmıştır. Her türlü model deneyinin değerlendirilmesi ve hesapları orijinal Froude metodu ile yapılmış olmakla beraber, form faktörleri de dikkate alınmıştır. Sistematik model deneyleri, gemilerin 1/10 oranındaki 2.00 metrelik modelleri ile yapılmıştır. Model deneyleri İTÜ Gemi Model Deneme Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Model deneyleri; boş (WL 3), yüklü (WL 4) ve aşırı yüklü (WL 5) yükleme durumlarında trimsiz bir şekilde yapılmıştır. Ana geminin esas ölçüleri Tablo 1.2'de, ana gemiden oluşturulan formların karakteristik özellikleri ise Tablo 1.3'te verilmiştir. Seride oluşturulan gemi formlarına örnek olması amacı ile 148/3 kodlu geminin endaze planı Şekil 1.18'de gösterilmiştir. Üretilen balıkçı gemisi formları, dünyanın değişik deney havuzlarında denenmiş ve geliştirilmiş balıkçı gemilerinin yaklaşık aynı deplasman katsayılı benzerleri ile karşılaştırılmıştır. 148/1 kodlu form Denny C modeli ile, 148/3 kodlu form VSVA-F.O.A.139-140-141 modelleri ile, 148/5 kodlu form SSPA-F.A.O.5b ve Taka No:28 modelleri ile, 148/4 kodlu form SSPA-F.A.O.5c ve Kruppa-Henschke-Hahnel modelleri ile karşılaştırılmıştır. Üretilen formların, karşılaştırılan modellerden üstün oldukları belirtilmiştir. Kışkı formun etkisini incelemek için; orijinal çeneli ve aynı kışkı 148/1-B kodlu model ile bu modelin çene kısımlarının yuvarlatılması ile elde edilen 148/1-B(R) kodlu modelin direnç deneyleri yapılmıştır. Orijinal modelde çene başlangıcı civarında oluşan akım ayrılması-girdap olayının yuvarlatılmış çeneli modelde görülmediği ve çene etkisinin azaldığı saptanmıştır. Baş formun etkisini incelemek için ise 148/1-B modeli ile bu model

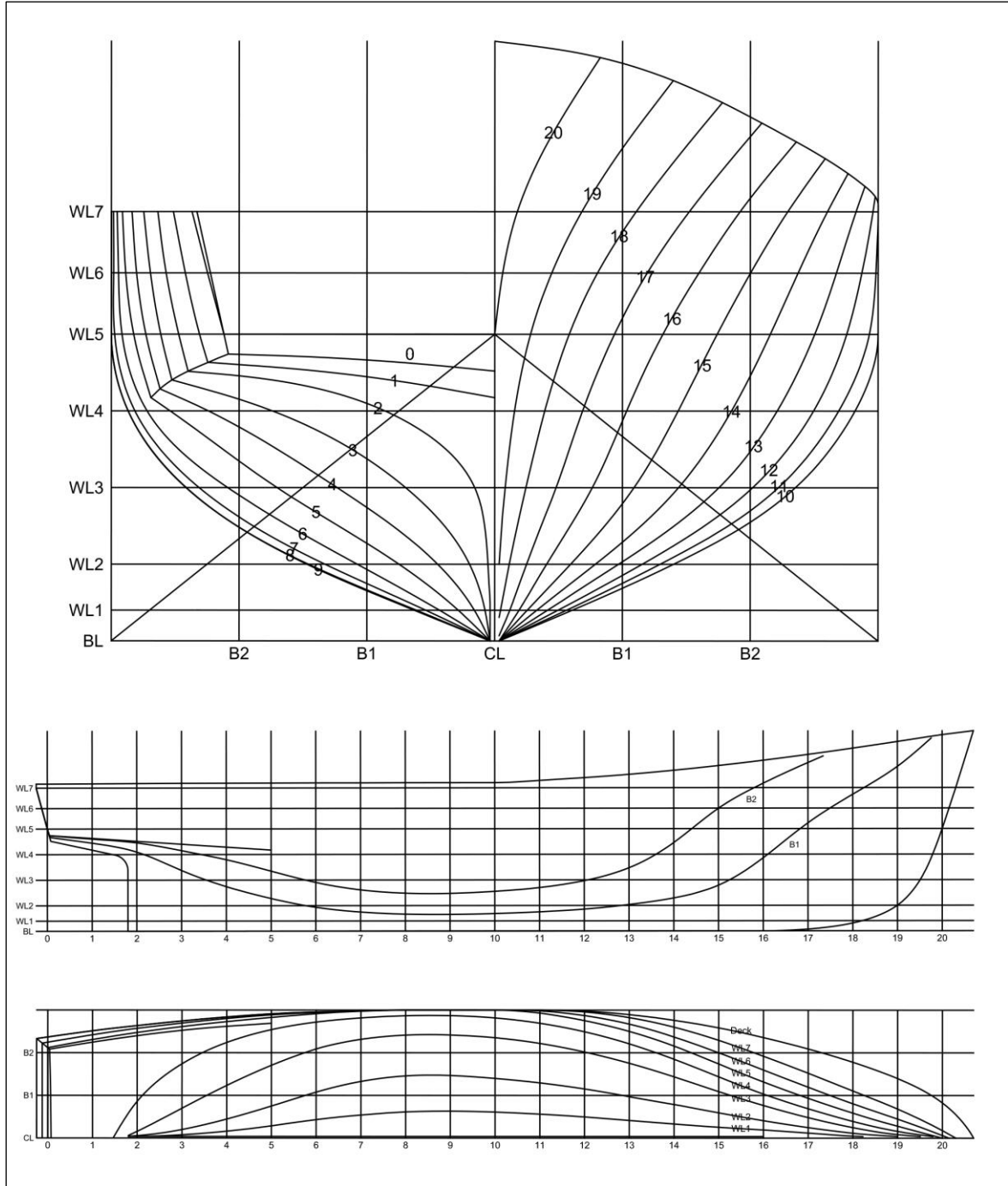
için özel olarak yapılmış delta (Δ) kesitli yumrubaşı 148/1-Y modelinin direnç deneyleri yapılmıştır. 20 metrelik balıkçı gemileri için belirlenen 10.5 knots servis hızında toplam dirençte yaklaşık %20'lik; 10.5 knots ve daha yüksek hızlarda ise efektif beygir gücünde yaklaşık %18'lik bir azalma görülmüştür. Yumrubaş uygulamasının, ana gemi gücünde önemli ölçüde kazanç sağlamasından dolayı, geliştirilen diğer modeller için ileride ayrıntılı bir araştırmanın yapılması gerekliliği vurgulanmıştır. Boy-genişlik etkisinin incelenmesi amacı ile 148/3-B kodlu modelin kesit formları değiştirilmeden model boyu, L/B oranı 4 ve 5 olacak şekilde uzatılarak deplasman oranı ve diğer geometrik özellikleri aynı olan 148/6-B ve 148/8-B modelleri oluşturulmuş ve direnç deneyleri yapılmıştır. Benzer inceleme 148/4-B kodlu model için yapılmış ve L/B oranı 4 ve 5 olan 148/7-B ve 148/9-B modelleri tasarlanmış ve direnç deneyleri yapılmıştır. L/B oranının artmasıyla yüksek Froude sayılarında nispeten gemi direncinde bir azalma olduğu görülmüştür.

Tablo 1.2. Ana geminin esas ölçüleri (Kafalı vd., 1979).

Tam boy	L _{OA}	20.950 m
Su hattı boyu	L _{WL}	20.000 m
Genişlik, su hattında	B	5.750 m
Derinlik, ortada	D	3.200 m
Çektiği su (draft), ortada	T	2.286 m
Deplasman merkezi, ortadan kıç	LCB	0.832 m
Deplasman katsayısı	C _B	0.378
En kesit katsayısı	C _M	0.661
Prizmatik katsayısı	C _P	0.573
Su hattı alan katsayısı	C _A	0.730
Islak alan	S	126.100 m ²

Tablo 1.3. Ana balıkçı gemisinden türetilmiş diğer balıkçı gemilerinin karakteristik özellikleri (Kafalı vd., 1979).

MODEL KOD NO		L _{WL} (m)	B (m)	T (m)	C _B	C _M	C _P	C _A	Δ (ton)	LCB (m) (+ kıç)	S _w (m ²)	B/T	L/B
148/1	WL 3	18.50	5.240	1.715	0.342	0.608	0.562	0.651	58.33	+ 0.43	92.40	3.05	3.53
	WL 4	20.00	5.714	2.286	0.378	0.661	0.572	0.730	101.43	+ 0.83	126.10	2.50	3.50
	WL 5	20.34	5.840	2.858	0.441	0.712	0.619	0.753	153.58	+ 1.18	150.20	2.04	3.48
148/2	WL 3	18.50	5.714	1.715	0.510	0.857	0.595	0.693	94.89	- 0.32	106.90	3.33	3.28
	WL 4	20.00	5.714	2.286	0.535	0.892	0.599	0.789	143.32	+ 0.01	139.80	2.50	3.50
	WL 5	20.34	5.714	2.858	0.581	0.914	0.635	0.836	197.75	+ 0.25	164.00	2.00	3.55
148/3	WL 3	18.50	5.440	1.715	0.355	0.600	0.591	0.659	62.80	+ 0.38	92.60	3.17	3.40
	WL 4	20.00	5.714	2.286	0.406	0.668	0.607	0.127	108.89	+ 0.80	125.00	2.50	3.50
	WL 5	20.34	5.840	2.858	0.457	0.728	0.627	0.747	159.07	+ 1.09	150.00	2.04	3.40
148/4	WL 3	18.50	5.714	1.715	0.460	0.851	0.540	0.655	85.43	- 0.34	99.30	3.33	3.23
	WL 4	20.00	5.714	2.286	0.497	0.888	0.559	0.789	133.17	+ 0.02	134.10	2.50	3.50
	WL 5	20.34	5.714	2.858	0.564	0.911	0.619	0.836	192.19	+ 0.28	159.06	2.00	3.55
148/5	WL 3	18.50	5.520	1.715	0.411	0.657	0.625	0.688	73.80	+ 0.37	99.00	3.22	3.35
	WL 4	20.00	5.714	2.286	0.444	0.720	0.616	0.745	118.90	+ 0.63	131.00	2.50	3.50
	WL 5	20.34	5.840	2.858	0.494	0.768	0.688	0.753	171.92	+ 0.91	156.80	2.04	3.48
148/6	WL 3	21.28	5.440	1.715	0.352	0.600	0.586	0.655	71.75	+ 0.43	107.90	3.17	3.91
	WL 4	22.86	5.714	2.286	0.400	0.668	0.598	0.727	122.61	+ 0.91	145.50	2.50	4.00
	WL 5	23.19	5.840	2.858	0.455	0.728	0.625	0.749	180.65	+ 1.25	173.60	2.04	3.97
148/7	WL 3	21.28	5.714	1.715	0.454	0.851	0.533	0.651	97.03	- 0.39	112.50	3.33	3.72
	WL 4	22.86	5.714	2.286	0.491	0.888	0.553	0.189	150.30	+ 0.02	152.50	2.50	4.00
	WL 5	23.19	5.714	2.858	0.549	0.911	0.602	0.838	213.34	+ 0.32	181.50	2.00	4.05
148/8	WL 3	27.06	5.440	1.715	0.351	0.600	0.585	0.644	90.80	+ 0.54	132.60	3.17	4.97
	WL 4	28.57	5.714	2.286	0.404	0.668	0.604	0.727	154.67	+ 1.14	179.40	2.50	5.00
	WL 5	28.89	5.840	2.858	0.458	0.728	0.629	0.751	226.70	+ 1.56	214.10	2.04	4.94
148/9	WL 3	27.06	5.714	1.715	0.449	0.851	0.527	0.640	122.08	- 0.48	132.00	3.33	4.73
	WL 4	28.57	5.714	2.286	0.493	0.888	0.555	0.789	188.74	+ 0.03	190.80	2.50	5.00
	WL 5	28.89	5.714	2.858	0.559	0.911	0.613	0.840	270.29	+ 0.40	226.60	2.00	5.05



Şekil 1.18. 148/3 model kod numaralı tekne formunun endaze planı (Aydın, 2002).

Kafalı (1980) tarafından, “Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Geliştirilmesi” (Kafalı vd., 1979) projesi kapsamında yapılan model deney sonuçları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Geliştirilen formlar, bazı dünya balıkçı gemileri ile karşılaştırılmış ve direnç-sevk bakımından üstük oldukları görülmüştür. Formların dalgalardaki hız kayıpları

ile denizcilik özellikleri de incelenmiştir. Formların ön dizaynında yeterli statik stabiliteyi belirleyebilecek diyagram ve ampirik ifadeler geliştirilmiştir. Statik stabilitenin belirlenmesine yönelik geliştirilen metoda göre, verilen bir teknenin blok katsayısı yardımı ile stabilite çapraz eğrileri çizilebilmektedir. Ayrıca, formlarının ön dizaynı için blok katsayısı ve su çekimi değerlerine göre en kesit yarı genişliklerini veren dizayn eğrileri de verilmiştir.

Kafalı (1981) tarafından model-gemi ilişkisinde ölçek etkisinin araştırılması ve model direncinden gemi direncine geçerken viskoz direnci doğru bir şekilde tahmin etmek amacı ile uygun form faktörünün (k) belirlenmesi için 148/1 kodlu formun Tablo 1.4'te görülen dört değişik ölçekteki modelinin direnç deneyleri yapılmıştır. Elde edilen model direnç değerlerinden toplam direnç ve viskoz direnç katsayıları karşılaştırılıp, ekstrapolatör diyagramları çizdirilerek, k için en uygun değer 0.25 olduğu bulunmuştur. 148/1-D kodlu modelin direnç değerleri, benzer özellikteki Denny C modelinkiler ile de karşılaştırılmıştır.

Tablo 1.4. 148/1 kodlu form için oluşturulan modellerin ölçek değerleri ve model boyları (Kafalı vd., 1979).

Model Numarası	Ölçek	Model Boyu (m)
148/1-A	12.50	1.60
148/1-B	10.00	2.00
148/1-C	8.33	2.40
148/1-D	6.25	2.80

Soygür ve Taşeli (1981) tarafından 148/1-C kodlu modelin aşırı yüklü (WL 5) durumu için Tablo 1.5'te görülen üç farklı model ilerleme hızında iz deneyleri yapılmıştır. İz model deneylerinin analiz sonuçlarına göre iz katsayıları ve pervane düzlemindeki iz katsayısı dağılımının hızla göre değişimi verilmiştir.

Tablo 1.5. İz model deneyleri yapılan hız değerleri (Soygür ve Taşeli, 1981).

Su Hattı	Fn		0.2939	0.3673	0.4406
WL5 (Aşırı Yüklü)	Gemi Hızı	knots	8	10	12
	Model Hızı	m/s	1.426	1.782	2.138

Taşeli ve Soygür (1983) tarafından 148/1-D kodlu modelin pervaneli model sevk deneyleri yapılmıştır. Hem pervaneli model deneylerinde hem de açık-su pervane deneylerinde Wageningen B.3.50 pervane modeli ve çalık kanatlı pervane modeli kullanılmıştır. Ayrıca, deneylerde kullanılan pervanelerin kavitasyon deneyleri yapılmış ve her iki tip pervanenin kavitasyon karakterleri de belirlenmiştir.

Söylemez (1983) tarafından 148/1 kodlu balıkçı teknesinin 148/1-A kodlu modeline delta (Δ) profilinde en kesit alan oranı 0.12, 0.09 ve 0.07 olan sırasıyla A_1 , A_2 ve A_3 kodlu yumrubaş uygulamaları yapılmıştır. Yumrubaşsız ve yumrubaşlı modellerin model direnç deneylerinden şu sonuçlar elde edilmiştir: Yumrubaşların en büyüğü olan A_1 yumrubaşının 9 knots hıza kadar efektif bir etkisinin olmadığı, 10 knots servis hızında ise efektif beygir gücünden yüklü halde (WL 4) %13 ve boş halde (WL 3) %14 kazanç sağladığı ortaya çıkmıştır. A_2 yumrubaşının uygulamasında, servis hızında, efektif beygir gücünden elde edilen kazanç mertebesinin boş halde (WL 3) %28 ve yüklü halde (WL 4) %20 olduğu görülmüştür. En küçük olan A_3 yumrubaşının ise yüklü su hattında (WL 4) yararlı olmadığı tespit edilmiştir. Genel olarak 9 knots hıza kadar yararlı olmayan A_1 ve A_2 yumrubaşlarının bu hızdan sonra, A_3 yumrubaşının ise balıkçı gemisinin servis hızından daha fazla olan hızlarda yararlı olduğu görülmüş ve balıkçı teknelerinin yüksek hız gereksinimlerinden dolayı bu tip gemilerde yumrubaş uygulamasının düşünülmesi gereken bir konu olduğu vurgulanmıştır.

Çalışal ve Fung (1984) tarafından, balıkçı gemilerinin ön dizayn aşamasında toplam dirençlerini hesaplamakta kullanılan Oortmerssen, Danckwardt ve Hayes-Engvall yöntemleri, Kafalı vd. (1979) tarafından geliştirilen balıkçı gemisi formlarına, SNAME (Amerika Gemi İnşaatı ve Makina Mühendisleri Birliği) trol gemisi formuna ve NRC (Kanada Milli Araştırma Kurumu) balıkçı gemileri serisi formlarına uygulanarak, bu metotların birbirleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. İncelenen tekne formları için en iyi toplam direnç tahminini Danckwardt metodunun verdiği tespit edilmiştir. Oortmerssen ve Hayes-Engvall metodunun SNAME ve NCR balıkçı gemileri serisi formlarının direnç tahminlerinde kabul edilebilir yaklaşım sağladığı görülmüştür. Kafalı vd. (1979) tarafından geliştirilen balıkçı gemisi formlarında ise her üç metodun oldukça değişik sonuçlar verdiği saptanmıştır. Bu formların toplam dirençlerini hesaplamak için kullanılan metotlarda görülen tutarsızlıkları düzeltmek amacıyla yeni bir algoritma sunulmuştur. Bu algoritmada, artık direnç katsayısı Oortmerssen metodunda verilen bağıntı yardımıyla Kafalı vd. (1979) tarafından yapılan model deney sonuçları göz önüne alınarak belirlenmiştir. Geliştirilen bu

algoritmanın, hız-boy oranının 1.5'ten fazla olduğu hallerde daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Durgun (1989) tarafından, Türkiye sularına uygun balıkçı gemilerinin ön dizaynı için pratik bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen balıkçı teknesi formları, genel olarak incelenerek yapısal özelliklerine ilişkin istatistiksel veriler elde edilmiştir. Literatürde var olan ampirik bağıntılar ve sayısal değerler denenerek ağırlık dengesi ile ilgili bir denklem düzenlenmiştir.

Ekren (1993) tarafından, T3-92-01 kodlu “GAP Sularına Uygun Balıkçı Teknelerinin Optimizasyonu” projesi kapsamında direnç-sevk, denizcilik ve stabilite yönünden elverişli bulunan 148/4-B kodlu balıkçı gemisinin gürültü ve titreşim yönünden incelemesi yapılmıştır. Seçilen balıkçı teknesinin, model deney sonuçlarından yararlanılarak Hughes yöntemi ile 11 knots hıza kadar direnç değerleri hesap edilmiştir. Direnç değerleri çıplak tekne için geçerli olduğundan takıntı ve tekne yüzeyinde çalışma şartlarında oluşacak pürüzlülük için toplam direnç değerleri %18 artırılmıştır. Teknenin 8.8 knots hızda gidebilmesi için kavitasyon oluşturmayan 6 adet Wageningen B serisi (B 3-35, B 3-65, B 4-40, B 4-70, B 5-45 ve B 5-75) pervane tasarımı yapılmıştır. İstekleri karşılayan Wageningen B 4-40 pervanesinde karar kılınmış ve 4 zamanlı, 6 silindirli, 165 HP gücünde, 2400 d/d devirde dizel bir motor seçilmiştir. Bu sevk sistemi doğrultusunda teknenin hidrodinamik incelemesi yapılarak, egzoz ve motor sisteminden, gemi formu ve pervaneden, motor-pervane sisteminden kaynaklanan gürültü ve titreşimler hesaplanarak, geminin gürültü kirliliği performansı belirlenmiştir. Çevre koruma yönünden gürültü kirliliği yaratmayacak teknelerin dizayn edilmesi için öneriler sunulmuştur. Hesaplamalar sonucunda Kafalı vd. (1979) tarafından geliştirilen teknelerin form yapısı itibarı ile titreşim azaltıcı bir yapıya sahip oldukları ortaya çıkartılmıştır.

Alkan (1993) tarafından balıkçı gemilerinin ön dizaynında kullanılmak üzere, özel dizayn istekleri bakımından relatif olarak en iyi form dizaynına ulaşmak için Bales yöntemi ve bu yöntemin geliştirilmiş şekli ile hidrodinamik dizayn kalitesinin belirlenmesini sağlayan; stabilite, denizcilik ve direnç-sevk performanslarının oluşturduğu üç hidrodinamik alt sisteme sahip bir modelleme gerçekleştirilmiştir. Bu modellemenin oluşturulabilmesi için balıkçı gemilerinin; stabilitesi hakkında 1880'lerden 1990'lara kadar yapılan çalışmalar, denizciliği alanında 1920'lerden 1990'lara kadar yapılan yayınlar ve direnç-sevki açısından 1950'lerden 1990'lara kadar yapılan çalışmalar incelenmiştir. Hidrodinamik incelemede 148/1-B, 148/2-B, 148/3-B, 148/4-B, 148/5-B, 148/6-B, 148/7-B, 148/8-B, 148/9-B,

148/3-K ve 148/4-K kodlu modeller kullanılmıştır. Modellerin stabilitesi incelenerek IMO hava kriterine ve Strathclyde metoduna göre KG_{max}/D değerleri hesaplanmıştır. Formların 0-10 knots hız aralığındaki denizcilik karakteristikleri (dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma) Karadeniz, Ege ve Akdeniz koşullarına göre hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre de kritik denizcilik olayları (baş-kıç vurma hareketi, baş dikey ivmesi, dövünme ve güverte ıslanması) incelenmiştir. Karadeniz, Ege ve Akdeniz için denizcilik işletim indeksleri hesaplanmıştır. Balıkçı gemilerinin 8-10 knots hız aralığında; limandan ayrılış, dizayn yükleme durumu ve limana dönüş durumlarındaki direnç-sevk hesapları yapılmıştır. 2, 3 ve 4 knots hızları için ağ çekme kuvvetleri ve belirlenen makinalara göre özgül yakıt sarfiyatları ile değişik seyir hızlarındaki yakıt sarfiyatları hesaplanmıştır. Seçilen pervanelere göre ana makine performans karakteristikleri incelenmiştir. Kurulan hidrodinamik model ile hidrodinamik dizayn alternatifleri açısından balıkçı gemisi formlarının stabilite, denizcilik ve direnç-sevk performansları hesaplanarak, hidrodinamik dizayn kaliteleri elde edilmiştir. İncelemeler sonucunda, 148/8-B kodlu formun en iyi hidrodinamik kalite gösterdiği, 148/5-B kodlu formun ise en düşük kaliteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz (1998) tarafından balıkçı gemilerinin ön dizaynında uygulanabilir hale getirilmek üzere; dalga ve rüzgâr gibi zorlayıcı etkiler altındaki bir geminin lineer olmayan yalpa hareketinin analizine dayanılarak Özkan (1981) tarafından geliştirilen “Pratik Stabilite Kriterleri” üzerinde düzenlemeler yapılmıştır. Doust serisinden belirlenen 175 adet tekne formu verileri ile stabilite çapraz eğrilerinin modellenmesi; yine Doust serisinden belirlenen 1080 adet tekne formu verileri ile KB ve BM değerlerinin modellenmesi; Japonya, Arjantin, Çin, Tayvan, Fransa, İngiltere, ABD, İtalya, Polonya ve Rusya devletlerine kayıtlı 80 adet balıkçı gemi verisi ile ağırlık merkezinin yaklaşık olarak modellenmesi regresyon analizi yöntemi ile yapılmıştır. Doust, BSRA, İTÜ ve UBC balıkçı gemisi serilerinden yararlanılarak deplasman sabit tutulmak üzere boyları 20 ila 32 metre arasında olan toplam 30 adet balıkçı gemisi formu tasarlanmış ve regresyon analizleri sonucu elde edilen bağıntılar ile balıkçı gemileri için oluşturulan “Pratik Stabilite Kriterlerini Uygulama Tablosu” ile gemi form parametrelerinin stabilite karakteristikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Balıkçı gemilerinin başlangıç ve statik stabilite hesaplarına esas teşkil eden stabilite çapraz eğrileri, hacim merkezinin düşey yeri, enine metesant yüksekliği ve ağırlık merkezinin düşey yeri için, gemi ön dizayn parametrelerine bağlı olarak yaklaşık ifadeler elde edilmiştir.

Yılmaz ve Kükner (1999) tarafından (Yılmaz, 1998) çalışması sonucunda elde edilen bazı örnek balıkçı gemilerinin verileri kullanılarak, blok katsayısı (C_B) 0.48-0.59 aralığında geçerli olmak koşulu ve gemi ön dizayn aşamasında kullanılmak üzere balıkçı gemilerinin ağırlık merkezinin kaide hattına göre düşey konumunu (KG_{reg}) yaklaşık olarak veren bir denklem (1.1) regresyon analizi yöntemi ile geliştirilmiştir.

$$KG_{reg} = -0.00642 \times L + 0.2669 \times B + 0.3509 \times D + 0.272 \times \frac{L}{\nabla^{1/3}} - 0.45126 \times C_B - 0.3337 \times \frac{L}{(L \times B \times D)^{1/3}} + 0.5411 \times \frac{B}{D} - 0.8347 \times \frac{D}{T} \quad (1.1)$$

Günaydın (2001) tarafından geleneksel formda inşa edilmiş bir Türk balıkçı teknesinin (Rafet Reis 3), 148/8 kodlu formun (S8B2), biri kullanılmakta (C1482) ve diğeri yeni inşa aşamasında (Construzione08) olan iki İtalyan balıkçı gemisinin Maxsurf programında modellemesi yapılmıştır. İncelenen balıkçı gemilerinin geometrik karakteristikleri Tablo 1.6'da verilmiştir. Gemilerin, hidrostatik değerleri elde edilmiş, Holtrop ve Van Oortmeersen yöntemleri ile direnç ve güç hesaplamaları yapılmıştır. Ayrıca, dalıp-çıkma, baş-kıç vurma, baş dikey ivmesi, dövünme ve güverte ıslanması performansları analiz edilip, birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Analizler sonucunda, gemi performanslarının belirlenen kriterlere göre sıralanması Tablo 1.7'de verilmiştir. Tablo 1.7'de görülen değerlendirmeye göre balıkçı gemilerinin toplam ortalama denizcilik performansları en iyiden en kötüye olmak üzere; S8B2, C1482, Construzione08 ve Rafet Reis 3 sıralanmıştır. Ayrıca, yapılan saha çalışmalarından elde edilen bilgiye göre, Türk balıkçıların en çok aşırı güç yönünden şikâyetle bulundukları belirtilmiştir.

Tablo 1.6. İncelenen balıkçı gemilerinin geometrik karakteristikleri (Günaydın, 2001).

Gemi Kodu	L_{BP} (m)	B (m)	D (m)	T (m)	C_B
C1482	26.40	6.75	4.00	2.87	0.5127
Construzione08	23.40	7.00	3.35	2.66	0.5213
Rafet Reis 3	33.48	10.50	3.66	2.50	0.4897
S8B2	28.57	5.71	3.29	2.27	0.4252

Tablo 1.7. İncelenen balıkçı gemilerinin belirlenen kriterlere göre performans sıralamaları (Günaydın, 2001).

	En İyi	İyi	Kötü	En Kötü
Direnç	Rafet Reis 3	S8B2	C1482	Construzione08
Baş Dikey İvmesi	S8B2	C1482	Rafet Reis 3	Construzione08
Baş-Kıç Vurma	C1482	Construzione08	S8B2	Rafet Reis 3
Dövünme	S8B2	C1482	Rafet Reis 3	Construzione08
Güverte Islanması	Rafet Reis 3	Construzione08	S8B2	C1482

Neşer (2002) tarafından 148/5 kodlu balıkçı teknesi formundan yola çıkılarak boyları 18, 20, 23, 26 ve 30 metre olan, toplamda 5 adet balıkçı gemisinin orta kesit mukavemet elemanlarının ve tasarım yüklerinin hesaplanması Türk Loydu Tekne Yapım Kuralları'na göre yapılmış ve boyutlandırması yapılan elemanların mukavemet açısından güvenilirliği test edilmiştir. Türk Loydu kuralları esas alınarak tasarlanan balıkçı gemisi orta kesit yapısal elemanlarının yeterli mukavemette olduğu görülmüştür.

Aydın (2002) tarafından, (Kafalı vd., 1979) çalışmasında tasarımı yapılan balıkçı gemilerinin geometrik özelliklerine, kıç ve baş bodoslama şekillerine, çene geometrilerine ve güvertelerine ilişkin bilgiler verilmiştir. 148/1, 148/2, 148/3, 148/4, 148/5, 148/6, 148/7, 148/8 ve 148/9 kodlu formlardan yararlanılarak, dikeyler arası boyları (L_{BP}) 20.00, 22.86 ve 28.57 metre olmak üzere 3 farklı boyda ve her farklı boy için de 0.377-0.539 değerleri arasında 13 farklı tekne narinlik katsayısında (C_B) olmak üzere, toplam 39 adet balıkçı gemisi formu üretilmiştir. Türetilen balıkçı gemilerinin geometrik özellikleri Tablo 1.8'de verilmiştir.

Tablo 1.8. Türetilen balıkçı gemilerinin karakteristik özellikleri (Aydın, 2002).

Gemi Numarası	L (m)	B (m)	T (m)	D (m)	L/B	B/T	C _B	C _M	C _{WP}	V _s (m ³)
1	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.377	0.673	0.725	98.45
2	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.391	0.686	0.730	102.10
3	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.405	0.700	0.735	105.76
4	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.418	0.715	0.740	109.15
5	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.431	0.731	0.746	112.55
6	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.444	0.748	0.751	115.94
7	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.457	0.769	0.758	119.34
8	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.471	0.789	0.764	122.99
9	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.483	0.813	0.770	126.13
10	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.496	0.836	0.777	129.52
11	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.510	0.863	0.784	133.18
12	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.524	0.891	0.791	136.83
13	20.000	5.714	2.285	3.2	3.5	2.5	0.539	0.916	0.798	140.75
14	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.377	0.673	0.725	112.50
15	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.391	0.686	0.730	116.68
16	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.405	0.700	0.735	120.86
17	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.418	0.715	0.740	124.74
18	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.431	0.731	0.746	128.62
19	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.444	0.748	0.751	132.50
20	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.457	0.769	0.758	136.38
21	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.471	0.789	0.764	140.56
22	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.483	0.813	0.770	144.14
23	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.496	0.836	0.777	148.02
24	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.510	0.863	0.784	152.19
25	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.524	0.891	0.791	156.37
26	22.856	5.714	2.285	3.2	4.0	2.5	0.539	0.916	0.798	160.85
27	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.377	0.673	0.725	140.63
28	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.391	0.686	0.730	145.85
29	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.405	0.700	0.735	151.07
30	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.418	0.715	0.740	155.92
31	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.431	0.731	0.746	160.77
32	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.444	0.748	0.751	165.62
33	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.457	0.769	0.758	170.47
34	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.471	0.789	0.764	175.69
35	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.483	0.813	0.770	180.17
36	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.496	0.836	0.777	185.02
37	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.510	0.863	0.784	190.24
38	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.524	0.891	0.791	195.46
39	28.570	5.714	2.285	3.2	5.0	2.5	0.539	0.916	0.798	201.06

Aydın (2002) tarafından oluşturulan Excel tabanlı “Türetme.xls” isimli bir programla, oluşturulan bu formlardan sadece L_{BP} ve C_B değerleri girilerek gemilerin; en kesitleri, su hatları, profil görünüşleri, batokları, diyagonal ve üç-boyutlu görünüşleri ile ilgili senaryo (script) dosyaları oluşturulabilmekte ve bu senaryo dosyaları ile gemi formları AutoCAD ortamında çizdirilebilmektedir. Türetilen balıkçı gemilerinin hidrostatik analizleri PC-SHCP isimli bilgisayar programı ile yapılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda oluşturulan “Hidrostatik.xls” isimli program ile herhangi bir L_{BP} ve C_B değerli balıkçı gemisinin tüm su hatlarına ilişkin hidrostatik büyüklükleri elde edilebilmektedir. Söz konusu balıkçı gemilerinin boş (WL 3) ve yüklü (WL 4) yükleme durumlarına ilişkin enine stabilite analizleri PC-SHCP programı ile yapılmış ve ağırlık merkezleri tam olarak bilinmediği için bu balıkçı serisine uygun olabilecek bir KG aralığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda Excel ortamında oluşturulan “Stabilite.xls” programı ile, üretilen herhangi bir formun C_B değeri ile boş (WL 3) ve yüklü (WL 4) yükleme durumlarındaki KG değerleri girilerek, her bir yükleme durumu için GZ ($\emptyset$) eğrisini karakterize eden büyüklükler elde edilebilmektedir. Kafalı vd. (1979) tarafından yapılan bütün model deneylerinin analizi bilgisayar yardımı ile Froude ve Hughes yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Modellerin takıntısız ve takıntılı dirençleri ve ana balıkçı gemisi için ekstrapolatör diyagramları çizilerek ölçek etkisi incelenmiştir. Tekne narinlik katsayısının, boy-genişlik oranının, genişlik-su çekimi oranının, kık form şeklinin, çene şeklinin, baş form şeklinin ve baş/kık trimin gemi direncine ve form faktörüne olan etkileri irdelenmiştir. Gemi direnç değerlerinden ve bu gemilerin L, B, C_B ve LCB gibi geometrik büyüklüklerinden yararlanılarak 9 adet regresyon parametresi oluşturulmuştur. Regresyon analizleri sonucunda, türetilen formlarından herhangi birinin L_{BP} ve C_B değerleri girilerek; boş (WL 3), yüklü (WL 4) ve aşırı yüklü (WL 5) yükleme durumlarındaki ve değişik ilerleme hızlarındaki takıntısız ve takıntılı direnç ve güç değerlerini elde edebilen ve grafiklerini çizdirebilen Excel tabanlı “Direnç-Güç.xls” adlı bir program oluşturulmuştur. 148/1 kodlu ana balıkçı gemisinin 148/1-B ve 148/1-C kodlu geosim modellerinin, Kempf halkaları kullanılarak yapılan iz deneyleri ve sonuçları üzerinde durulmuştur. Ayrıca, 148/1-C kodlu modelin yüklü (WL 4) yükleme durumu ve üç farklı model ilerleme hızı için yapılan iz deneylerinden söz edilmiş ve bu deneylerin bilgisayar destekli analizleri yapılmıştır. 148/1 kodlu ana balıkçı gemisinin 148/1-D kodlu modeli kullanılarak Wageningen B 3.50 ve çalık kanatlı pervane modelleri ile yapılan açık-su pervane deneylerinin ve pervaneli model sevk deneylerinin bilgisayar destekli analizleri yapılmıştır. 148/1 kodlu ana balıkçı gemisinin 148/1-C kodlu modelinin yüklü (WL 4) ve

aşırı yüklü (WL 5) yükleme durumlarındaki akım görüntüleme deneyleri iplikçik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. 148/1 kodlu ana balıkçı gemisi için Wageningen B 3.50, B 3.65, B 4.40, B 5.45 ve B 5.60 pervane serilerine ilişkin B_p - δ pervane dizayn diyagramları kullanılarak optimum pervane hesaplamaları yapılmış ve B 3.50 pervanesinin optimum pervane olduğuna karar verilmiştir.

Gammon (2004) tarafından gemi gövde formlarının evrimsel genetik algoritmalar ve yapay sinir ağları ile optimizasyonu konusunda araştırmalar yapılmıştır. Direnç, denizcilik, stabilite ve bazı ek kriterleri göre 148/1 ve 148/4 kodlu teknelerin genetik algoritma ve yapay sinir ağları ile form optimizasyonları gerçekleştirilmiştir.

Aydın ve Akyıldız (2005) tarafından, Tablo 1.8’de yer alan ilk 13 balıkçı gemisinin Boş ($0.75 \times T$) ve Yüklü ($1.00 \times T$) yükleme durumlarındaki enine stabilite hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplamalar, KG aralığı 2.15 metreden 2.60 metreye kadar 0.05 metre artım ile toplam 10 adet değer için gerçekleştirilmiştir. Yükleme durumu ve KG değerine göre 260 farklı duruma ait stabilite karakteristikleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre hem Boş hem de Yüklü durumlarda, sabit bir KG değeri ve KG/D oranı için, C_B değeri arttıkça $GZ(\phi)$ eğrisini karakterize eden büyüklüklerinin ve stabilite aralığının küçülmekte olduğu bulunmuştur. Tekne narinlik katsayısının; 0.377-0.434 olduğu aralıkta Yüklü durumdaki stabilite Boş durumdaki stabileden, 0.434-0.539 olduğu aralıkta ise Boş durumdaki stabilite Yüklü durumdaki stabileden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Türkiye sularına uygun balıkçı gemileri için ön dizayn aşamasında stabilite kriterlerinin hepsini birden sağlayabilecek maksimum KG değeri tekne narinlik katsayısına göre; Boş ($0.75 \times T$) durumda (1.2) denklemi ve Yüklü ($1.00 \times T$) durumda ise (1.3) denklemi ile hesaplanabilmektedir.

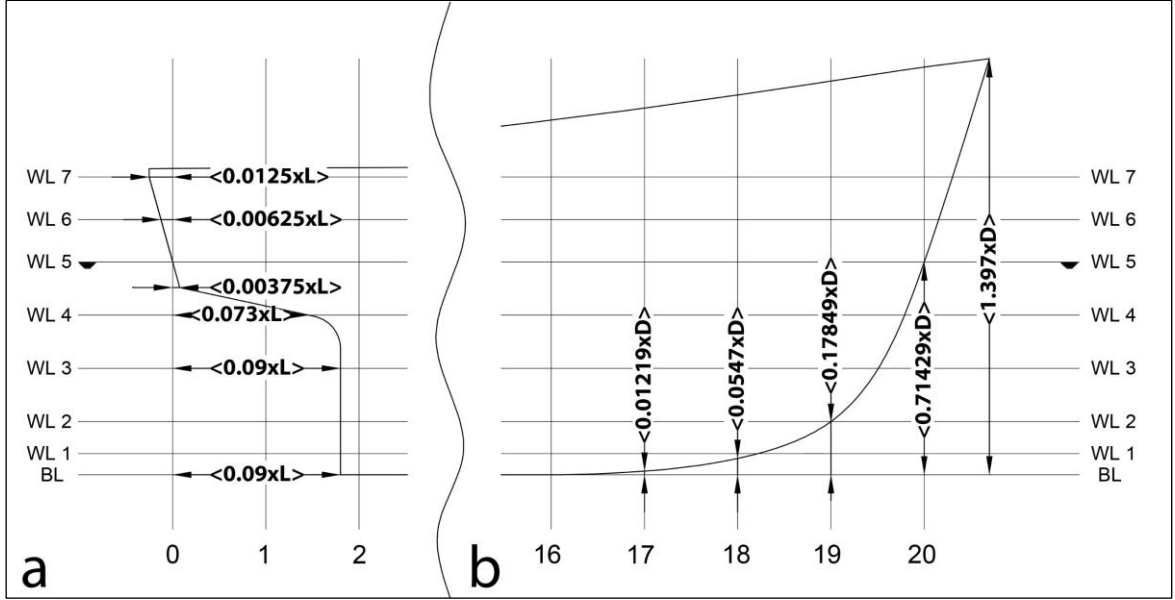
$$\frac{KG_{maks}}{D} = 9.112 \times C_B^3 - 14.238 \times C_B^2 + 6.812 \times C_B - 0.252 \text{ (Boş)} \quad (1.2)$$

$$\frac{KG_{maks}}{D} = 5.015 \times C_B^3 - 6.453 \times C_B^2 + 2.077 \times C_B + 0.672 \text{ (Yüklü)} \quad (1.3)$$

Aydın ve Şalcı (2007b) tarafından 148/1 kodlu balıkçı teknesinin takıntılı ve model pervaneli 148/1-C kodlu modelinin Yüklü ($1.00 \times T$) ve Aşırı Yüklü ($1.25 \times T$) yükleme durumlarındaki akım görüntüleme deneyleri iplikçik yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler esnasında dijital fotoğraf makinesi ile çekilen fotoğraflar

bilgisayar ortamında değerlendirilerek şu sonuçlara ulaşılmıştır: Yüklü yükleme durumunda baştan 2 numaralı postaya kadar normal akımın ve 1 numaralı postadan sonra kıça doğru akım ayrılmalarının olduğu ve ayrıca pervane üzerinde emme olayının ve girdap tüpünün oluştuğu gözlemlenmiştir. Aşırı Yüklü durumda ise 0.5 numaralı postadan kıça doğru ve pervane üzerindeki bölgede türbülanslı akımın ve de girdap tüpünün oluştuğu görülmüştür. Elde edilen verilere göre tekne formunun 1.5 ve 1 numaralı postaları arasında kalan dönemeç bölgesinde hafifçe dolgu yapılmasının gerektiği vurgulanmıştır.

Aydın ve Şalcı (2007a) tarafından, TÜBİTAK ve İTÜ iş birliği ile oluşturulan Türkiye sularına uygun balıkçı gemisi formlarından yararlanılarak tasarlanan 39 adet balıkçı gemisi (Tablo 1.8) “İTÜ Balıkçı Tekneleri Serisi” olarak adlandırılmıştır. “İTÜ Balıkçı Tekneleri Serisi” formlarının karakteristik özellikleri Tablo 1.8’de verilmiştir. Seriyi oluşturan gemilerin kış bodoslama şekli ve dikmeler arası boya göre tanımlanan ölçüleri ile baş bodoslama şekli ve derinlik değerlerine göre tanımlanan ölçüleri Şekil 1.19’da verilmiştir.



Şekil 1.19. İTÜ Balıkçı Tekneleri Serisi formlarının kış bodoslama (a) ve baş bodoslama (b) şekillerinin ölçü değerleri (Aydın ve Şalcı, 2007a).

Aydın ve Şalcı (2008b) tarafından, 148/1 kodlu ana balıkçı gemisinin 3/25 ölçek değerine sahip 148/1-C kodlu ahşap modelinin yüklü durumda ($1.00 \times T$) takıntısız, meyilsiz ve trimsiz olarak; 1.426 m/s ($V_{gemi} = 8$ knots), 1.782 m/s ($V_{gemi} = 10$ knots) ve 2.138 m/s ($V_{gemi} = 12$ knots) olmak üzere üç farklı model hızında gerçekleştirilmiş olan iz deneylerinin

bilgisayar destekli analizleri yapılmış ve her hız için iz karakteristikleri belirlenmiştir. Ayrıca, nominal iz katsayısının hıza göre değişimi de elde edilmiştir.

Tablo 1.9. Direnç deneyleri yapılan modellerin form özellikleri (Aydın ve Şalcı, 2008a).

Model Kodu	YD	L (m)	B (m)	T (m)	C _B	C _M	C _{WP}	C _P	L/B	B/T	LCB (m) (+ kıç)	S _w (m ²) (Tkz)	Δ _m (kN)	M
148/1-B	Bş	1.850	0.524	0.171	0.342	0.608	0.651	0.563	3.531	3.056	0.043	0.924	0.557	A
	Y	2.000	0.571	0.229	0.378	0.661	0.730	0.572	3.500	2.500	0.083	1.261	0.968	
	AY	2.034	0.584	0.286	0.441	0.712	0.753	0.619	3.483	2.044	0.118	1.502	1.467	
148/2-B	Bş	1.850	0.571	0.171	0.510	0.857	0.693	0.595	3.238	3.333	-0.032	1.069	0.906	P
	Y	2.000	0.571	0.229	0.535	0.892	0.789	0.600	3.500	2.500	0.001	1.398	1.370	
	AY	2.034	0.571	0.286	0.581	0.914	0.836	0.636	3.560	2.000	0.025	1.640	1.891	
148/3-B	Bş	1.850	0.544	0.171	0.355	0.600	0.659	0.592	3.401	3.173	0.038	0.926	0.600	P
	Y	2.000	0.571	0.229	0.406	0.668	0.727	0.608	3.500	2.500	0.080	1.250	1.039	
	AY	2.034	0.584	0.286	0.457	0.728	0.747	0.628	3.483	2.044	0.109	1.500	1.520	
148/4-B	Bş	1.850	0.571	0.171	0.460	0.851	0.655	0.541	3.238	3.333	-0.034	0.993	0.817	P
	Y	2.000	0.571	0.229	0.497	0.888	0.789	0.560	3.500	2.500	0.002	1.341	1.272	
	AY	2.034	0.571	0.286	0.564	0.911	0.836	0.619	3.560	2.000	0.028	1.591	1.836	
148/5-B	Bş	1.850	0.552	0.171	0.411	0.657	0.688	0.626	3.351	3.220	0.037	0.990	0.705	P
	Y	2.000	0.571	0.229	0.444	0.720	0.745	0.617	3.500	2.500	0.063	1.310	1.137	
	AY	2.034	0.584	0.286	0.494	0.768	0.753	0.643	3.483	2.044	0.091	1.568	1.643	
148/6-B	Bş	2.128	0.544	0.171	0.352	0.600	0.655	0.587	3.912	3.173	0.043	1.079	0.685	P
	Y	2.286	0.571	0.229	0.400	0.668	0.727	0.599	4.001	2.500	0.091	1.455	0.171	
	AY	2.319	0.584	0.286	0.455	0.728	0.749	0.625	3.791	2.044	0.125	1.736	1.726	
148/7-B	Bş	2.128	0.571	0.171	0.454	0.851	0.651	0.533	3.724	3.333	-0.039	1.125	0.928	P
	Y	2.286	0.571	0.229	0.491	0.888	0.789	0.553	4.001	2.500	0.002	1.525	1.437	
	AY	2.319	0.571	0.286	0.549	0.911	0.838	0.603	4.058	2.000	0.032	1.815	2.037	
148/8-B	Bş	2.706	0.544	0.171	0.351	0.600	0.644	0.585	4.974	3.173	0.054	1.326	0.868	P
	Y	2.857	0.571	0.229	0.404	0.668	0.727	0.605	5.000	2.500	0.114	1.794	1.478	
	AY	2.889	0.584	0.286	0.458	0.728	0.751	0.629	4.947	2.044	0.156	2.141	2.164	
148/9-B	Bş	2.706	0.571	0.171	0.449	0.851	0.640	0.528	4.736	3.333	-0.048	1.320	1.167	P
	Y	2.857	0.571	0.229	0.493	0.888	0.789	0.555	5.000	2.500	0.003	1.908	1.803	
	AY	2.889	0.571	0.286	0.559	0.911	0.840	0.614	5.056	2.000	0.040	2.266	2.584	

YD : Yükleme durumu
 Bş : Boş
 Y : Yüklü
 AY : Aşırı yüklü
 Tkz : Takıntısız
 M : Yapıldığı Malzeme
 A : Ahşap
 P : Parafin

Aydın ve Şalcı (2008a) tarafından, Türkiye sularına uygun olarak tasarlanan balıkçı gemisi formlarının (Kafalı vd., 1979) model direnç ve itme deneylerinin sonuçları düzenlenerek sunulmuştur. Ayrıca, İTÜ Balıkçı Tekneleri Serisi (Aydın, 2002) formlarının geliştirilmesi için yapılan bilgisayar destekli çalışmalara da yer verilmiştir. Kafalı vd. (1979) tarafından üretilen balıkçı teknelerinin karakteristik özellikleri Tablo 1.3'te, direnç deneylerinde kullanılan 1/10 ölçekli modellerin karakteristik özellikleri Tablo 1.9'da ve ana balıkçı gemisinin geosim modellerine ait özellikler ise Tablo 1.10'da verilmiştir. Balıkçı gemilerinin form özellikleri tanıtılarak, deneylerdeki ölçek etkisinin, tekne narinlik katsayısının, L/B oranının, gemi kış şeklinin, çenenin, trimin ve takıntıların gemi direnci üzerindeki etkileri hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

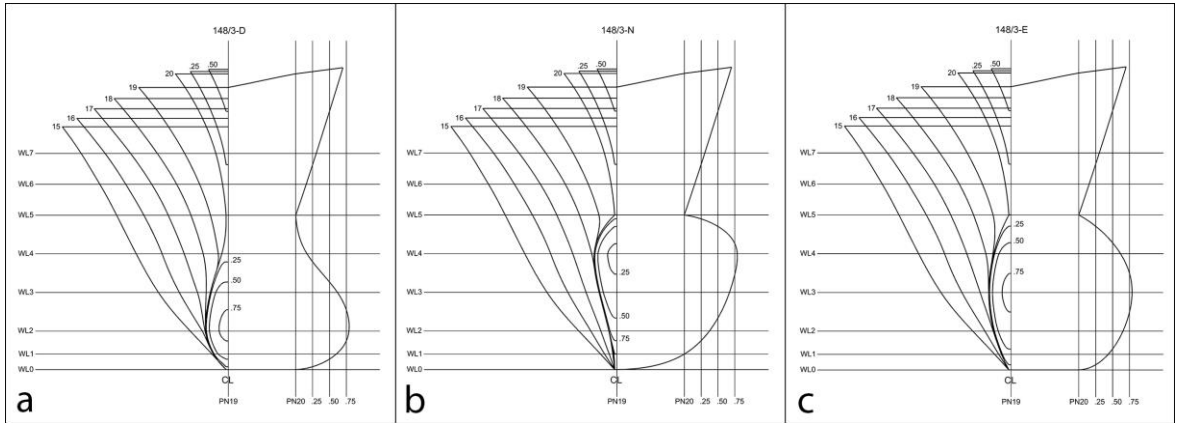
Tablo 1.10. Ana balıkçı gemisi formunun geosim modellerine ait bazı karakteristik değerler (Aydın ve Şalcı, 2008a).

Model Kodu	Ölçek ($1/\alpha$)	YD	L [m]	B [m]	T [m]	C_B	LCB [m] (+ kış)	S_w [m ²] (Tkz)	S_w [m ²] (Tkı)	Δ_m [kN]	YM
148/1-A	(2/25)	Bş	1.480	0.419	0.137	0.342	0.034	0.591	0.613	0.285	A
		Y	1.600	0.457	0.183	0.378	0.066	0.807	0.831	0.495	
		AY	1.627	0.467	0.229	0.441	0.094	0.961	0.985	0.751	
148/1-B	(2.5/25)	Bş	1.850	0.524	0.171	0.342	0.043	0.924	0.958	0.557	A
		Y	2.000	0.571	0.229	0.378	0.083	1.261	1.299	0.968	
		AY	2.034	0.584	0.286	0.441	0.118	1.502	1.540	1.467	
148/1-C	(3/25)	Bş	2.220	0.629	0.206	0.342	0.052	1.331	1.380	0.963	A
		Y	2.400	0.686	0.274	0.378	0.100	1.816	1.871	1.672	
		AY	2.441	0.701	0.343	0.441	0.142	2.163	2.218	2.535	
148/1-D	(4/25)	Bş	2.960	0.838	0.274	0.342	0.069	2.365	2.452	2.282	A
		Y	3.200	0.914	0.366	0.378	0.133	3.228	3.325	3.964	
		AY	3.254	0.934	0.457	0.441	0.189	3.845	3.942	6.009	

YD : Yükleme durumu
 Bş : Boş
 Y : Yüklü
 AY : Aşırı yüklü
 Tkz : Takıntısız
 Tkı : Takıntılı
 YM : Yapıldığı Malzeme
 A : Ahşap

Demirel (2013) tarafından, Tablo 1.8'deki 7 numaralı balıkçı teknesinin boş ve yüklü yükleme durumlarındaki stabilite karakteristikleri (Aydın ve Akyıldız, 2005) incelenmiş ve yalpa hareketini optimum seviyelere getirmek için yalpa dengeleyici kanat sistemi uygulanmıştır. Naca0015 profili yalpa dengeleyici kanat olarak seçilmiştir. Kanatın hareketi PID (Proportional-Integral-Derivative) ve MPID (Modified Proportional-Integral-Derivative) kontrol yöntemleriyle sağlanmış ve bunların yalpa hareketini söndürmedeki performansları karşılaştırılmıştır. Yalpa dengeleyici kanat sistemi olmayan duruma göre MPID kontrolcünün yalpa hızını yaklaşık %43 oranında ve PID kontrolcünün ise yalpa hızını yaklaşık %13 oranında azalttığı tespit edilmiştir. MPID kontrol yönteminin PID yöntemine göre daha verimli bir kontrol yöntemi olduğu belirtilmiştir.

Saral (2016) tarafından, 148/3, 148/4, 148/8 ve 148/9 kodlu balıkçı gemilerine; A_2 delta (Δ) yumrubaşının (Söylemez, 1983) uzunluk ve genişlik ölçüleri ile Bodur (1990)'un delta (Δ) yumrubaşlar için geliştirdiği optimum en kesit ölçüleri referans alınarak, delta (Δ), nabla (∇) ve eliptik (0) kesitli yumrubaş uygulamaları yapılmıştır. Örnek olarak, 148/3 kodlu form için yapılan delta (Δ), nabla (∇) ve eliptik (0) kesitli yumrubaş uygulamaları Şekil 1.20'de gösterilmiştir. Balıkçı teknelerinin ve oluşturulan yumrubaşlı formlarının, HAD analizleri Gerçeklenebilir k- ϵ Türbülans Modeli ve VOF (Volume of Fluid/Akışkan Hacmi) metodu kullanılarak yapılmış ve tekne formlarının toplam direnç değerleri bulunmuştur. Elde edilen toplam direnç değerleri, balıkçı gemilerinin tekne narinlik katsayısına, boy-genişlik oranına ve yumrubaş tiplerine göre karşılaştırılmış ve İTÜ Balıkçı Tekneleri Serisi için en uygun yumrubaşın eliptik kesitli yumrubaş olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1.20. 148/3 kodlu formun; delta (Δ) (a), nabla (∇) (b) ve eliptik (0) (c) yumrubaşlı formlarının baş bodoslama planları (Saral, 2016).

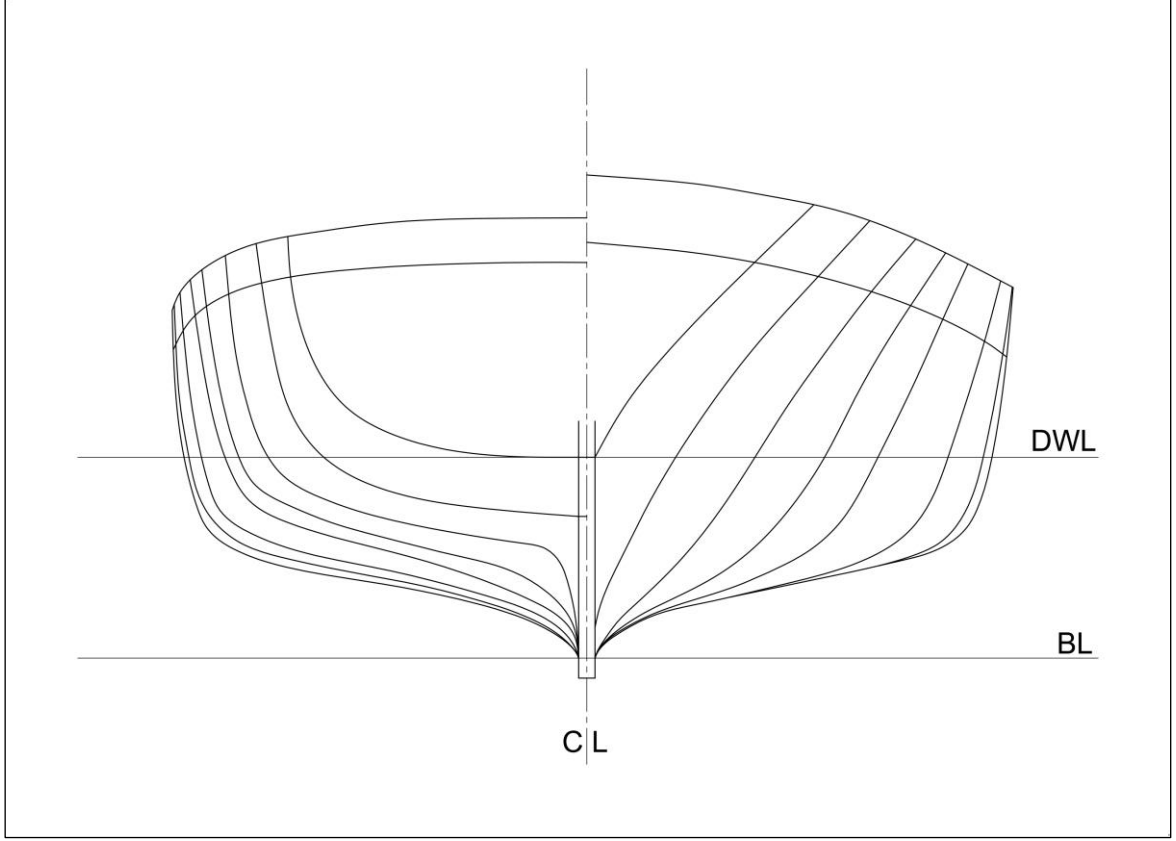
Saral vd. (2018b) tarafından (Saral, 2016) çalışmasında ele alınan 148/8 kodlu balıkçı teknesi ve yumrubaşı formları için elde edilen HAD analiz sonuçları ayrıntılı olarak irdelenmiştir. 148/8 kodlu tekne için uygulanan delta (Δ), nabla (∇) ve eliptik (0) kesitli yumrubaşların 6 knots civarında toplam dirençte sırasıyla yaklaşık olarak %1, %17 ve %12 oranında artışa yol açtığı görülmüştür. Yumrubaşların, 8 knots hızından sonra etkinlik göstermeye başladığı ve 10 knots servis hızında toplam dirençte yaklaşık olarak %7 oranında azalmaya neden oldukları bulunmuştur.

Saral vd. (2018b) tarafından (Saral, 2016) çalışmasında ele alınan 148/3, 148/4, 148/8 ve 148/9 kodlu balıkçı teknelerinin ve delta (Δ), nabla (∇) ve eliptik (0) kesitli yumrubaşı formlarının HAD analiz sonuçları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Her grup için hıza bağlı olarak sürtünme, basınç ve toplam dirençteki değişimler grafikler yardımı ile açıklanmıştır. Yumrubaş tipine göre yumrubaşların sağladıkları yarar ve zarar değerleri bulunmuştur. 10 knots servis hızında yumrubaşların yararlılık oranının, tekne narinlik katsayısı 0.405 olan teknelerde %10 ve 0.495 olanlarda ise %13 olduğu tespit edilmiştir. Yumrubaşların, boy-genişlik oranı 3.5 olan teknelerde, 5.0 olan teknelere göre daha verimli olduğu görülmüştür. Kafalı vd. (1979) tarafından geliştirilen Türkiye sularına uygun balıkçı gemisi formları, yumrubaş uygulamaları yapılarak direnç açısından daha verimli hale getirilmiştir.

1.5.3. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemisi Çalışmaları

Dinçer (1992) tarafından Türkiye’de yapılan balıkçılık, Türk balıkçılık filosu ve balıkçı gemilerinin dizaynı hakkında bilgiler verilmiştir. Sürmene (Yeniay-Çamburnu) tersanelerinde üretilen Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinin hidrostatik, stabilize, direnç-sevk ve mukavemet analizleri yapılmıştır. İncelenen balıkçı gemisinin (Şekil 1.21) tam boyu 30.00 metre, genişliği 8.25 metre, derinliği 3.00 metre ve 2.00 metre su çekimindeki deplasman ağırlığı 197.30 ton değerlerindedir. Gemi, 550 HP gücünde bir ana makineye sahiptir. Bu geminin 1/12.5 ölçeğinde modeli inşa edilerek, Glasgow Üniversitesi model deney tankında, 0.5-2.50 m/s model hız ölçeği aralığında direnç deneyleri yapılmıştır. Elde edilen direnç değerleri, daha önce model deneyleri yapılan 149A kodlu 22.86 metre boyunda yumrubaşı başka bir balıkçı gemisi ile karşılaştırılmıştır. 149A kodlu geminin 11 knots gemi hızındaki güç ihtiyacının, incelenen Karadeniz tipi balıkçı gemisinden %32 daha az olduğu tespit edilmiştir. Su hattı boyu 21, 27 (incelenen Karadeniz tipi balıkçı gemisi) ve 33 metre

olan üç adet balıkçı gemisi tasarlanmış ve bu gemilerin direnç-güç hesapları yapılmıştır. Bu gemiler için pervane seçimi ile pervanelerin kavitasyon hesapları da yapılmıştır.



Şekil 1.21. Model direnç deneyleri yapılan Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinin en kesit resmi (Dinçer, 1992).

Dinçer vd. (1995) tarafından, 10 ila 40 metre boyları arasındaki Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin ön dizaynında kullanılmak üzere, teknelerin çelik ağırlığını tekne boyuna bağlı olarak veren bir bağıntı (1.4) önerilmiştir. Denklem (1.4), Doğu Karadeniz sahilindeki Yeniay ve Çamburnu tersanelerinde 1994 ve 1995 yıllarında imal edilen 10 ila 40 metre boy aralığındaki 9 adet balıkçı gemisinin karakteristik özellikleri kullanılarak, simplex regresyon yöntemi ile bulunmuştur.

$$W_s = 0.0367 \times L^{2.289} \quad (1.4)$$

Dinçer (1996) tarafından, 30 metre boyundaki Karadeniz tipi bir balıkçı gemisi seçilerek, SLAM II (Simulation Language for Alternative Modelling) bilgisayar programı

yardımı ile hamsi avcılığının simülasyon modeli yapılmıştır. Ekonomik değerlendirme kriteri olarak net şimdiki değer (NŞD) ve iç getiri oranı (İGO) kullanılarak; makine gücü, gemi boyu, av oranı ve av günleri sayısı gibi dizayn parametrelerinin değişimi incelenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, makine gücü için yalnızca 221 kW civarında bir optimumun değer var olduğu ve kritik güç değerinin ise 478 kW olduğu tespit edilmiştir. 32 metrenin, 20-40 metre boy aralığındaki Karadeniz tipi balıkçı gemileri için kritik değer olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, av günleri açısından kritik değer ise 95 gün olduğu belirtilmiştir.

Dinçer vd. (1999) tarafından, 30 metre boyundaki Karadeniz tipi bir balıkçı gemisi ele alınarak, geleneksel tasarımın fiziksel, hidrostatik, stabilite ve genel mukavemet karakteristikleri incelenmiştir. Bu tip gemiler için yaygın olarak kullanılan değerlerin; boy/genişlik oranı (L/B) için 3.33, boy/derinlik oranı (L/D) için 8.33-10.00 ve genişlik/draft oranı (B/T) için 2.5 olduğu belirtilmiştir. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin gereğinden çok daha fazla güce sahip makinalar ile donatıldıkları tespit edilmiştir.

Günaydın (2001) tarafından, Rafet Reis 3 isimli Karadeniz tipi balıkçı gemisi ile İTÜ Balıkçı Tekneleri Serisi formlarından 148/8 kodlu tekne ve iki İtalyan balıkçı gemisinin (C1482 ve Construzione08) Maxsurf programında modellenmesi yapılmış, hidrostatik değerleri elde edilmiş, Holtrop ve Van Oortmeersen yöntemleri ile direnç-güç hesaplamaları yapılmıştır. Ayrıca, denizcilik performansları da incelenmiştir. Rafet Reis 3 isimli geminin direnç ve güverte ıslanması açısından en iyi tekne formuna sahip olduğu, baş-kıç vurma açısından ise en kötü tekne olduğu tespit edilmiştir.

Dinçer ve Köse (2003) tarafından 30 metre bir Karadeniz tipi balıkçı gemisinin; donanımsız boş gemi, limandan ayrılış, yarı yüklü olarak av bölgesinden ayrılış ve tam yüklü olarak av bölgesinden ayrılış olmak üzere dört farklı durumu için stabilite yönünden incelemesi yapılmış ve geleneksel tasarımın uluslararası stabilite kriterlerine uygunluğu araştırılmıştır. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin IMO tarafından balıkçı gemileri için önerdiği stabilite koşullarını rahatlıkla sağladığı, genel olarak stabilite yönünden olumlu özelliklere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Peşman (2005) tarafından, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde inşa edilmiş olan balıkçı tekneleri hidrodinamik açıdan incelenerek ve bu teknelerde uygulanabilecek direnç tahmin yöntemleri belirlenerek, Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin direnç tahminini ve sevk sistemi tasarımını yapabilecek, Excel ve bu programın Visual Basic tabanı ile kodlanmış, "Sevk Sistemi Dizayn Programı" adlı bir program geliştirilmiştir. Program, tekne ana boyutları ile

ofset tablosunun girilmesiyle birlikte geminin üç boyutlu endaze resmini çizebilmekte, hidrostatik hesapları ve dört farklı direnç tahmin yöntemine göre direnç tahminini yapabilmektedir. Ayrıca, optimum pervane dizaynını yapabilmekte, pervanelerin 3 boyutlu resimlerini çizebilmekte, itme kuvveti ve tork ile kavitasyon kontrolü yapabilmekte ve tekne hızına göre pervane devir sayılarını belirleyebilmektedir. Program tasarlanırken Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde kullanılabilecek literatürdeki başlıca direnç tahmin yöntemlerinden; D.J.Doust Yöntemi, Cedric Ridgely-Nevitt Yöntemi, Herbert Schneekluth'un Artık Direnç Yöntemi, Van Oortmerssen Yöntemi ve Holtrop-Mennen yöntemleri incelenmiş ancak D.J.Doust Yöntemi ile Cedric Ridgely-Nevitt Yönteminin çalışma aralıklarının Türkiye'de inşa edilmiş olan balıkçı gemilerine uymadığı görülmüştür. Herbert Schneekluth'un Artık Direnç Yöntemi, Van Oortmerssen Yöntemi, Holtrop-Mennen 1 ve Holtrop-Mennen 2 direnç tahmin yöntemleri, daha önceden model deneyleri yapılmış olan MG1, MG3 ve DG3 (Nutku, 1957) kodlu tekneler ile 148/1, 148/2, 148/3, 148/4 ve 148/5 (Kafalı vd., 1979) kodlu teknelere uygulanmış ve elde edilen değerler direnç deneylerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Karadeniz tipi balıkçı tekneleri için en uygun direnç tahmin yönteminin Holtrop-Mennen 1 yöntemi olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1.11. İncelenen Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin özellikleri (Peşman, 2005).

Tekne İsmi	R/V KTÜ DENAR 1	F/V Nail Baba	F/V Hicaz III	F/V Alioğulları
L _{BP} (m)	21.20	22.50	27.00	20.15
B (m)	7.00	8.35	9.90	8.88
T (m)	1.60	1.80	2.00	1.60
D (m)	2.40	2.80	3.25	2.50
Ana makine	Volvo Penta 212 kW Volvo Penta 287 kW	Volvo Penta 209 kW Man 180 kW	Volvo Penta 305 kW Caterpillar 180 kW	Volvo Penta 403 kW
Ana makine devir sayısı	1800 d/dk 1800 d/dk	2200 d/dk 2200 d/dk	2200 d/dk 2100 d/dk	2100 d/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3:1 3:1	4:1 4:1	4:1 4:1	3:1

Peşman (2005) tarafından, Trabzon'un Sürmene ilçesi Yeniay-Çamburnu yöresinde inşa edilmiş Tablo 1.11'de özellikleri verilen Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin direnç ve

sevk özellikleri “Sevk Sistemi Dizayn Programı” yardımıyla irdelenmiştir. Bu gemiler için Wageningen B serisinden B 3.50, B 4.40, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervanelerinin tasarımı yapılarak, pervanelerin sevk verimleri incelenmiş ve Karadeniz tipi balıkçı gemileri için B 4.70 pervane tipinin en uygun olduğu belirlenmiştir. Karadeniz tipi balıkçı gemileri; boyu 25 metreyi ve genişliği 7 metreyi geçmeyen birincil form ve boyu 50 metreye ve genişliği 15 metreye kadar çıkabilen ikincil form olarak iki grupta sınıflandırılmıştır. İkincil formun uzunluk ve genişlik değerlerinin orantısız artışı, bu grup gemilerin hantal olmasına neden olduğu ve sevk edilebilmeleri için daha yüksek güçte makine ihtiyacı gerektiği belirtilmiştir. Orantısız şekilde gelişen bu Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin model deneyleri yapılarak ana boyutlar, stabilite, gemi hareketleri ve stabilite açısından optimize edilmelerinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Peşman vd. (2005) tarafından, Trabzon’un Çamburnu Beldesi’nde 2005 yılında denize indirilmiş, tam boyu 50 metre ve genişliği 15 metre olan bir balıkçı gemisinin sevk sistemi tasarımı “Sevk Sistemi Dizayn Programı” ile yapılmış, balıkçı teknesinin mevcut sevk sistemi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Balıkçı gemisinin sevk sistemi şöyledir: Ortada redüksiyon dişlisi oranı 4.6:1 olan 1800 HP gücünde bir ana makine (maksimum devir sayısı 1600 d/dk) ve bu ana makinenin tahrik ettiği 2.1 m çapında dört kanatlı bir pervane. Sancak ve İskelede olmak üzere redüksiyon dişlisi oranı 5.1:1 olan 800 HP gücünde birer adet ana makine (maksimum devir sayısı 1800 d/dk) ve bu makinelerin tahrik ettiği 1.67 m çapında birer adet dört kanatlı pervane. En iyimser durumda yapılan hesaplamalara göre balıkçı gemisinin; sadece ortadaki ana makinenin çalıştırılması ile yaklaşık 16.2 knots, sadece yanlardaki ana makinelerin çalıştırılması ile yaklaşık 15.8 knots ve tüm ana makinelerin çalıştırılması ile yaklaşık 17.2 knots hız yapması beklenmektedir. Balıkçı gemisinin sevk testlerinde, tüm makinelerinin çalıştığı durumda, hesap edilen 17.2 knots hıza ulaşamadığı, maksimum 15 knots hıza kadar ulaşabildiği görülmüştür. Yapılan hesaplamalarda ve sevk tecrübelerinde ortada bulunan ana makine ve pervaneden istenilen verimin alınamadığı ve bu sevk modülünün verimsiz çalıştığı belirlenmiştir. Yapılan çıkarımlara göre yan ana makinelere ek olarak 1800 HP gücündeki orta ana makinenin gemi hızını sadece 1 knot artırabildiği tespit edilmiş ve bu sevk modülünün gereksiz yere hem üretim hem de işletim maliyetini artırdığı gösterilmiştir. Bundan dolayı Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde üç ana makineli ve pervaneli sevk sistemi yerine çift ana makineli ve çift pervaneli bir sistemin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, bu tip teknelerin su çekimlerinin küçük ve genişliklerinin nispeten büyük olması nedeni ile tekne dirençlerinin

yüksek ve manevra yeteneklerinin düşük olduğu, pervane yuvalarının dar olması nedeni ile tekneye uygun pervane tasarımının kısıtlandığı belirtilmiş, bu nedenlerden dolayı Türkiye sularına uygun yeni balıkçı gemisi formlarının geliştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Kükner vd. (2006) tarafından, Türk balıkçı filosunun mevcut yapısının ve filoyu oluşturan balıkçı teknelerinin genel form özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Ege (Tekirdağ, Çanakkale, Ayvalık, Dikili, Çandarlı, Aliağa, Foça, İzmir, Urla, Gülbahçe, Özdere, Bodrum, Selimiye, Bozburun ve Marmaris), Akdeniz (Finike, Antalya, Alanya, Gazipaşa, Anamur, Mersin ve Adana-Karataş) ve Karadeniz (Ereğli, Bartın, Amasra, İnebolu, Sinop, Samsun, Ordu, Ünye, Fatsa, Perşembe, Giresun, Trabzon ve Sürmene-Çamburnu) sahillerinde bulunan çeşitli tersane, çekek yeri, liman ve barınaklar gezilmiş, tekne inşa edenler ve gemi sahipleri ile yapılan görüşmelerde teknik bilgi ve dokümanlar alınmıştır. Yapılan incelemeler ve elde edilen bilgiler doğrultusunda açık deniz balıkçılığına da uygun yeni bir tekne formu geliştirilmiştir. Bu formun mevcut formlara göre üstünlüğünü göstermek amacıyla mevcut Karadeniz tipi balıkçı gemilerinden tam boyu 40.00 metre, genişliği 14.00 metre, derinliği 5.60 metre ve su çekimi 3.50 metre olan Rafet Reis adlı gırgır balıkçı gemisinin form planı çıkarılarak hidrostatik, direnç ve denizcilik özellikleri sayısal yöntemler ile tespit edilmiştir. Rafet Reis ve geliştirilen formun önce sayısal yöntemler (Holtrop-Mennen ve Andersen-Guldhammer direnç tahmin yöntemleri) ile direnç ve denizcilik özellikleri incelenmiş, sonra her iki formun 1/15 ölçeğinde modelleri imal edilerek, Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarı'nda direnç ve denizcilik deneyleri yapılmıştır. Gemi hızında 14 knots hıza karşılık gelen değişik hızlarda her iki modelin direnç ölçümleri yapılmıştır. 13 knots hıza kadar, geliştirilen formun Rafet Reis tekne formundan daha az, 13 knots hızdan sonra ise daha fazla direnç değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Dizayn hızı olan 12 knots civarında ise iyileştirilmiş formun Rafet Reis tekne formundan yaklaşık %15 oranında daha az efektif güce ihtiyaç duyacağı tespit edilmiştir.

Aksu vd. (2012) tarafından 45.00 metre boy, 14.00 metre genişlik ve 2.34 metre su çekimi olan Habib Reis 4 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin yerel mukavemet kontrolleri ve yapısal tasarımı etkilemesi bakımından denizcilik analizleri yapılmıştır. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin diğer ülke balıkçı gemilerine göre boya oranla daha geniş oldukları, bu yüzden stabilite kabiliyetlerinin arttığı ancak direnç açısından olumsuz etkilendikleri ve daha fazla güç gereksinimi ile yakıt sarfiyatlarının aşırı derecede arttığı belirtilmiştir. Balıkçı gemisinin operasyon hızı olarak 0 knotta dalıp-çıkma, baş-kıç vurma ve yalpa hareketleri

ITTC iki parametrelili dalga spektrumu ile dalga yönü 0° (kıç), 45° (kıç omuzluk), 90° (borda), 135° (baş omuzluk) ve 180° (baş) olmak üzere incelendiğinde su sonuçlar elde edilmiştir: Baş-kıç vurma hareketinin 1, 2, 3 ve 4 deniz durumu için kritik değerler altında olduğu, deniz durumu 5 ve 6 için kıç, kıç omuzluk, baş ve baş omuzluk yönlerindeki dalgalarda ise kritik değeri aştığı ve sorun oluşturma potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. Yalpa hareketi incelendiğinde 2, 3, 4, 5 ve 6 deniz durumlarında geminin dalgayı bordadan, baş ve kıç omuzluklarından alması durumunda kritik değer aşıldığı için bu yönlerden dalga alınmaması önerilmiştir. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde balast tanklarının olmaması nedeni ile yüksüz durumdayken baştan gelen dalgalarda yumrubaşın su üstüne çıkarak şiddetli dövünmelere sebep olduğu görülmüştür. Geminin mevcut yapısal durumu ile Türk Loydu kurallarına göre elemanlarının boyutlandırılması karşılaştırıldığında, mevcut durumdaki yapısal elemanların daha kalın ve daha sık kullanıldığı, bunun da geminin çelik tekne ağırlığını artırdığı, dolayısı ile direnç ve sevk özelliklerini kötüleştirdiği belirtilmiştir.

Yasa (2013) tarafından, (Kükner vd., 2006) çalışmasında geliştirilen tam boyu 33.7 metre olan açık deniz tipi balıkçı teknesi formu üzerinde, Kracht (1978) yöntemi kullanılarak Delta (Δ), Eliptik (O), Nabla (∇) ve Dairesel (O) kesitli yumrubaş uygulamaları yapılmıştır. Yumrubaş formlarının boy ve genişlikleri %85'ten %115'e kadar %5 artımla değiştirilerek her yumrubaş formu için 9 adet olmak üzere toplamda 36 adet yumrubaşlı balıkçı teknesi formu oluşturulmuş, Maxsurf programının Hullspeed modülünde Holtrop yöntemiyle direnç hesaplamaları yapılmıştır. Direnç açısından uygun görülüp seçilen formların stabilite ve denizcilik analizleri yapılarak, bu tip gemiler için en uygun yumrubaş formu ve boyutu bulunmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre eliptik ve dairesel kesitli yumrubaşlı formlarının daha iyi sonuçlar verdiği, 12 knots dizayn hızında eliptik kesitli %115 boyutlu yumrubaşın toplam dirençte yaklaşık %11 oranında düşüş sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, dizayn hızında pek etkinlik gösteremeyen nabla (∇) tipi yumrubaşın %115'lik boyutunda 14 knots hızda toplam direnç üzerinde yaklaşık %19'luk bir iyileştirme sağladığı görülmüştür. Denizcilik ve stabilite açısından ise delta (Δ) tipli yumrubaşların daha iyi sonuçlar verdiği vurgulanmıştır.

Mutlu ve Dinçer (2018) tarafından 2009-2010 ve 2010-2011 yılları arasında işletilen tam boyları 49.00 metre (toplam makine gücü=4300 HP, gros tonaj=490 GT), 37.00 metre (2990 HP, 255 GT), 36.00 metre (1820 HP, 177 GT), 28.00 metre (1100 HP, 120 GT) ve 20.00 metre (400 HP, 49 GT) olan 5 adet Karadeniz tipi balıkçı gemisinin ekonomik

performansı değerlendirilmiştir. Ekonomik analiz sonuçlarına göre iki mevsimde de tüm gemiler için en önemli çıktı bileşeninin yakıt olduğu ve toplam giderlerin yaklaşık %23.5'unu yakıt maliyetlerinin oluşturduğu hesaplanmıştır. Karadeniz tipi balıkçı gemileri için toplam makine gücü olarak 3000 HP'nin optimum bir değer olduğu ve makine gücünün bu değerın ötesinde artırmanın ekonomik açıdan bir anlamı olmadığı belirtilmiştir. Ayrıca, Karadeniz'de avlanan bu tip gemiler için yapılan ekonomik analize göre en uygun gros tonajın yaklaşık 250 GT olduğu tespit edilmiştir.

Baytemür (2018) tarafından, boyu 50.00 metre, genişliği 16.50 metre ve derinliği 4.73 metre olan Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinin, bütün yapı elemanları üç boyutlu modellenerek, enine stabilitesinde etkili olan yalpa hareketi üzerinde incelemeler yapılmıştır. Balıkçı gemisinin bütün çelik yapı elemanları ve üzerinde bulunan tüm donanımlar modellenerek geminin ağırlık merkezi hesaplanmıştır. Geminin üst yapısının çelikten veya alüminyumdan inşa edilmiş olması durumu ve farklı yükleme koşulları göz önüne alınarak, ağırlık dağılımının stabilite ve gemi hareketleri üzerine etkisi incelenmiştir. Geminin toplam boş ağırlığı; üst yapının çelikten inşa edilmesi durumunda yaklaşık 531 ton (Tablo 1.12), alüminyumdan imal edilmesi durumunda ise yaklaşık 459 ton bulunmuştur. Balıkçı gemisinin dalıp-çıkma, yalpa ve baş-kıç vurma hareketleri dalgaların gelme açısına göre dilim teorisi ile analiz edilmiştir. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde, tekne genişliğinin büyük buna karşın su çekiminin küçük olması bu tip gemilerin aşırı diri olmasına yani etkilere karşı aşırı tepki vermesine neden olduğu, bunun da mürettebatı yalpa hareketlerinde zor durumda bıraktığı belirtilmiştir. Üst yapı malzemesinin çelik yerine alüminyum kullanılarak gemi ağırlık merkezinin aşağı yönde çekilmesi ile bu olumsuz durumun giderilebileceği ve Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin stabilite karakteristiklerinin iyileştirilebileceği düşünülmüş, ancak yapılan analizler sonucunda bu çözüm önerisinin aşırı yalpa hareketini önlemede yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin stabilite özelliklerinin iyileştirilebilmesi için teknelerin su altı derinliklerinin artırılması ve genişliklerinin küçültülmesi önerilmiştir.

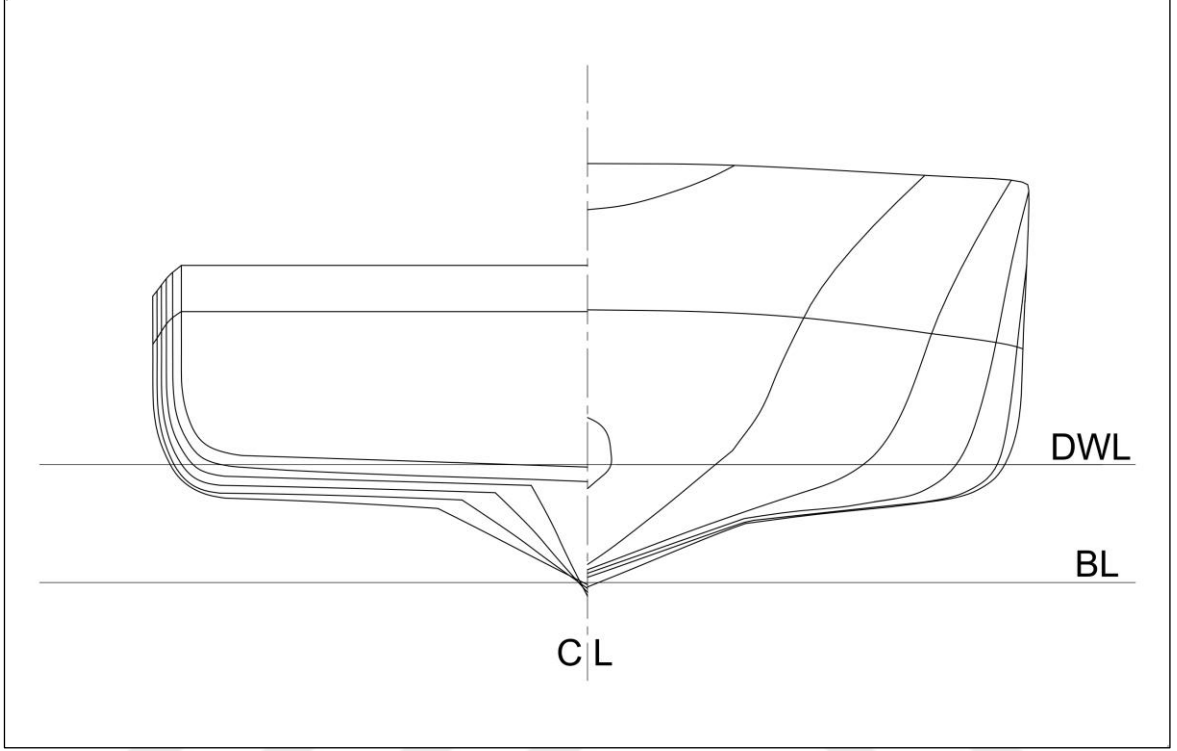
Tablo 1.12. Karadeniz tipi bir gırgır balıkçı gemisinin boş ağırlık hesabı (Baytemür, 2018).

Eleman Adı	Toplam Kütle (ton)
Ana güverte sacı ve küpeşte	57.975
Ana güverte altı postaları ve parapet postası	72.454
Dış kaplama (döşekler hariç)	66,658
Ana güverte altı normal kemere	14.735
Lama ve merkez omurga ve döşek kaplaması	30.697
Kreyn boruları	7.869
Perdeler ve elemanları	65.748
İç kaplama sacı	19.654
Üst yapılar (çelik)	110.000
Makine dairesi	25.000
Ağlar	5.000
2 adet büyük kreyn	30.000
1 adet küçük kreyn	6.000
Baş kasara puntel	0.651
Üst güverte puntel	0.962
Köprü üstü güverte puntel	1.130
Miyar güverte puntel	0.925
Mobilya	5.000
2 adet göz demiri	2.000
Demir zincirleri	6.500
Irgat	1.000
2 adet buz makinesi	1.000
Toplam boş ağırlık	530.958

Bakışkan (2019) tarafından, Trabzon'un Sürmene ilçesinde bulunan Yeniçam Tersane Sahası'nda faaliyet gösteren bir tersanede, boyu 46.30 metre, genişliği 15.93 metre ve derinliği 4.15 metre olmak üzere inşaatı yapılan bir Karadeniz tipi balıkçı gemisinin üretim sürecine CPM/PERT proje yönetim teknikleri uygulanarak, gemi inşa süreci yaklaşık 500 alt faaliyete ayrılmış ve projenin tamamlanma süresi 369 gün olarak hesaplanmıştır.

Saral ve Köse (2020) tarafından, 35.6 metre boyundaki bir Karadeniz tipi balıkçı gemisinin (Şekil 1.22) direnç analizleri HAD yardımı ile sakin suda, 1-15 knots (Fn 0.028-0.420) hız aralığında yapılmıştır. HAD analizleri sonucunda geleneksel usullere göre inşa

edilen Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin ekonomik servis hızının 11 knots olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1.22. HAD ile direnç analizleri yapılan Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinin en kesit resmi (Saral ve Köse, 2020).

1.6. Gemi Direnci

Direnç kuvveti, bir geminin belirli bir hızda su içerisinde hareket etmesinden dolayı tekne su altı yüzeyine su tarafından geminin hareket yönüne zıt olarak uygulanan kuvvetlerin bileşkesidir. Gemi ıslak yüzeyine etki eden kuvvetler; teğetsel ve normal kuvvetler olmak üzere iki grupta sınıflandırılır. Suyun viskozitesi nedeniyle geminin ileri doğru hareketi esnasında tekne su altı yüzeyine gemi hareketine ters yönde etkiyen teğet kuvvetler meydana çıkar. Ayrıca geminin su içerisindeki hareketi esnasında, tekne ıslak yüzeyine suyun basıncı ve viskozitesinden dolayı da teğet ve dik kuvvetler oluşur. Kesme kuvvetlerinden oluşan teğetsel bileşenlerin yüzey boyunca integrasyonu ile yüzeye teğet yatay bileşke kuvvet oluşur ve buna sürtünme direnci denir. Yüzeye dik kuvvetlerin hareket doğrultusundaki bileşeni ise basınç direncidir. Sürtünme direnci ve basınç direncinin toplamı ise gemi toplam direncini verir (Baykal ve Dikili, 2002).

Gemi direnci, direnç bileşenlerinin kendi aralarında karşılıklı etkileşimleri olduğu için aslında bir bütündür. Ancak teorik olarak daha tutarlı bir şekilde tahmin edebilmek için gemi toplam direnci çeşitli varsayımlar yapılarak bileşenlere ayrılmıştır. Literatürdeki farklı varsayımlara göre toplam direnci oluşturan bileşenler Şekil 1.23'te gösterilmiştir.

Toplam Direnç	R _T					
Toplam Direnç Bileşenleri	R _{Fo} (R _n)	R _{FF} (R _n)	R _{PV} (R _n)	R _{WB} (F _n)	R _{WP} (F _n)	R _S (F _n)
Direnci Oluşturan Kuvvetlere göre	R _F Yüzeye Teğet		R _P Yüzeye Dik			
Teorik Olarak Doğru Ayırım	R _V =R _{Fo} (1+k) (Viskoz Kuvvetler) Reynolds Benzerliği			R _W +R _S (Ağırlık Kuvvetleri) Froude Benzerliği		
Froude'a göre Ayırım	R _{Fo} Levha Sürtünme Direnci	R _R Artık Direnç				

Şekil 1.23. Farklı görüşlere göre direnç bileşenleri (Baykal ve Dikili, 2002).

Şekil 1.23'te gösterilen direnç bileşenleri aşağıda kısaca açıklanmıştır (Baykal ve Dikili, 2002):

Toplam Direnç (R_T): Gemi veya modelin su içerisinde belirli bir hızla hareketinde ölçülen sudan görmüş olduğu toplam direnç değeridir.

Düz Levha Sürtünme Direnci (R_{Fo}): Klasik gemi teorisinde, bir geminin sürtünme direnci hesabında; su içine dalmış boyu, gemi boyuna; ıslak alanı gemi ıslak alanına eşit bir levhanın sürtünme direncini esas alan bir direnç bileşenidir.

Gemi Sürtünme Direnci (R_F): Gemi ıslak yüzeyi üzerindeki teğetsel gerilmelerin gemi hareket yönünde integrasyonu ile elde edilen bir direnç bileşenidir. Gemi yüzeyinin eğrisel ve akışın üç boyutlu olmasından dolayı gemi yüzeyindeki sürtünme direnci (R_F), düzlemsel levha etrafındaki iki boyutlu akımda elde edilen düz levha sürtünme direncinden (R_{Fo}) daha fazladır. Oluşan bu fazla direnç, R_{FF} şeklinde gösterilir ve düz levha sürtünme direncinin (R_{Fo}) belirli bir yüzdesi olarak ifade edilir.

Artık Direnç (R_R): Gemi toplam direncinden, düz levha sürtünme direncinin çıkarılması ile bulunan dirençtir.

Viskoz Direnç (R_V): Viskoz etkiler nedeniyle viskozite etkisinden dolayı harcanan enerji ile ilgili bir direnç bileşenidir.

Basınç Direnci (R_P): Gemi ıslak yüzeyine dik olarak etki eden kuvvetlerin yüzey boyunca integrasyonu ile elde edilen direncin, hareket doğrultusundaki bileşenidir.

Viskoz Basınç Direnci (R_{PV}): Viskozite ve türbülans etkisi ile oluşan yüzeye dik normal gerilmelerin, yüzey boyunca integrasyonu ile elde edilen direnç bileşenidir. Anafor direnci, kenar tabakanın ayrılmasının doğuracağı direnç ve sintine girdaplarının direnci gibi adlandırılan ek dirençlerinin toplamından oluşmaktadır. Direkt olarak ölçülemez, ancak tamamen su içinde batmış cisimlerde basınç direncine eşittir.

Dalga Yapma Direnci (R_W): Yüzey dalgalarının oluşmasında harcanan enerji miktarı ile ilgili direnç bileşenidir. Dalga direnci olarak da bilinir.

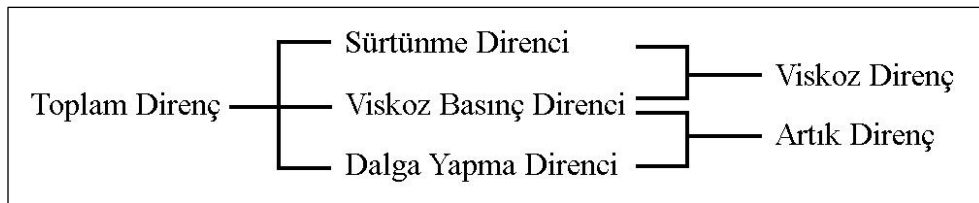
Dalga Ölçümü ile Bulunan Direnç (R_{WP}): Dalga yapma direncinden dalga kırılma direncinin çıkarılması sonucu bulunan dirençtir. Gemi veya modelde dalga ölçümleri ile bulunan direnç bileşenidir.

Dalga Kırılma Direnci (R_{WB}): Gemi baş dalgasının kırılması nedeni ile oluşan direnç bileşenidir.

Serpinti Direnci (R_S): Serpinti oluşumunda harcanan enerji miktarı ile ilgili bir direnç bileşenidir.

Ek Dirençler (R_A): Yukarıdakilere eklenen; takıntıların direnci (R_{AP}), pürüzlülük direnci (R_{AR}), hava ve rüzgâr direnci (R_{AA}), rota direnci (R_{AS}), sıg su ve kanallarda direnç artışı (R_{ASW}) ve dalgalarda direnç artışı (R_{AW}) direnç bileşenleridir.

Su direncinin bileşenleri, şematik bir şekilde Şekil 1.24'te gösterildiği gibi de tanımlanabilir.



Şekil 1.24. Su direncinin bileşenleri (Baykal ve Dikili, 2002).

Dalgasız sakin bir denizde ve rüzgârsız bir havada seyreden bir geminin sudan görmüş olduğu toplam direnç aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Toplam Direnç = Sürtünme Direnci + Viskoz Basınç Direnci + Dalga Yapma Direnci

$$R_T = R_F + P_{pV} + R_W \quad (1.5)$$

Toplam Direnç = Viskoz Direnç + Dalga Yapma Direnci

$$R_T = R_V + R_W \quad (1.6)$$

Toplam Direnç = Sürtünme Direnci + Artık Direnç

$$R_T = R_F + R_R \quad (1.7)$$

Geminin hareketine etki eden direnç bileşenleri arasında, geminin sudan gördüğü direncin yanında ayrıca gemiye etki eden hava direnci de vardır. Hava direnci; gemi ana gövdesinin su üstünde kalan kısmının ve üst yapılarının hava içindeki hareketinden dolayı oluşmaktadır. Bu direnç bileşeni gemi hızına ve hava ile temas eden ana gövde ve üst yapılarının şekline bağlı olarak değişir. Havanın yoğunluğunun suya göre çok az olması nedeni ile su tarafından oluşturulan dirence göre hava direnci oldukça küçüktür. Hava direnci bu koşulda gemi toplam direncinde %2-4 oranında artış yapmaktadır.

Gemilerin toplam direnç değerleri; direnç tahmin yöntemleri, model deneyleri ve HAD direnç analiz yöntemleriyle tespit edilebilmektedir. Gemi toplam direncini tahmin etmedeki en doğru sonuç veren yöntem, model deneyleridir. Son yıllarda bilgisayar ve yazılım teknolojilerinin gelişmesi ile HAD direnç analiz yöntemleri kullanılarak da gemi toplam direnci doğru bir şekilde hesaplanabilmektedir.

1.7. Amaç

Yapılan çalışmanın ana amacı; Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin formlarını optimize etmek ve bir boyutsuz ofset tablosu oluşturarak bu tip balıkçı gemilerinin formlarını standart bir şekilde aynı kalitede üretebilmektir. İkinci amaç; istenilen balık taşıma hacminde, optimum hız-güç değerlerine sahip KTBG formunun, standart boyutsuz ofset tablosuna göre belirlenebilmesi sağlamaktır. Son amaç ise; standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların HAD direnç analizleri sonucu elde edilen hız-güç tabloları ve grafikleri yardımı ile aynı ana değerlere sahip Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin makine gücünü ve ne kadar hız yapabileceklerini tahmin etmektir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Karakteristik Özellikleri

Yapılan saha çalışmalarında, tersanelerin; 1975 yılından itibaren balıkçı gemilerini çelikten inşa etmeye başladıkları, 1991 yılına kadar herhangi bir kayıt tutmadıkları, 1992 yılından itibaren inşa edilen gemilerin isim, boy, genişlik ve derinlik bilgilerini kaydettikleri, 2002-2012 yılları arasında önce gemileri plansız bir şekilde inşa ettikleri sonra Gemi Mühendisleri Odası'na (GMO) plan onayına sunmak için gemi iç perdeleri üzerinden alınan ölçülerle gemi planlarını çizdirdikleri, 2013 yılından sonra ise önce balıkçı gemisi planlarını GMO onayına sundukları ve sonrasında gemileri inşa ettikleri tespit edilmiştir. 2016 yılından itibaren ise 24 ila 50 metre boy aralığındaki balıkçı gemilerinin çelik tekne klası, 50 metre üzeri olanların ise tam klaslı olma zorunluluğu getirilmiştir.

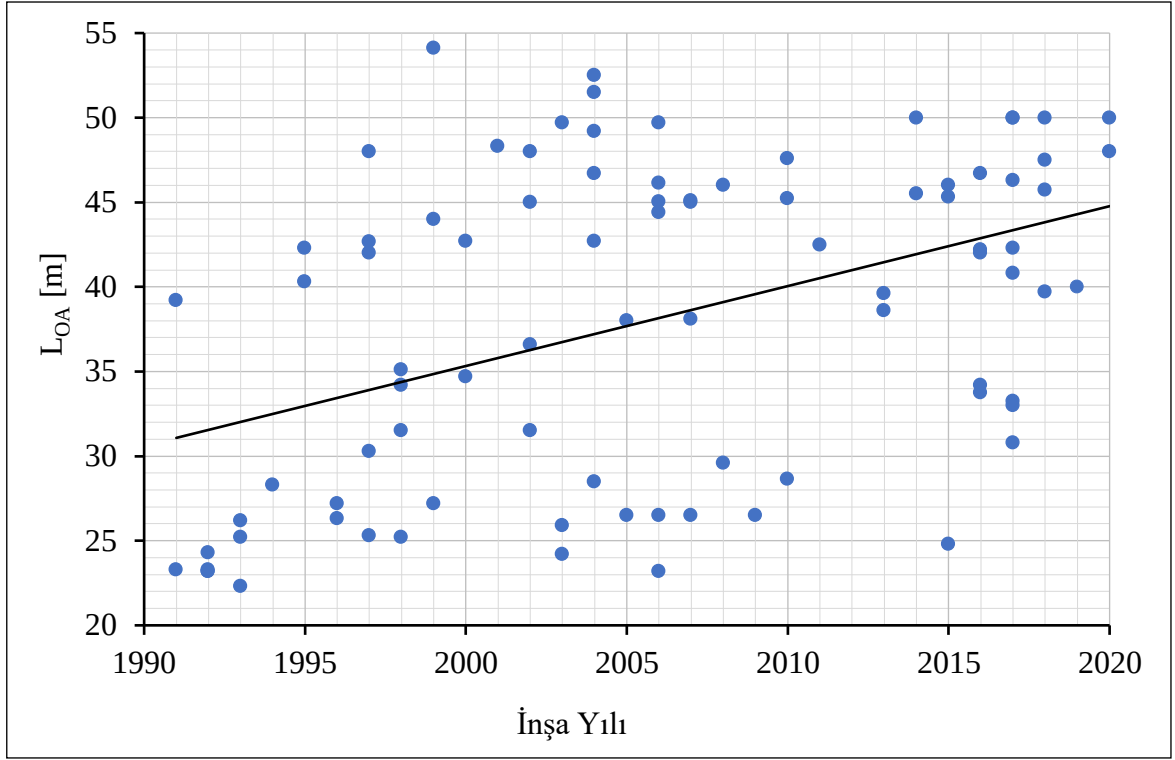
Yapılan görüşmelerde balıkçı gemisi armatörleri; 30 metreye kadar sac balıkçı gemileri ile 1975 yılından beri Karadeniz, Marmara ve Ege'de balıkçılık yaptıklarını, ancak 2002 yılından itibaren Akdeniz'e orkinos avına gittikleri için mevcut gemilerinin yeterli gelmediğini ve gemilerinin boylarını 50 metreye kadar çıkardıklarını ve de Akdeniz'in zorlu şartlarına gemilerin adapte olabilmesi için gemi formlarına yumrubaş, baş kasara ve artan makine gücü ihtiyacı ile üçlü skeg uygulaması yaptırdıklarını ifade ettiler. 2015 yılından itibaren Atlas Okyanusu'nda kıyısı bulunan Moritanya'da balıkçılık yapmaya başladıklarını, yine bu okyanusa kıyısı olan Senegal, Gine, Gana devletleri ile balıkçılık anlaşmalarının yapılmak üzere olduğunu, ilaveten Hint Okyanusu'nda kıyısı bulunan Somali'de de balıkçılık yapmak için başvurularının olduğunu belirttiler. Akdeniz şartlarına uyumlu hale getirilen Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin, Atlas Okyanusu'nun değişken hava şartlarında zorlandığını ve bu tip gemi formlarının geliştirilmesinin gerekliliğini vurguladılar. Çalışma şartlarından elde ettikleri tecrübelerle göre Karadeniz tipi balıkçı gemisi formunun; 6-5 (Beaufort-Douglas skalası) deniz durumuna kadar avcılık ve 8-6 deniz durumuna kadar seyir yapabilmesinin güvenli avcılık ve seyir için şart olduğunu belirttiler.

1990 yılından günümüze kadar inşa edilmiş bazı Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin genel özellikleri Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Bazı Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin genel özellikleri (URL-1, 2022).

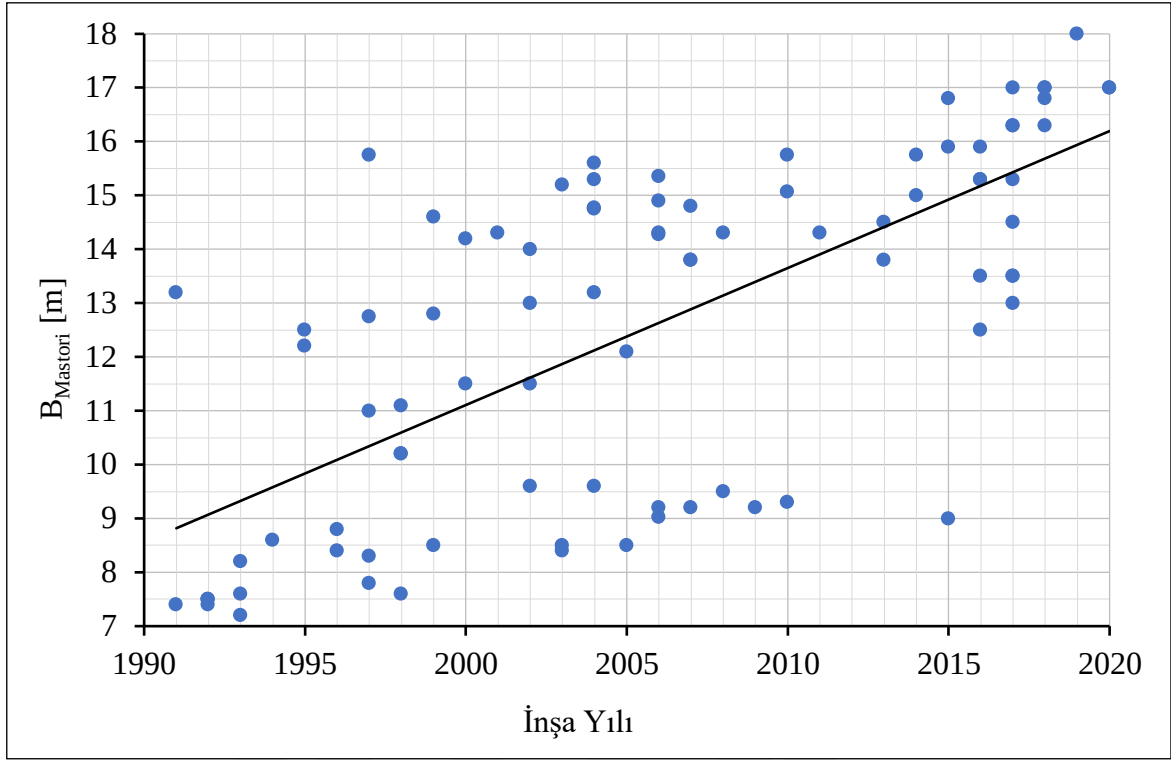
Gemi Adı	L	B	D	L/B	Makine Gücü	Maksimum Hız	İnşa Yılı
	(m)	(m)	(m)		HP	knots	
ERGÜN REİS A	46.10	17.48	5.48	2.64	6465	15.5	2022
HİCAZ BALIKÇILIK	38.40	17.50	5.14	2.19	4050	15.0	2021
MUSTAFA KORKMAZ A	36.24	16.65	4.90	2.18	3300	14.0	2021
AKGÜN VEDAT	49.90	17.45	5.05	2.86	6640	17.0	2021
KAZIM KOBYA	45.95	17.48	5.48	2.63	6465	16.5	2021
HACI EMRULLAH REİS 3	33.00	16.00	4.77	2.06	3150	13.5	2021
BOZOĞLU KARDEŞLER 3	43.08	17.47	4.93	2.47	4300	15.5	2020
ARICIOĞULLARI BALIKÇILIK	36.60	16.66	4.90	2.20	3150	13.5	2020
KÖROĞLU BALIKÇILIK A	45.32	15.80	4.90	2.87	4900	16.5	2020
YILMAZLAR BALIKÇILIK	48.00	16.57	5.05	2.90	4600	16.0	2020
SOYDEMİRLER BALIKÇILIK	49.90	16.52	4.87	3.02	3500	15.0	2019
HABİBİN YAVUZ	39.95	17.54	5.70	2.28	4260	14.5	2019
MAMULİ İSMAİL REİS	39.95	15.95	5.45	2.50	6000	14.5	2018
AKGÜN KARDEŞLER	49.90	16.51	4.87	3.02	6300	17.5	2018
EYÜPOĞLU AHMET REİS	45.70	16.47	4.67	2.77	4950	16.0	2018
MARGO MAHMUT	47.50	16.57	5.05	2.87	4800	17.0	2018
MARGO HÜSEYİN	49.90	16.34	5.06	3.05	5830	16.5	2017
ULUCAN BALIKÇILIK	42.30	14.76	4.15	2.87	4500	15.5	2017
YILDIZ KARDEŞLER BALIKÇILIK 1	40.80	14.22	3.98	2.87	3950	15.2	2017
KORKMAZLAR BALIKÇILIK	46.30	15.67	4.15	2.95	3600	15.0	2017
HABİBİN ENVER	49.95	15.72	4.27	3.18	4800	17.5	2017
BURAK YAĞIZ	42.20	14.72	4.12	2.87	3600	15.2	2016
AHMET MOLLAOĞLU 1	46.70	15.36	3.93	3.04	3600	15.5	2016
ŞAHİN BALIKÇILIK 2	42.00	14.72	4.11	2.85	5100	16.5	2016
ETEM AĞA MUSTAFA REİS	34.15	11.81	3.60	2.89	1720	14.0	2016
GEÇİCİLER BALIKÇILIK 1	46.00	15.08	3.96	3.05	3200	15.0	2015
MAMULİ İSMAİL	49.95	15.08	3.96	3.31	3800	14.0	2014
HİCAZ 6	39.60	14.07	3.83	2.81	2800	14.0	2013
KASIRGA 2	38.60	13.50	3.80	2.86	2550	14.0	2013
ABDULKADİR OĞULLARI	42.48	14.15	3.57	3.00	3700	14.0	2011
AKGÜN BALIKÇILIK-A	47.42	14.50	3.68	3.27	3960	15.3	2010
HABİB REİS 4	44.90	14.50	3.68	3.10	2800	14.0	2007
AKGÜN BALIKÇILIK 3	52.20	15.05	3.95	3.47	5000	17.5	2004
ZAMAN AVCI II	49.50	15.20	3.80	3.26	5300	15.4	2003
MARGO BALIKÇILIK	47.50	13.80	3.30	3.44	2700	14.0	2002
SARAL BALIKÇILIK	42.68	12.75	3.00	3.35	2700	14.5	1997
AKERKO 1 (MEİS 1)	42.00	12.50	3.30	3.36	2400	13.0	1995
HACI EMRULLAH REİS	38.80	13.20	2.75	2.94	2250	13.0	1991

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin tam boyları 1990 yılından itibaren günümüze kadar artış göstermiştir. Balıkçı gemilerinin tam boyları; 1990-2000 yılları arasında genellikle 20 ila 30 metre arasında değişirken, 2000 yılından sonra 40 ila 50 metre arasında yoğunluk göstermiştir. Karadeniz tipi balıkçı gemileri ile 2000 yılı öncesi sadece Karadeniz, Marmara ve Ege Denizi’nde faaliyet gösterilirken, 2000-2010 yılları arasında Akdeniz’de, 2010 yılından sonra ise Atlas Okyanusu’nda balık avcılığı yapılmaya başlanmıştır. Dolayısı ile okyanus koşullarının getirdiği zorunluluklar nedeni ile gemi boylarında artış yapılmıştır.

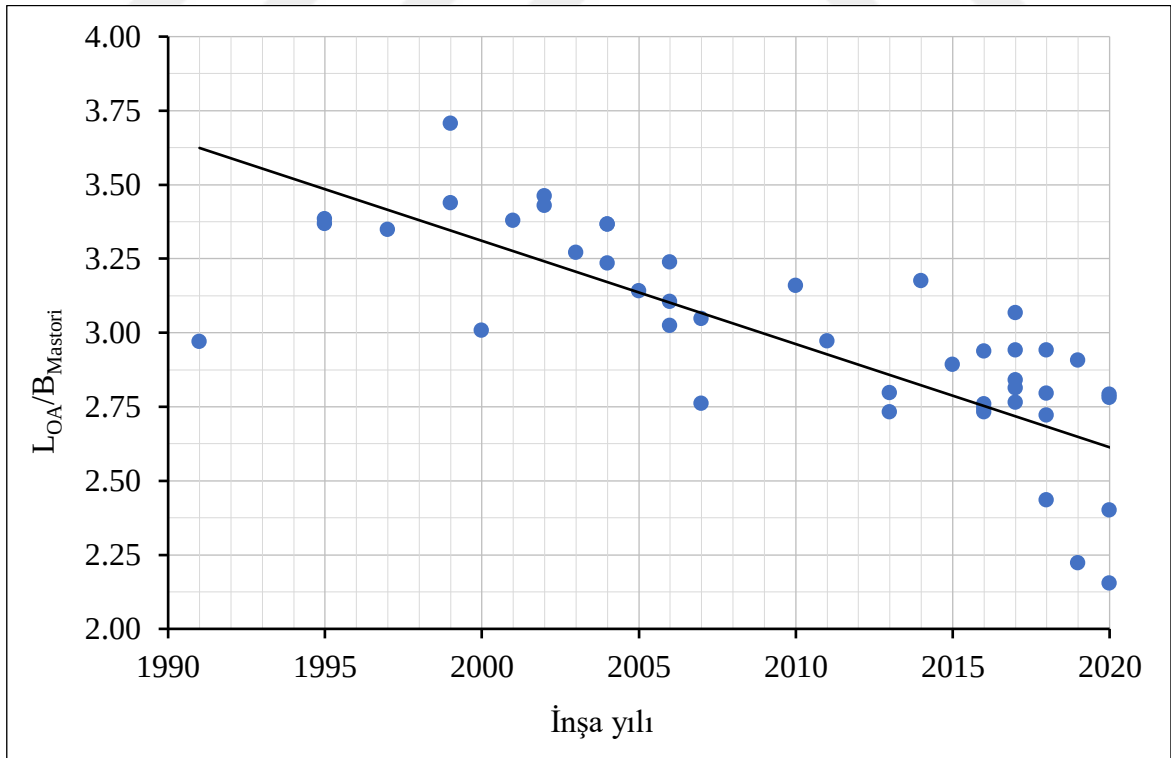


Şekil 2.1. İnşa yılına göre gemi tam boyu (L_{OA}) grafiği

Yıllara göre gemi tam boyunun artması nedeni ile Şekil 2.2’de görüldüğü üzere gemi genişliğinde de artış olmuştur. 1990-2000 yılları arasında 20 ila 30 metre boy aralığındaki balıkçı gemileri 7-8 metre genişliğinde inşa edilirken, 2000 yılından sonra 35 ila 50 metre boy aralığı için 12-18 metre genişliğinde balıkçı gemileri inşa edilir olmuştur. Gemi genişliklerinin artmasına, zamanla daha uzak mesafelere sefer yapılmasından dolayı, armatörlerin gemi kış güverte üstünde iki çeşit balık (istavrit-palamut veya palamut-hamsi) ağını aynı anda taşıyarak balık avcılığı yapmak istemeleri neden olmuştur.

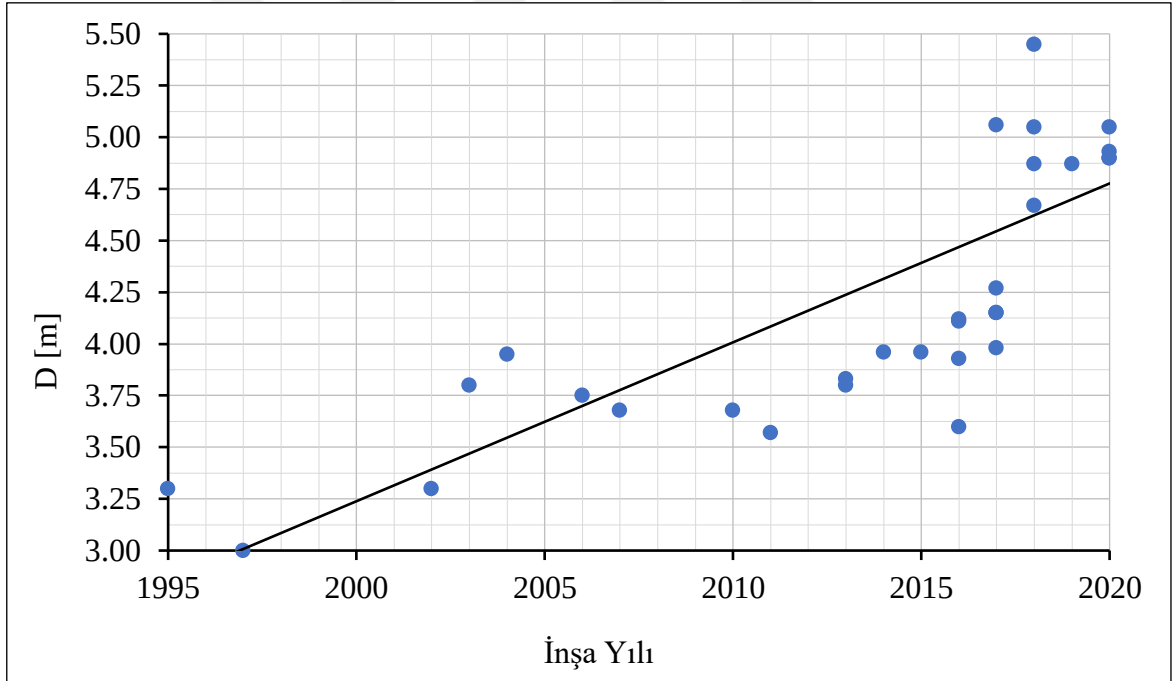


Şekil 2.2. İnşa yılına göre gemi ortası genişliği ($B_{Mastori}$) grafiği



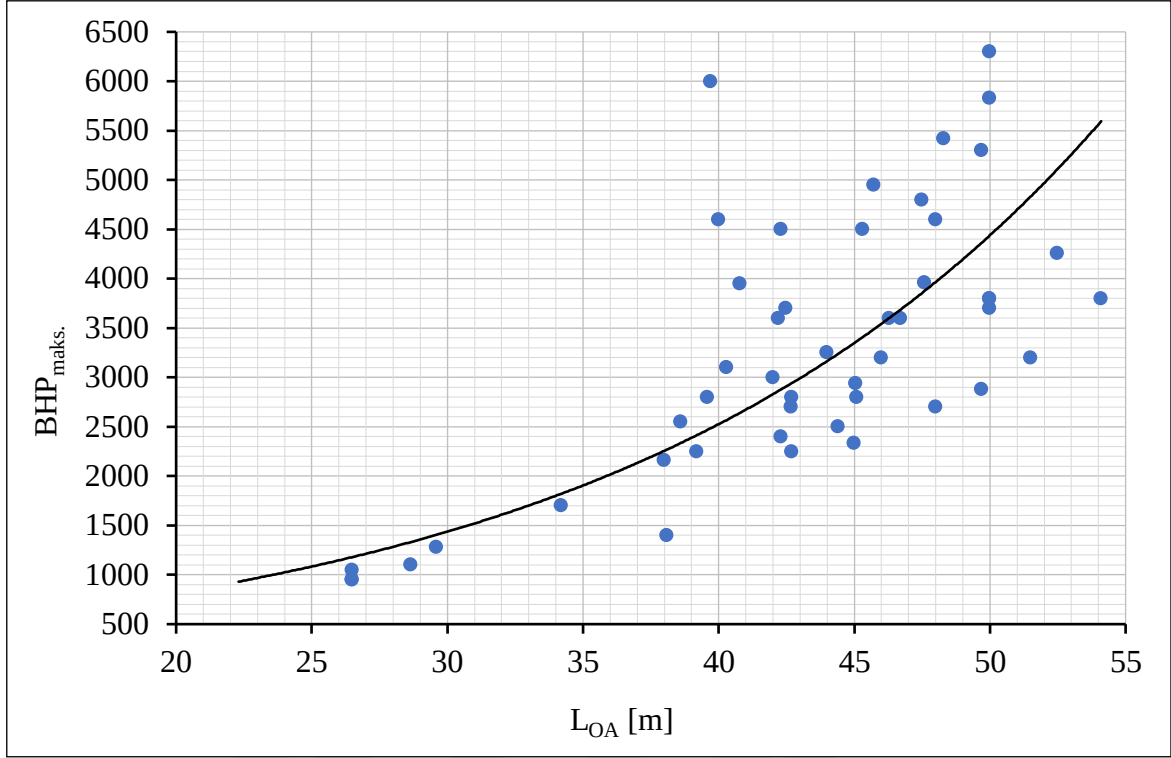
Şekil 2.3. İnşa yılına göre gemi tam boyu/gemi ortası genişliği oranı ($L_{OA}/B_{Mastori}$) grafiği

Şekil 2.3'te görüldüğü üzere 1990'lı yıllardan günümüze $L_{OA}/B_{Mastori}$ oranında düşüş olmuştur. 1990-2000 yılları arasında $L_{OA}/B_{Mastori}$ oranı 3.50 civarında iken, 2000-2010 yılları arasında 3.50-3.00 oranı arasında, 2010 yılından günümüze kadar ise 3.00-2.25 oranı arasındadır. $L_{OA}/B_{Mastori}$ oranındaki düşüş oransal olarak gemi genişliğinin gemi boyundan daha fazla arttırıldığını göstermektedir. Bu duruma, armatörlerin gemi kış güvertesinde iki çeşit ağ taşımak istemeleri ve gemi boyunun ve dolayısı ile avcılık yapılan ağ boyutunun büyümesi ile tutulan balık miktarının artması neden olmuştur. Karadeniz içinde çalışan balıkçı gemileri tuttıkları balıkları yedek balık taşıyıcı gemiler ile kıyıya gönderebilmektedir. Ancak Akdeniz ve Atlas Okyanusu'nda çalışan Karadeniz tipi balıkçı gemileri, tuttıkları balığı kıyıya nakletmek için kendi balık ambarlarında taşımak zorundadır. Bundan dolayı bu gemilerin ambar hacimlerini artırmak için gemi genişliği de son zamanlarda aşırı bir derecede artırılmıştır.

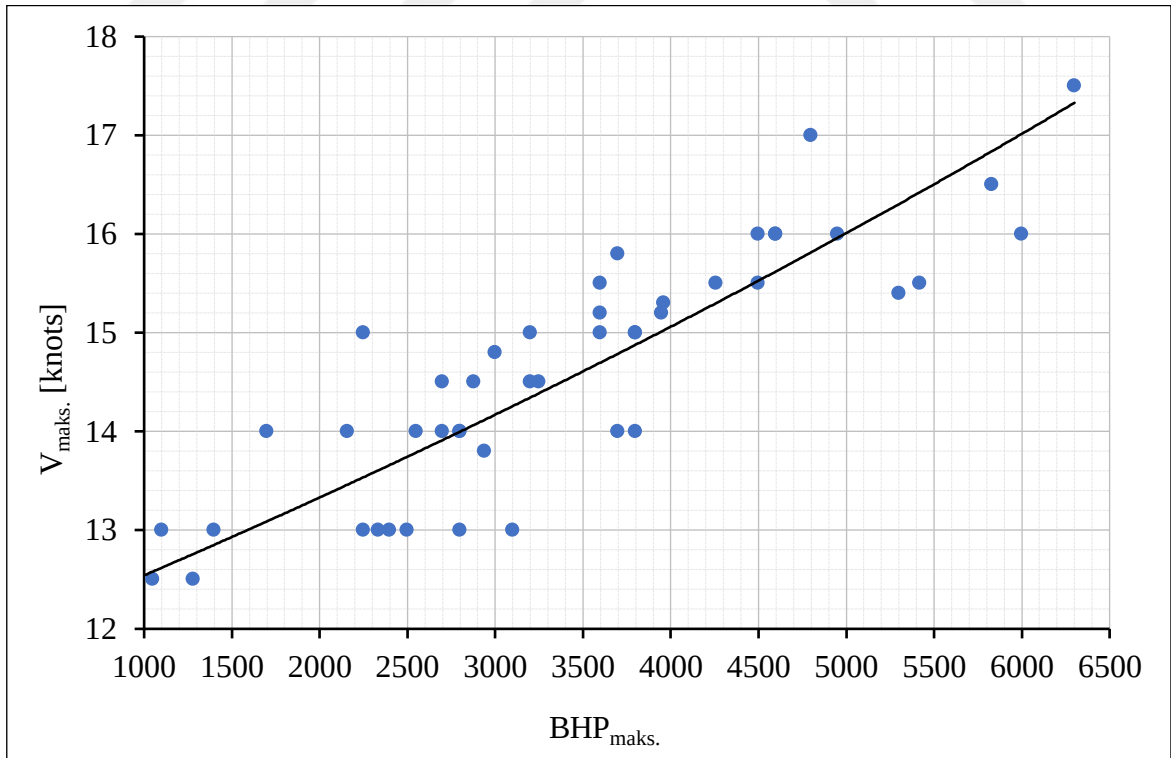


Şekil 2.4. İnşa yılına göre gemi derinliği (D) grafiği

Şekil 2.4'te görüldüğü üzere Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin yüksekliği (PN 5.0'te omurga ile güverte arasındaki yükseklik) 1990'lı yıllarda 3.0 metre civarında iken 2020 yılında 5.5 metreye kadar artış göstermiştir. Bu artışa, armatörlerin önce Akdeniz'de sonra Atlas Okyanusu'nda avcılık yapmaları nedeni ile deniz koşullarının (dalga boyunun ve yüksekliğinin Karadeniz'inkinden fazla olması) getirdiği zorluklar neden olmuştur.



Şekil 2.5. Gemi tam boyuna (L_{OA}) göre gemi toplam makine gücü ($BHP_{maks.}$) grafiği



Şekil 2.6. Gemi toplam makine gücüne ($BHP_{maks.}$) göre maksimum gemi hızı ($V_{maks.}$) grafiği

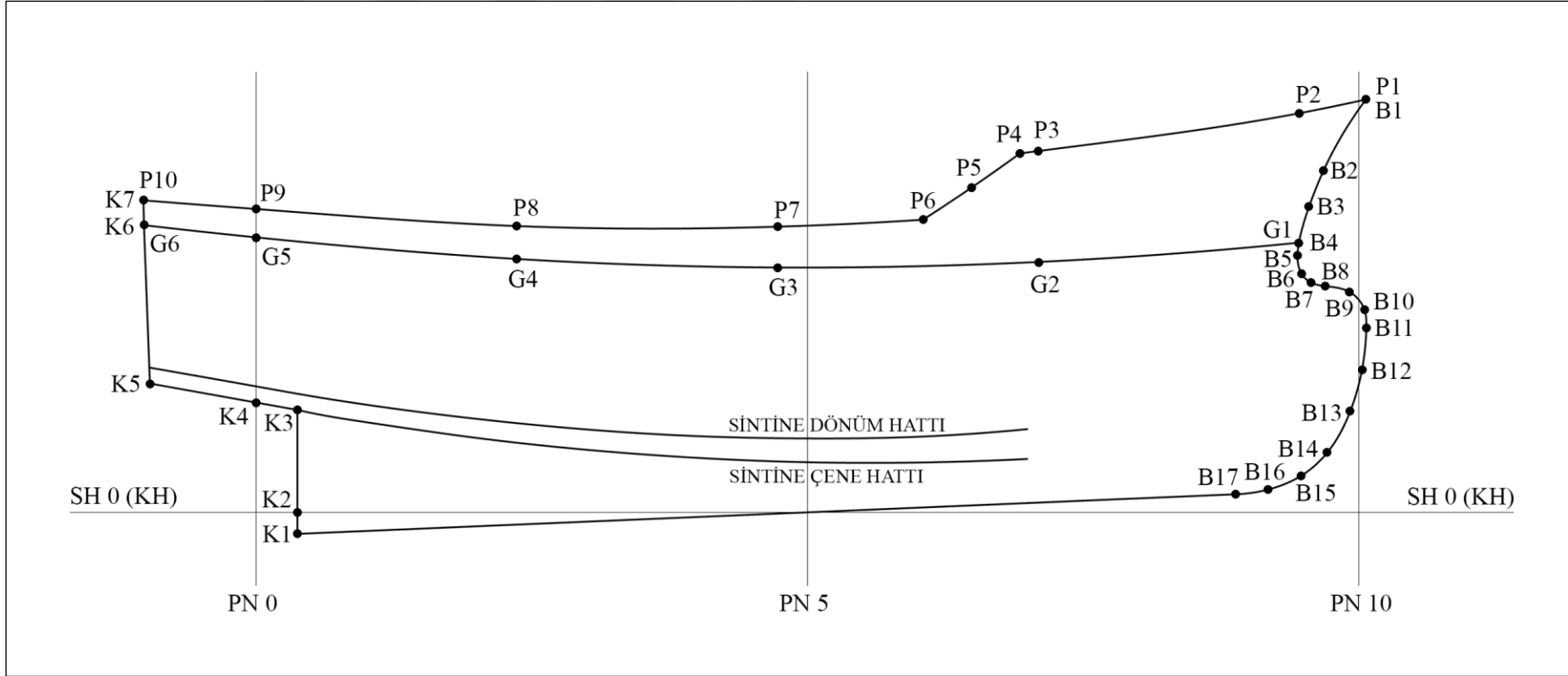
Şekil 2.5 ve Şekil 2.6 birlikte incelendiğinde görüleceği üzere gemi boyu arttıkça güç ihtiyacı da artmıştır. 25 metre gemide ($L_{OA}/B_{Mastori} = 3.5$) 13 knots hız için 1500 HP makine gücü gerekirken, 50 metre gemide ($L_{OA}/B_{Mastori} = 2.5$) 17 knots hız için yaklaşık 6500 HP güce ihtiyaç duyulmaktadır. Genel olarak Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin, 12 knots hızda gidebilmesi için yaklaşık 1000 HP makine gücüne gereksinimi varken, 17 knots hıza ulaşabilmeleri için 6000 HP kadar güç ihtiyacı olmaktadır.

2.2. KTBG Formu İçin Standart Boyutsuz Ofset Tablosunun Oluşturulması

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin bir standart boyutsuz ofset tablosunun oluşturulması için saha araştırması yapılarak, 2010 yılından sonra inşa edilmiş, boyu 39 ila 50 metre arasında, genişliği 14 ila 17 metre arasında, derinliği 3.5 ila 5.5 metre arasında değişen 12 adet Karadeniz tipi balıkçı gemisi (Tablo 2.2) tespit edilmiştir. Tespit edilen bu balıkçı gemilerinin endaze planları yardımıyla baş bodoslama, kış bodoslama, ana güverte, parapet (küpeşte) ve posta en kesitleri üzerinde belirlenen noktalardan ölçümler alınarak ve ilgili gemi ana değerlerine göre boyutsuzlaştırma işlemi yapılarak Karadeniz tipi balıkçı gemileri için bir standart boyutsuz ofset tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 2.2. Standart boyutsuz ofset tablosunun oluşturulması için referans alınan Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin karakteristik özellikleri

Gemi Kodu	L_{OA} (m)	L_{BP} (m)	$B_{Mastori}$ (m)	$B_{Maks.}$ (m)	D (m)	T_{Dizayn} (m)	$L_{OA}/B_{Mastori}$
KTBG-1-ORJ	49.950	45.400	16.510	16.770	4.871	2.788	3.025
KTBG-2-ORJ	49.950	44.750	15.719	15.809	4.269	2.296	3.178
KTBG-3-ORJ	49.900	44.800	16.342	16.443	5.057	2.517	3.053
KTBG-4-ORJ	47.500	42.850	16.570	16.800	5.050	2.670	2.867
KTBG-5-ORJ	46.700	41.850	15.365	15.680	3.927	2.000	3.039
KTBG-6-ORJ	45.700	41.700	16.470	16.700	4.670	2.600	2.775
KTBG-7-ORJ	42.300	38.000	14.760	15.140	4.152	2.284	2.866
KTBG-8-ORJ	42.200	38.000	14.720	15.100	4.112	2.284	2.867
KTBG-9-ORJ	42.000	38.000	14.720	15.100	4.112	2.287	2.853
KTBG-10-ORJ	40.800	36.600	14.220	14.620	3.980	2.080	2.869
KTBG-11-ORJ	39.950	36.700	15.950	16.100	5.450	2.570	2.505
KTBG-12-ORJ	39.600	35.306	14.070	14.070	3.833	2.500	2.814



Şekil 2.7. Standart boyutsuz ofset tablosuna göre çizilen bir Karadeniz tipi balıkçı gemisi formunun baş bodoslama (B), kık bodoslama (K), parapet (P) ve ana güverte (G) çizgilerini temsil eden noktaların konumları

2.2.1. Baş Bodoslama Eğrisinin Boyutsuz Noktasal Koordinatları

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin baş bodoslamasını temsil eden eğriyi oluşturabilmek için tespit edilen 12 adet Karadeniz tipi balıkçı gemisinin baş bodoslamaları üzerinde Şekil 2.7’de görüldüğü üzere 17 adet nokta (B noktaları) belirlenmiştir. 12 adet balıkçı gemisinin her birinin baş bodoslamasında bu 17 adet noktanın kış dikmeye göre X, kaide hattına göre Z koordinat değerleri (Ek Tablo 2.1) belirlenmiştir. X değerleri gemilerin L_{OA} değerlerine göre, Z değerleri ise gemilerin D değerlerine göre boyutsuzlaştırılmıştır. Her bir nokta için ortaya çıkan boyutsuz katsayıların aritmetik ortalamaları alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin baş bodoslama eğrisinin çizilebilmesi için belirlenen noktaların boyutsuz koordinat değerleri Tablo 2.3’te verilmiştir. Tablo 2.3’te verilen X katsayılarının L_{OA} ile ve Z katsayılarının D ile çarpılmasıyla istenilen boy ve yükseklikteki geminin baş bodoslama eğrisi elde edilebilmektedir.

Tablo 2.3. KTBG formunun baş bodoslamasını temsil eden noktaların X-Y-Z eksenlerindeki boyutsuz katsayıları

Nokta Adı	Boyutsuz Katsayılar		
	X	Y	Z
B1	0.90677	0.00000	1.68653
B2	0.87198	0.00000	1.39416
B3	0.86028	0.00000	1.24797
B4	0.85206	0.00000	1.10179
B5	0.85089	0.00000	1.04915
B6	0.85416	0.00000	0.97538
B7	0.86196	0.00000	0.93850
B8	0.87358	0.00000	0.92419
B9	0.89302	0.00000	0.90159
B10	0.90561	0.00000	0.82784
B11	0.90712	0.00000	0.75407
B12	0.90365	0.00000	0.58402
B13	0.89407	0.00000	0.41398
B14	0.87516	0.00000	0.24394
B15	0.85372	0.00000	0.14894
B16	0.82702	0.00000	0.09347
B17	0.80032	0.00000	0.07389

2.2.2.Kıç Bodoslama Eğrisinin Boyutsuz Noktasal Koordinatları

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin kıç bodoslamasını temsil eden eğriyi oluşturabilmek için tespit edilen 12 adet Karadeniz tipi balıkçı gemisinin kıç bodoslamaları üzerinde Şekil 2.7’de görüldüğü üzere 7 adet nokta (K noktaları) belirlenmiştir. 12 adet balıkçı gemisinin her birinin kıç bodoslamasında bu 7 adet noktanın kıç dikmeye göre X, kaide hattına göre Z koordinat değerleri (Ek Tablo 2.2) belirlenmiştir. X değerleri gemilerin L_{OA} değerlerine göre, Z değerleri ise gemilerin D değerlerine göre boyutsuzlaştırılmıştır. Her bir nokta için ortaya çıkan boyutsuz katsayıların aritmetik ortalamaları alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin kıç bodoslama eğrisinin çizilebilmesi için belirlenen noktaların boyutsuz koordinat değerleri Tablo 2.4’te verilmiştir. Tablo 2.4’te verilen X katsayılarının L_{OA} ile ve Z katsayılarının D ile çarpılmasıyla istenilen boy ve yükseklikteki geminin kıç bodoslama eğrisi elde edilebilmektedir.

Tablo 2.4. KTBG formunun kıç bodoslamasını temsil eden noktaların X-Y-Z eksenlerindeki boyutsuz katsayıları

Nokta Adı	Boyutsuz Katsayılar		
	X	Y	Z
K1	0.03380	0.00000	-0.08784
K2	0.03380	0.00000	0.00000
K3	0.03380	0.00000	0.41852
K4	0.00000	0.00000	0.44864
K5	-0.08669	0.00000	0.52646
K6	-0.09156	0.00000	1.17316
K7	-0.09200	0.00000	1.27462

2.2.3.Parapet (Küpeşte) Eğrisinin Boyutsuz Noktasal Koordinatları

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin parapet eğrisini temsil eden eğriyi oluşturabilmek için tespit edilen 12 adet Karadeniz tipi balıkçı gemisinin parapet eğrileri üzerinde Şekil 2.7’de görüldüğü üzere 10 adet nokta (P noktaları) belirlenmiştir. 12 adet balıkçı gemisinin her birinin parapet eğrilerinde bu 10 adet noktanın kıç dikmeye göre X, kaide hattına göre Z koordinat değerleri (Ek Tablo 2.3) belirlenmiştir. X değerleri gemilerin L_{OA} değerlerine

göre, Z değerleri ise gemilerin D değerlerine göre boyutsuzlaştırılmıştır. Her bir nokta için ortaya çıkan boyutsuz katsayıların aritmetik ortalamaları alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin parapet eğrisinin çizilebilmesi için belirlenen noktaların boyutsuz koordinat değerleri Tablo 2.5'te verilmiştir. Tablo 2.5'te verilen X katsayılarının L_{OA} ile ve Z katsayılarının D ile çarpılmasıyla istenilen boy ve yükseklikteki geminin parapet eğrisi elde edilebilmektedir.

Tablo 2.5. KTBG formunun parapet eğrisini temsil eden noktaların X-Y-Z eksenlerindeki boyutsuz katsayıları

Nokta Adı	Boyutsuz Katsayılar		
	X	Y	Z
P1	0.90677	0.00000	1.68653
P2	0.85206	0.00000	1.63021
P3	0.63904	0.00000	1.47606
P4	0.62411	0.00000	1.46641
P5	0.58448	0.00000	1.32649
P6	0.54497	0.00000	1.19559
P7	0.42603	0.00000	1.16699
P8	0.21301	0.00000	1.16963
P9	0.00000	0.00000	1.23923
P10	-0.09200	0.00000	1.27462

2.2.4. Ana Güverte Eğrisinin Boyutsuz Noktasal Koordinatları

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin ana güverte eğrisini temsil eden eğriyi oluşturabilmek için tespit edilen 12 adet Karadeniz tipi balıkçı gemisinin ana güverte eğrileri üzerinde Şekil 2.7'de görüldüğü üzere 6 adet nokta (G noktaları) belirlenmiştir. 12 adet balıkçı gemisinin her birinin ana güverte eğrilerinde bu 6 adet noktanın kış dikmeye göre X, kaide hattına göre Z koordinat değerleri (Ek Tablo 2.4) belirlenmiştir. X değerleri gemilerin L_{OA} değerlerine göre, Z değerleri ise gemilerin D değerlerine göre boyutsuzlaştırılmıştır. Her bir nokta için ortaya çıkan boyutsuz katsayıların aritmetik ortalamaları alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin ana güverte eğrisinin çizilebilmesi için belirlenen noktaların boyutsuz koordinat değerleri Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6’da verilen X katsayılarının L_{OA} ile ve Z katsayılarının D ile çarpılmasıyla istenilen boy ve yükseklikteki geminin ana güverte eğrisi elde edilebilmektedir.

Tablo 2.6. KTBG formunun ana güverte eğrisini temsil eden noktaların X-Y-Z eksenlerindeki boyutsuz katsayıları

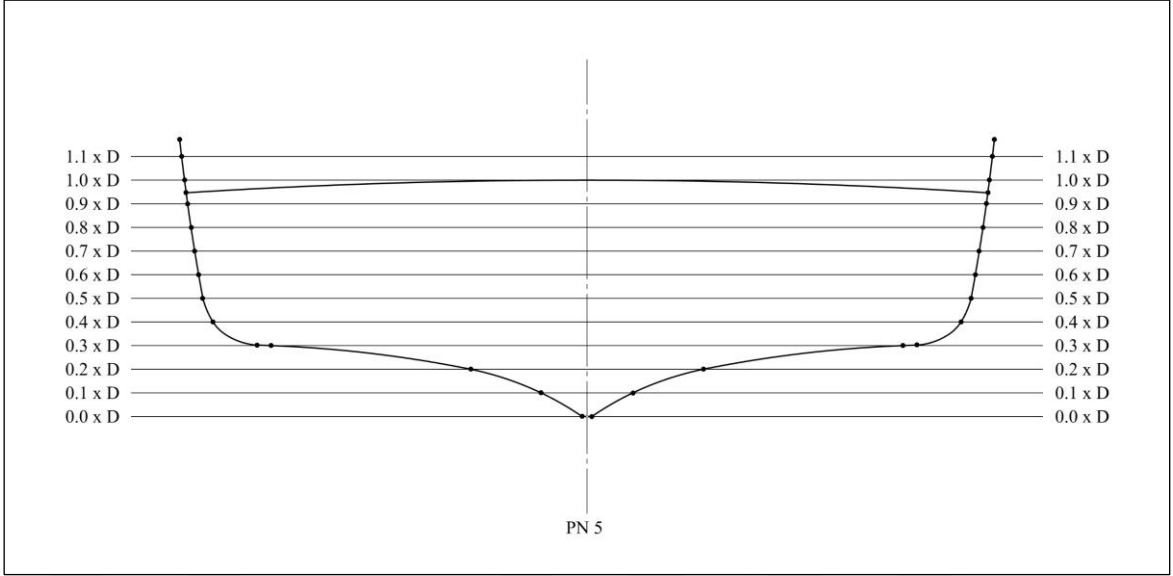
	KATSAYILAR		
	X	Y	Z
G1	0.85206	0.00000	1.10179
G2	0.63904	0.00000	1.02298
G3	0.42603	0.00000	1.00030
G4	0.21301	0.00000	1.03520
G5	0.00000	0.00000	1.12339
G6	-0.09156	0.00000	1.17316

2.2.5.KTBG Formunun Standart Boyutsuz Ofset Tablosu

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin postalarını temsil eden eğrileri oluşturabilmek için referans alınan formların (Tablo 2.2) kaide hattından ($0.0 \times D$) başlanarak $0.1 \times D$ aralıklarla su hatları (Şekil 2.8) oluşturulmuştur. Her posta için çizilen su hatlarındaki yarı genişlik değerleri (Ek Tablo 2.5-2.17) ölçülmüştür. İlgili formun $B_{Mastori}$ değerinin yarısı ile, ilgili su hattındaki yarı genişlik değerleri boyutsuzlaştırılmıştır. Her bir posta için elde edilen boyutsuz yarı genişlik değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak Karadeniz tipi balıkçı gemileri için bir standart boyutsuz ofset tablosu (Tablo 2.7 ve Tablo 2.8) oluşturulmuştur.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosu (Tablo 2.7 ve Tablo 2.8) onluk posta sistemine göre oluşturulmuştur. Baş ve kış formu daha iyi temsil edebilmek için PN 0.5, PN 9.5 ve PN 9.75 postaları da ofset tablosuna eklenmiştir. D (gemi derinliği) değeri, PN 5 (mastori) kesitinde (Şekil 2.8) gemi omurgası ile ana güverte arasındaki düşey mesafedir. L_{BP} değerinin ise Denklem (2.1)’e göre hesaplanması gerekmektedir.

$$L_{BP} = \frac{L_{OA}}{1.11} \quad (2.1)$$



Şekil 2.8. PN 5 (mastori) için oluşturulan orta kesit planı

KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda postaların omurgadaki başlangıç ve küpeştedeki bitiş konumlarının boyutsuz değerleri Tablo 2.9’da verilmiştir.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin gövde formunda Şekil 2.7’de görüldüğü üzere sintine çene hattı ve sintine dönüm hattı olmak üzere birbirine paralel olan iki ana hat vardır. Bunlara ek olarak sintine dönümünün bitip bordanın başladığı sınırı temsil eden borda dönüm hattı da vardır. Bu üç hattın KTBG standart boyutsuz ofset tablosundaki boyutsuz konum değerleri Tablo 2.10’da verilmiştir.

Karadeniz tipi balıkçı gemileri kendilerine has bir ana güverte yapısına sahiptirler. Merkez hattından bordalara doğru bir sehime, kış bodoslamadan baş bodoslamaya doğru da bir şiyere sahiptir. Profil görünüşünde, ana güverte hattını temsil eden eğrinin geçtiği noktaların boyutsuz konum değerleri Tablo 2.6’da verilmiştir. KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda ana güvertenin merkez ve borda hattındaki bitim noktalarının boyutsuz konum değerleri ise Tablo 2.11’de verilmiştir.

Karadeniz tipi balıkçı gemileri Şekil 1.8’de de görüleceği üzere kış kısmında gemi boyuna göre bir veya iki adet yardımcı bot taşımaktadır. Dolayısı ile Ayna kısmı bu yardımcı botları taşıyacak şekilde biçimlenmektedir. İlk tasarım aşamasında tasarımcıya bir Ayna profili vermek için KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda yer alan standart Ayna’nın boyutsuz konum değerleri Tablo 2.12’de verilmiştir.

Tablo 2.7. KTBG formunun standart boyutsuz ofset tablosu (SH 0-SH 7)

KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosu		Posta Genişliklerinin Boyutsuz Katsayıları							
		SH 0	SH 1	SH 2	SH 3	SH 4	SH 5	SH 6	SH 7
		0.0 x D	0.1 x D	0.2 x D	0.3 x D	0.4 x D	0.5 x D	0.6 x D	0.7 x D
PN 0.0	0.000 x L _{BP}	...	...	...	...	...	0.63171	0.91340	0.94111
PN 0.5	0.050 x L _{BP}	0.01691	0.02253	0.02815	0.03377	0.03939	0.87643	0.93772	0.95600
PN 1.0	0.100 x L _{BP}	0.03145	0.05690	0.08236	0.10782	0.44053	0.91912	0.95499	0.96796
PN 2.0	0.200 x L _{BP}	0.04613	0.10587	0.16560	0.22533	0.89402	0.95735	0.97551	0.98603
PN 3.0	0.300 x L _{BP}	0.03885	0.11613	0.21176	0.58973	0.93915	0.97373	0.98599	0.99551
PN 4.0	0.400 x L _{BP}	0.02757	0.11933	0.25586	0.76067	0.94978	0.97608	0.98644	0.99563
PN 5.0	0.500 x L _{BP}	0.10000	0.11457	0.29043	0.78883	0.93335	0.95862	0.96917	0.97905
PN 6.0	0.600 x L _{BP}	...	0.10225	0.28612	0.70821	0.87060	0.90197	0.91504	0.92776
PN 7.0	0.700 x L _{BP}	...	0.08310	0.23954	0.51959	0.71373	0.76048	0.78057	0.79970
PN 8.0	0.800 x L _{BP}	...	0.05977	0.17467	0.30258	0.43103	0.49664	0.52792	0.55207
PN 9.0	0.900 x L _{BP}	...	0.03074	0.10632	0.16582	0.21024	0.23756	0.24833	0.24550
PN 9.5	0.950 x L _{BP}	...	...	0.04401	0.09556	0.13326	0.15681	0.16519	0.15705
PN 9.75	0.975 x L _{BP}	...	...	...	0.02893	0.06761	0.09828	0.11753	0.12086
PN 10.0	1.000 x L _{BP}	...	...	...	...	...	...	0.03226	0.04865

Tablo 2.8. KTBG formunun standart boyutsuz ofset tablosu (SH 8-SH 15)

KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosu		Posta Genişliklerinin Boyutsuz Katsayıları							
		SH 8	SH 9	SH 10	SH 11	SH 12	SH 13	SH 14	SH 15
		0.8 x D	0.9 x D	1.0 x D	1.1 x D	1.2 x D	1.3 x D	1.4 x D	1.5 x D
PN 0.0	0.000 x L _{BP}	0.95360	0.96391	0.97336	0.98158	0.99007	...	...	...
PN 0.5	0.050 x L _{BP}	0.96683	0.97666	0.98557	0.99334	1.00002	...	...	...
PN 1.0	0.100 x L _{BP}	0.97820	0.98766	0.99612	1.00348	1.01000	...	...	...
PN 2.0	0.200 x L _{BP}	0.99555	1.00405	1.01173	1.01867	...	...	...	...
PN 3.0	0.300 x L _{BP}	1.00441	1.01247	1.01951	1.02601	...	...	...	...
PN 4.0	0.400 x L _{BP}	1.00397	1.01181	1.01847	1.02466	...	...	...	...
PN 5.0	0.500 x L _{BP}	0.98829	0.99677	1.00444	1.01174	...	...	...	...
PN 6.0	0.600 x L _{BP}	0.94021	0.95253	0.96477	0.97685	...	...	...	...
PN 7.0	0.700 x L _{BP}	0.81948	0.83987	0.86127	0.88446	0.90939	0.93490	0.96387	...
PN 8.0	0.800 x L _{BP}	0.57836	0.60805	0.64128	0.67864	0.72061	0.76918	0.82796	0.89490
PN 9.0	0.900 x L _{BP}	0.23432	0.23199	0.24794	0.28431	0.33521	0.40049	0.48296	0.59781
PN 9.5	0.950 x L _{BP}	0.12439	0.06761	...	...	0.01006	0.07202	0.16516	0.29132
PN 9.75	0.975 x L _{BP}	0.10166	0.03901	...	...	...	...	...	...
PN 10.0	1.000 x L _{BP}	0.04609	...	...	...	...	...	...	...

Tablo 2.9. KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda postaların omurgadan başlangıç ve küpeştede bitiş noktalarının boyutsuz konum değerleri

KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosu		Omurga		Küpeşte	
		Yarı Genişlik	Yükseklik	Yarı Genişlik	Yükseklik
PN 0.0	$0.000 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	0.44864	0.99344	1.23923
PN 0.5	$0.050 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	-0.08547	1.00136	1.22204
PN 1.0	$0.100 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	-0.07596	1.01033	1.20534
PN 2.0	$0.200 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	-0.05695	1.02352	1.17710
PN 3.0	$0.300 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	-0.03794	1.02971	1.16138
PN 4.0	$0.400 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	-0.01894	1.02810	1.15998
PN 5.0	$0.500 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	0.00007	1.01668	1.17116
PN 6.0	$0.600 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	0.01908	0.98810	1.19414
PN 7.0	$0.700 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	0.03809	0.98625	1.47061
PN 8.0	$0.800 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	0.05710	0.91573	1.52841
PN 9.0	$0.900 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	0.07760	0.73783	1.59381
PN 9.5	$0.950 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	0.15574	0.57246	1.63384
PN 9.75	$0.975 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	0.26509	...	...
PN 10.0	$1.000 \times L_{BP}$	0.1 m (sabit)	0.52269	0.19546	1.68015

Tablo 2.10. KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda sintine çene, sintine dönüm ve borda dönüm hatlarının boyutsuz konum değerleri

KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosu		Sintine Çene Hattı		Sintine Dönüm Hattı		Borda Dönüm Hattı	
		Yarı Genişlik	Yükseklik	Yarı Genişlik	Yükseklik	Yarı Genişlik	Yükseklik
PN 0.0	$0.000 \times L_{BP}$	...	...	0.80932	0.51472	0.94663	0.73716
PN 0.5	$0.050 \times L_{BP}$	0.03974	0.40623	0.82083	0.47496	0.95104	0.65719
PN 1.0	$0.100 \times L_{BP}$	0.12518	0.36820	0.83514	0.43979	0.96054	0.63197
PN 2.0	$0.200 \times L_{BP}$	0.22781	0.30414	0.85159	0.38203	0.97174	0.56609
PN 3.0	$0.300 \times L_{BP}$	0.27774	0.25564	0.85720	0.33863	0.97936	0.53407
PN 4.0	$0.400 \times L_{BP}$	0.30074	0.22267	0.84967	0.31139	0.97727	0.50747
PN 5.0	$0.500 \times L_{BP}$	0.30454	0.20476	0.82329	0.30186	0.95852	0.49914
PN 6.0	$0.600 \times L_{BP}$	0.29672	0.20348	0.76087	0.30874	0.90227	0.50151
PN 7.0	$0.700 \times L_{BP}$	0.27440	0.21827	0.63995	0.34023	0.76725	0.52794
PN 8.0	$0.800 \times L_{BP}$	...	...	...	...	...	...
PN 9.0	$0.900 \times L_{BP}$	...	...	...	...	...	...
PN 9.5	$0.950 \times L_{BP}$	...	...	...	...	...	...
PN 9.75	$0.975 \times L_{BP}$	...	...	...	...	...	...
PN 10.0	$1.000 \times L_{BP}$	...	...	...	...	...	...

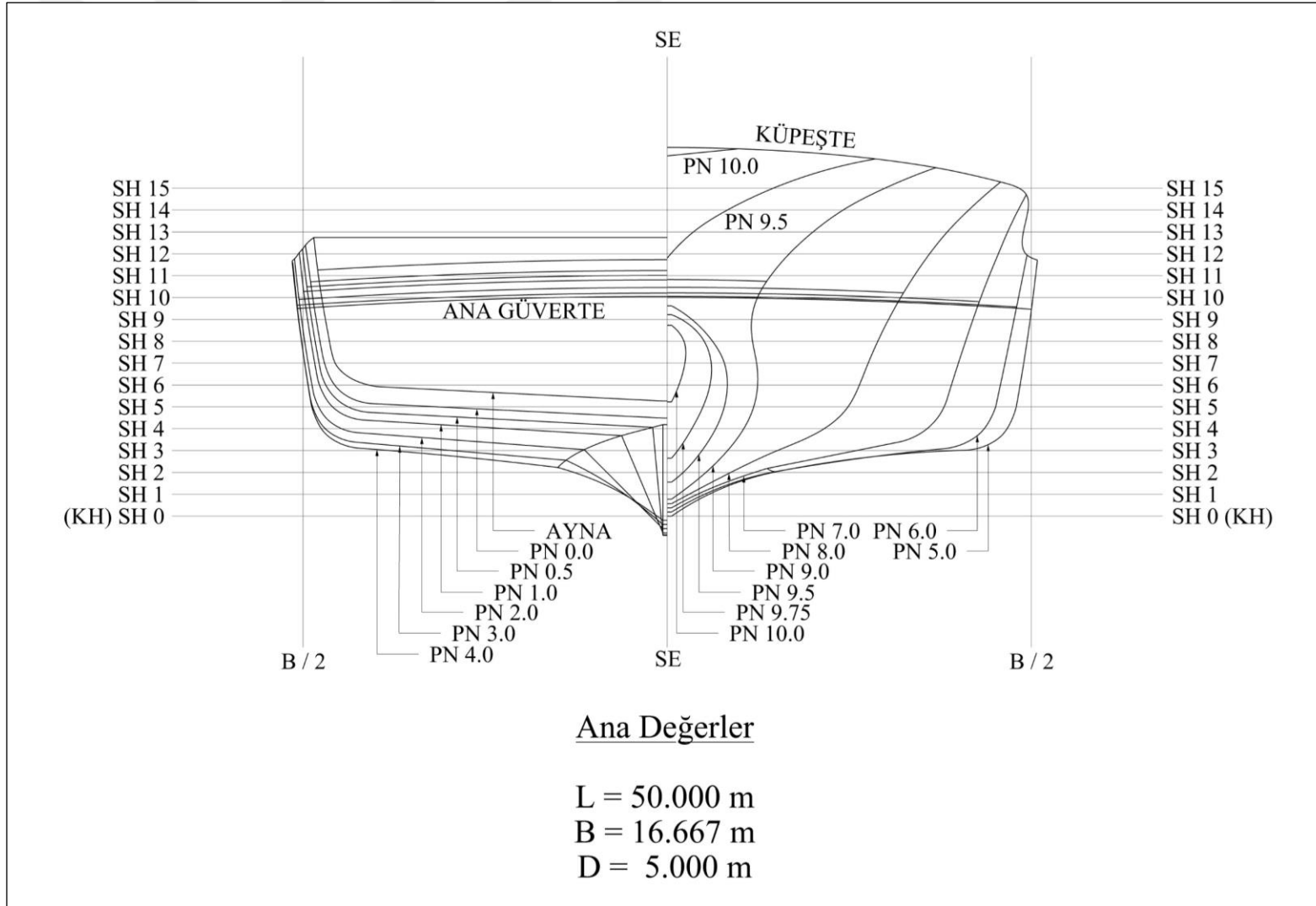
Tablo 2.11. KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda ana güvertenin merkez hattındaki ve borda hattındaki bitim noktalarının boyutsuz konum değerleri

KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosu		Ana Güverte Merkez Hattı		Ana Güverte Borda Hattı	
		Yarı Genişlik	Yükseklik	Yarı Genişlik	Yükseklik
PN 0.0	0.000 x L _{BP}	0.00000	1.12339	0.97932	1.07206
PN 0.5	0.050 x L _{BP}	0.00000	1.10124	0.98950	1.04871
PN 1.0	0.100 x L _{BP}	0.00000	1.08074	0.99824	1.02738
PN 2.0	0.200 x L _{BP}	0.00000	1.04570	1.01109	0.99127
PN 3.0	0.300 x L _{BP}	0.00000	1.02015	1.01713	0.96495
PN 4.0	0.400 x L _{BP}	0.00000	1.00489	1.01523	0.94966
PN 5.0	0.500 x L _{BP}	0.00000	1.00000	1.00042	0.94656
PN 6.0	0.600 x L _{BP}	0.00000	1.00543	0.95950	0.95679
PN 7.0	0.700 x L _{BP}	0.00000	1.02102	0.85719	0.98149
PN 8.0	0.800 x L _{BP}	0.00000	1.04658	0.64885	1.02122
PN 9.0	0.900 x L _{BP}	0.00000	1.08215	0.27312	1.07393
PN 9.5	0.950 x L _{BP}	...	...	...	...
PN 9.75	0.975 x L _{BP}	...	...	...	...
PN 10.0	1.000 x L _{BP}	...	...	...	...

Tablo 2.12. KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda ayna eğrisi noktalarının boyutsuz konum değerleri

KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosu	Ayna		
	X	Y	Z
Omurga	-0.09623	0.10000	0.52646
Sintine Dönüm Hattı	-0.09678	0.78704	0.59161
0.6 x D	-0.09685	0.82041	0.60000
Borda Dönüm Hattı	-0.09768	0.91201	0.70000
0.8 x D	-0.09851	0.92753	0.80000
0.9 x D	-0.09935	0.93856	0.90000
1.0 x D	-0.10018	0.94890	1.00000
1.1 x D	-0.10102	0.95783	1.10000
Ana Güverte	-0.10163	0.96352	1.17316
1.2 x D	-0.10176	0.96546	1.20000
Küpeşte	-0.10213	0.97046	1.27462

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna (Tablo 2.7 ve Tablo 2.8) göre oluşturulan bir formun en kesit planı örnek olarak Şekil 2.9’da verilmiştir.



Şekil 2.9. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan bir formun en kesit planı

2.3. Sistematik Direnç Analizleri İçin KTBG Formlarının Oluşturulması

KTBG formları incelendiğinde son 10 yılda inşa edilen balıkçı gemilerinin; genellikle 40 ila 60 metre boy (Şekil 2.1), 14 ila 18 metre genişlik (Şekil 2.2) ve 3.5 ila 5.5 metre derinlik (Şekil 2.4) değerleri aralığında inşa edildikleri görülmektedir. L/B oranları (Şekil 2.3) incelendiğinde ise bu değerler genellikle 2.5 ila 3.0 arasında değişmekte olduğu görülmektedir. Bu yüzden çalışmada incelenecek formların boy aralığı 40-60 metre, derinlik aralığı 4.0-5.5 metre ve L/B oranı aralığı 2.5-3.0 olarak belirlenmiştir. 50 metre üzeri Karadeniz tipi balıkçı gemilerine tam klaslı olma şartı getirildiğinden dolayı armatörler genellikle gemilerini, tam boylarını 49.95 metre olarak inşa ettirmektedirler. Bundan dolayı 50 metre boyda gemi yoğunluğu oluşmuştur. Bunun için 50 metre boyda L/B oranı 3.25 ve 3.50 olan formlar da çalışmaya dahil edilmiştir.

Sistematik direnç analizlerinde gemi boyunun, genişliğinin, derinliğinin ve L/B oranının direnç üzerindeki etkisini görebilmek için; 40-60 metre boy aralığında, 4.0-5.5 metre derinlik aralığında ve L/B oranı 2.5, 2.75, 3.00 olan (50 metre boy için 3.25 ve 3.50 dahil) 68 adet KTBG formu (Tablo 2.13) standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulmuştur.

Tablo 2.13. Sistematik direnç analizleri için standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen KTBG formları

Sıra No	Gemi Kodu	L/B	L	B	D
	L - L/B - D		(m)	(m)	(m)
1	40-2.50-4.0	2.500	40.000	16.000	4.000
2	40-2.75-4.0	2.750	40.000	14.545	4.000
3	40-3.00-4.0	3.000	40.000	13.333	4.000
4	40-2.50-4.5	2.500	40.000	16.000	4.500
5	40-2.75-4.5	2.750	40.000	14.545	4.500
6	40-3.00-4.5	3.000	40.000	13.333	4.500
7	40-2.50-5.0	2.500	40.000	16.000	5.000
8	40-2.75-5.0	2.750	40.000	14.545	5.000
9	40-3.00-5.0	3.000	40.000	13.333	5.000
10	40-2.50-5.5	2.500	40.000	16.000	5.500
11	40-2.75-5.5	2.750	40.000	14.545	5.500
12	40-3.00-5.5	3.000	40.000	13.333	5.500

Tablo 2.13'ün devamı

13	45-2.50-4.0	2.500	45.000	18.000	4.000
14	45-2.75-4.0	2.750	45.000	16.364	4.000
15	45-3.00-4.0	3.000	45.000	15.000	4.000
16	45-2.50-4.5	2.500	45.000	18.000	4.500
17	45-2.75-4.5	2.750	45.000	16.364	4.500
18	45-3.00-4.5	3.000	45.000	15.000	4.500
19	45-2.50-5.0	2.500	45.000	18.000	5.000
20	45-2.75-5.0	2.750	45.000	16.364	5.000
21	45-3.00-5.0	3.000	45.000	15.000	5.000
22	45-2.50-5.5	2.500	45.000	18.000	5.500
23	45-2.75-5.5	2.750	45.000	16.364	5.500
24	45-3.00-5.5	3.000	45.000	15.000	5.500
25	50-2.50-4.0	2.500	50.000	20.000	4.000
26	50-2.75-4.0	2.750	50.000	18.182	4.000
27	50-3.00-4.0	3.000	50.000	16.667	4.000
28	50-3.25-4.0	3.250	50.000	15.385	4.000
29	50-3.50-4.0	3.500	50.000	14.286	4.000
30	50-2.50-4.5	2.500	50.000	20.000	4.500
31	50-2.75-4.5	2.750	50.000	18.182	4.500
32	50-3.00-4.5	3.000	50.000	16.667	4.500
33	50-3.25-4.5	3.250	50.000	15.385	4.500
34	50-3.50-4.5	3.500	50.000	14.286	4.500
35	50-2.50-5.0	2.500	50.000	20.000	5.000
36	50-2.75-5.0	2.750	50.000	18.182	5.000
37	50-3.00-5.0	3.000	50.000	16.667	5.000
38	50-3.25-5.0	3.250	50.000	15.385	5.000
39	50-3.50-5.0	3.500	50.000	14.286	5.000
40	50-2.50-5.5	2.500	50.000	20.000	5.500
41	50-2.75-5.5	2.750	50.000	18.182	5.500
42	50-3.00-5.5	3.000	50.000	16.667	5.500
43	50-3.25-5.5	3.250	50.000	15.385	5.500
44	50-3.50-5.5	3.500	50.000	14.286	5.500
45	55-2.50-4.0	2.500	55.000	22.000	4.000
46	55-2.75-4.0	2.750	55.000	20.000	4.000
47	55-3.00-4.0	3.000	55.000	18.333	4.000

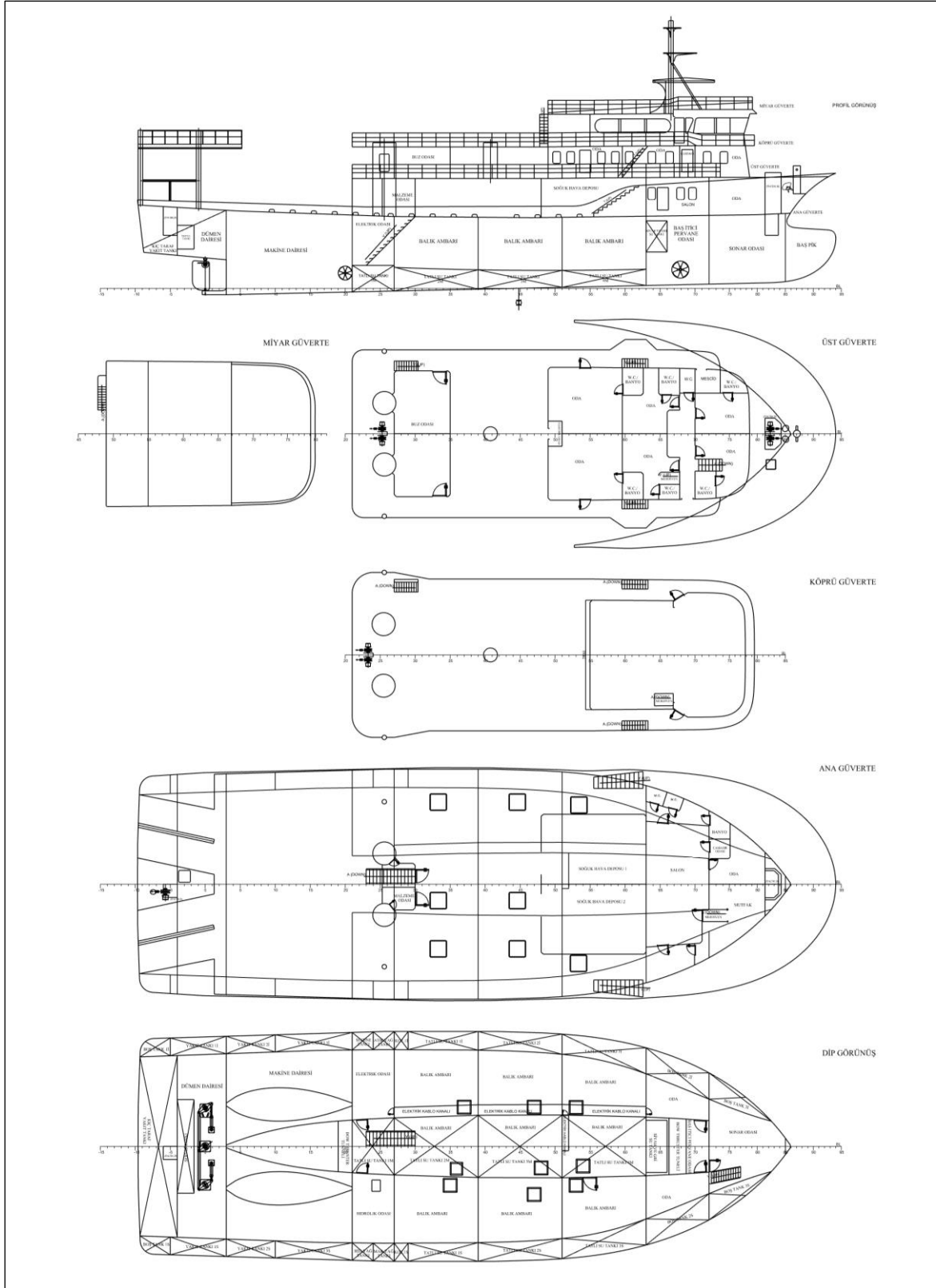
Tablo 2.13'ün devamı

48	55-2.50-4.5	2.500	55.000	22.000	4.500
49	55-2.75-4.5	2.750	55.000	20.000	4.500
50	55-3.00-4.5	3.000	55.000	18.333	4.500
51	55-2.50-5.0	2.500	55.000	22.000	5.000
52	55-2.75-5.0	2.750	55.000	20.000	5.000
53	55-3.00-5.0	3.000	55.000	18.333	5.000
54	55-2.50-5.5	2.500	55.000	22.000	5.500
55	55-2.75-5.5	2.750	55.000	20.000	5.500
56	55-3.00-5.5	3.000	55.000	18.333	5.500
57	60-2.50-4.0	2.500	60.000	24.000	4.000
58	60-2.75-4.0	2.750	60.000	21.818	4.000
59	60-3.00-4.0	3.000	60.000	20.000	4.000
60	60-2.50-4.5	2.500	60.000	24.000	4.500
61	60-2.75-4.5	2.750	60.000	21.818	4.500
62	60-3.00-4.5	3.000	60.000	20.000	4.500
63	60-2.50-5.0	2.500	60.000	24.000	5.000
64	60-2.75-5.0	2.750	60.000	21.818	5.000
65	60-3.00-5.0	3.000	60.000	20.000	5.000
66	60-2.50-5.5	2.500	60.000	24.000	5.500
67	60-2.75-5.5	2.750	60.000	21.818	5.500
68	60-3.00-5.5	3.000	60.000	20.000	5.500

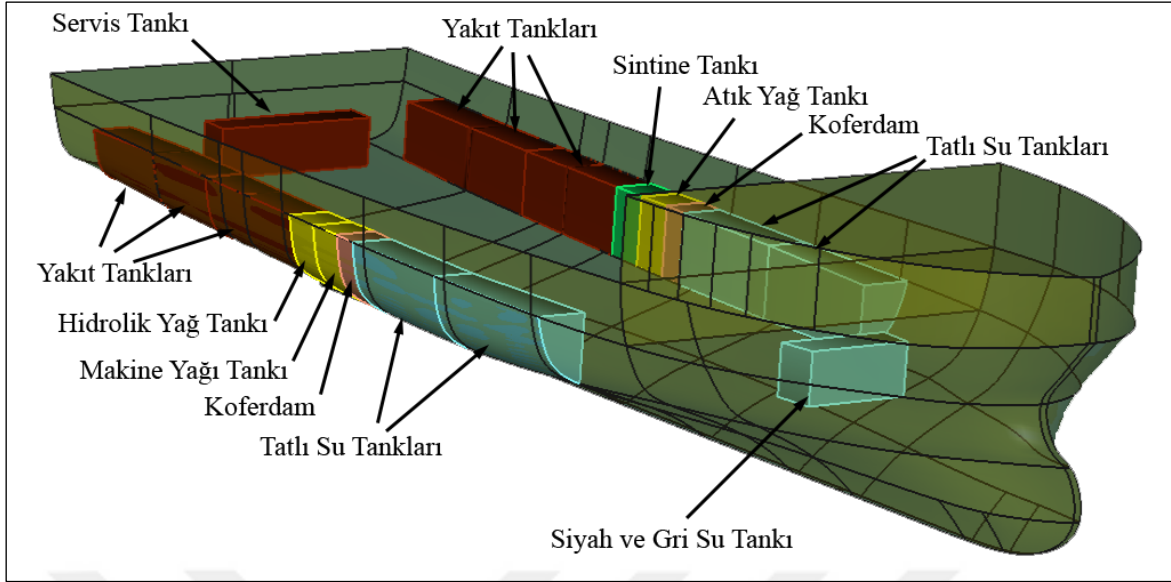
2.4. KTBG Formları İçin Yaklaşık Ağırlık ve Hacim Hesaplamaları

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin genel yerleşim ve tank yerleşim planları %90 oranında birbirine benzerdir. 50 metre boyunda bir Karadeniz tipi balıkçı gemisinin genel yerleşim planı Şekil 2.10'da, bütün tanklarının yerleşim planı Şekil 2.11'de ve balık ambarlarının yerleşimi ise Şekil 2.12'de gösterilmiştir.

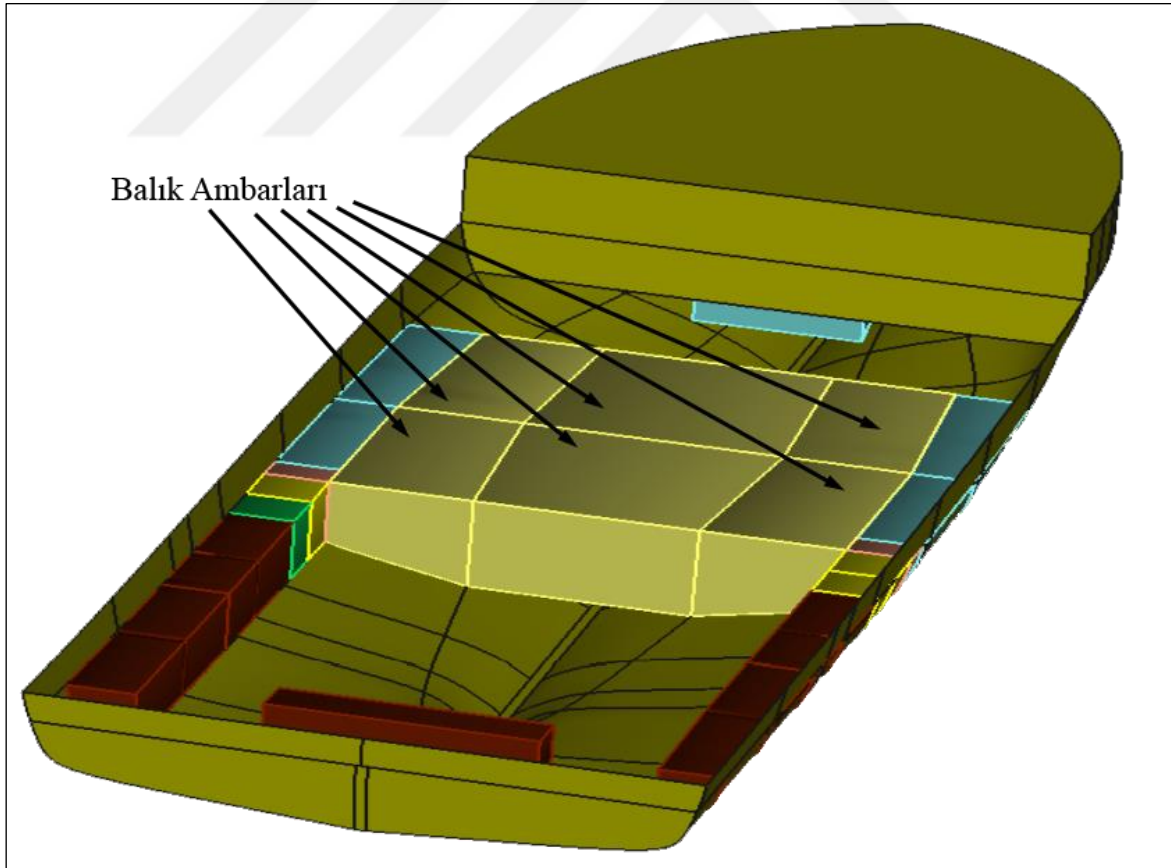
KTBG formlarının yüzdüğü su çekimlerini tespit edebilmek için toplam gemi boş ağırlığı, tank ve balık taşıma ambarı hacimleri tespit edilmiştir. Toplam gemi boş ağırlığı Tablo 1.12 referans alınarak belirlenmiştir. Tank ve balık taşıma ambarı hacimleri ise saha çalışmalarından elde edilen bilgiler ve KTBG planları üzerinde yapılan çalışmalar sonucu hesaplanmıştır. Elde edilen bilgiler sonucunda 40 ila 60 metre boy aralığındaki Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin ağırlıklarını ve hacimlerini hesaplayabilen bağıntılar geliştirilmiştir.



Şekil 2.10. 50 metre boyundaki bir Karadeniz tipi balıkçı gemisinin genel yerleşim planı



Şekil 2.11. Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinde yakıt, su ve diğer tankların yerleşim planı (Baytemür, 2018).



Şekil 2.12. Karadeniz tipi bir balıkçı gemisinde balık ambarlarının yerleşim planı (Baytemür, 2018).

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin “gemi gövdesi çelik tekne ağırlığı” (GGÇTA) üst yapı hariç yaklaşık olarak Denklem (2.2) ile hesaplanabilir:

$$GG\dot{C}TA = L_{OA} \times B_{Mastori} \times D \times 0.0960 \quad (2.2)$$

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin “üst yapı çelik tekne ağırlığı” (ÜYÇTA) yaklaşık olarak Denklem (2.3) ile hesaplanabilir:

$$\ddot{U}Y\dot{C}TA = L_{OA} \times B_{Mastori} \times 0.1332 \quad (2.3)$$

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin “toplam çelik tekne ağırlığı” (TÇTA) yaklaşık olarak Denklem (2.4) ile hesaplanabilir:

$$T\dot{C}TA = (L_{OA} \times B_{Mastori}) \times (0.0960 \times D + 0.1332) \quad (2.4)$$

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde var olan ağların, makinelerin, diğer cihaz ve eşyaların toplam ağırlığı yaklaşık 150 ton olarak hesap edilmiştir (Baytemür, 2018). Diğer ağırlıkların toplamı (150 ton) ile toplam çelik tekne ağırlığının toplamı olan “toplam tekne ağırlığı” (TTA) yaklaşık olarak Denklem (2.5) ile hesaplanabilir:

$$TTA = (L_{OA} \times B_{Mastori}) \times (0.0960 \times D + 0.1332) + 150 \quad (2.5)$$

Karadeniz tipi balıkçı gemileri için “yakıt, su ve diğer tankların hacimlerinin toplamı” (YSDHT) yaklaşık olarak Denklem (2.6) ile hesaplanabilir:

$$YSDHT = L_{OA} \times D \times 0.8320 \quad (2.6)$$

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin limandan çıkış ağırlığı (toplam tekne, yakıt, su ve diğer ağırlıkların toplamı) olan “dizayn su çekimi ağırlığı” (DSÇA) yaklaşık olarak Denklem (2.7) ile hesap edilebilir:

$$DS\dot{C}A = (L_{OA} \times B_{Mastori}) \times (0.0960 \times D + 0.1332) + (L_{OA} \times D \times 0.8320) + 150 \quad (2.7)$$

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin “toplam balık ambarı hacmi” (TBAH) yaklaşık olarak Denklem (2.8) ile hesap edilebilir:

$$TBAH = L_{OA} \times B_{Mastori} \times D \times 0.2240 \quad (2.8)$$

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin “balık yüklü su çekimi ağırlığı” (BYSÇA) yaklaşık olarak Denklem (2.9) ile hesap edilebilir:

$$BYS\dot{C}A = (L_{OA} \times B_{Mastori}) \times (0.0960 \times D + 0.1332) + (L_{OA} \times D \times 0.8320) + 150 + (L_{OA} \times B_{Mastori} \times D \times 0.2240) \quad (2.9)$$

Tablo 2.13’te genel özellikleri verilen KTBG formlarının ağırlık ve hacim hesaplamaları ilgili denklemler yardımı ile yapılmış olup, elde edilen değerler Tablo 2.14’te verilmiştir.

Tablo 2.13’te genel özellikleri verilen KTBG formlarının üç boyutlu halleri Maxsurf programında modellenmiştir. Tablo 2.14’te verilen DSÇA’ya ve BYSÇA’ya göre, deniz suyu yoğunluğu 1.025 ton/m³ kabul edilerek, Maxsurf programı yardımı ile hesaplanan su çekimi değerleri ise Tablo 2.15’te verilmiştir.

Tablo 2.14. Sistematik direnç analizleri için standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen KTBG formlarının yaklaşık ağırlık ve hacim değerleri

Gemi Kodu	GGÇTA	ÜYÇTA	TÇTA	TTA	YSDHT	DSÇA	TBAH	BYSÇA
L - L/B - D	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(m ³)	(ton)	(m ³)	(ton)
40-2.50-4.0	246	85	331	481	133	614	573	1188
40-2.75-4.0	223	77	301	451	133	584	521	1105
40-3.00-4.0	205	71	276	426	133	559	478	1037
40-2.50-4.5	276	85	362	512	150	661	645	1307
40-2.75-4.5	251	77	329	479	150	629	586	1215
40-3.00-4.5	230	71	301	451	150	601	538	1139

Tablo 2.14'ün devamı

40-2.50-5.0	307	85	392	542	166	709	717	1426
40-2.75-5.0	279	77	357	507	166	673	652	1325
40-3.00-5.0	256	71	327	477	166	643	597	1241
40-2.50-5.5	338	85	423	573	183	756	788	1545
40-2.75-5.5	307	77	385	535	183	718	717	1435
40-3.00-5.5	282	71	353	503	183	686	657	1343
45-2.50-4.0	311	108	419	569	150	719	726	1444
45-2.75-4.0	283	98	381	531	150	681	660	1340
45-3.00-4.0	259	90	349	499	150	649	605	1254
45-2.50-4.5	350	108	458	608	168	776	816	1593
45-2.75-4.5	318	98	416	566	168	735	742	1477
45-3.00-4.5	292	90	382	532	168	700	680	1380
45-2.50-5.0	389	108	497	647	187	834	907	1741
45-2.75-5.0	353	98	452	602	187	789	825	1613
45-3.00-5.0	324	90	414	564	187	751	756	1507
45-2.50-5.5	428	108	536	686	206	891	998	1889
45-2.75-5.5	389	98	487	637	206	843	907	1750
45-3.00-5.5	356	90	446	596	206	802	832	1634
50-2.50-4.0	384	133	517	667	166	834	896	1730
50-2.75-4.0	349	121	470	620	166	787	815	1601
50-3.00-4.0	320	111	431	581	166	747	747	1494
50-3.25-4.0	295	102	398	548	166	714	689	1404
50-3.50-4.0	274	95	369	519	166	686	640	1326
50-2.50-4.5	432	133	565	715	187	902	1008	1910
50-2.75-4.5	393	121	514	664	187	851	916	1767
50-3.00-4.5	360	111	471	621	187	808	840	1648
50-3.25-4.5	332	102	435	585	187	772	775	1547
50-3.50-4.5	309	95	404	554	187	741	720	1461
50-2.50-5.0	480	133	613	763	208	971	1120	2091
50-2.75-5.0	436	121	557	707	208	915	1018	1934
50-3.00-5.0	400	111	511	661	208	869	933	1802
50-3.25-5.0	369	102	472	622	208	830	862	1691
50-3.50-5.0	343	95	438	588	208	796	800	1596

Tablo 2.14'ün devamı

50-2.50-5.5	528	133	661	811	229	1040	1232	2272
50-2.75-5.5	480	121	601	751	229	980	1120	2100
50-3.00-5.5	440	111	551	701	229	930	1027	1956
50-3.25-5.5	406	102	509	659	229	887	948	1835
50-3.50-5.5	377	95	472	622	229	851	880	1731
55-2.50-4.0	465	161	626	776	183	959	1084	2043
55-2.75-4.0	422	147	569	719	183	902	986	1888
55-3.00-4.0	387	134	522	672	183	855	903	1758
55-2.50-4.5	523	161	684	834	206	1040	1220	2259
55-2.75-4.5	475	147	622	772	206	978	1109	2086
55-3.00-4.5	436	134	570	720	206	926	1016	1942
55-2.50-5.0	581	161	742	892	229	1121	1355	2476
55-2.75-5.0	528	147	675	825	229	1053	1232	2285
55-3.00-5.0	484	134	618	768	229	997	1129	2126
55-2.50-5.5	639	161	800	950	252	1202	1491	2692
55-2.75-5.5	581	147	727	877	252	1129	1355	2484
55-3.00-5.5	532	134	667	817	252	1068	1242	2311
60-2.50-4.0	553	192	745	895	200	1094	1290	2385
60-2.75-4.0	503	174	677	827	200	1027	1173	2200
60-3.00-4.0	461	160	621	771	200	970	1075	2046
60-2.50-4.5	622	192	814	964	225	1189	1452	2640
60-2.75-4.5	566	174	740	890	225	1115	1320	2434
60-3.00-4.5	518	160	678	828	225	1053	1210	2262
60-2.50-5.0	691	192	883	1033	250	1283	1613	2895
60-2.75-5.0	628	174	803	953	250	1202	1466	2668
60-3.00-5.0	576	160	736	886	250	1135	1344	2479
60-2.50-5.5	760	192	952	1102	275	1377	1774	3151
60-2.75-5.5	691	174	866	1016	275	1290	1613	2903
60-3.00-5.5	634	160	793	943	275	1218	1478	2696

Tablo 2.15. Sistematik direnç analizleri için standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen KTBG formlarının dizayn su çekimi ve balık yüklü su çekimi ağırlıklarına göre hesaplanan su çekimi değerleri

Gemi Kodu	DSÇA'ya Göre			BYSÇA'ya Göre		
	T _{Kıç}	T _{Mastori}	T _{Baş}	T _{Kıç}	T _{Mastori}	T _{Baş}
L-L/B-D	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
40-2.50-4.0	2.777	2.425	2.130	3.867	3.515	3.220
40-2.75-4.0	2.832	2.480	2.185	3.919	3.567	3.272
40-3.00-4.0	2.887	2.535	2.240	3.971	3.619	3.324
40-2.50-4.5	3.066	2.670	2.338	4.295	3.899	3.567
40-2.75-4.5	3.128	2.732	2.400	4.350	3.954	3.622
40-3.00-4.5	3.183	2.787	2.455	4.407	4.011	3.679
40-2.50-5.0	3.357	2.917	2.548	4.724	4.284	3.915
40-2.75-5.0	3.418	2.978	2.609	4.782	4.342	3.973
40-3.00-5.0	3.479	3.039	2.670	4.841	4.401	4.032
40-2.50-5.5	3.646	3.162	2.756	5.152	4.668	4.262
40-2.75-5.5	3.712	3.228	2.822	5.214	4.730	4.324
40-3.00-5.5	3.777	3.293	2.887	5.276	4.792	4.386
45-2.50-4.0	2.688	2.336	2.041	3.779	3.427	3.132
45-2.75-4.0	2.734	2.382	2.087	3.823	3.471	3.176
45-3.00-4.0	2.780	2.428	2.133	3.868	3.516	3.221
45-2.50-4.5	2.973	2.577	2.245	4.205	3.809	3.477
45-2.75-4.5	3.023	2.627	2.295	4.252	3.856	3.524
45-3.00-4.5	3.071	2.675	2.343	4.298	3.902	3.570
45-2.50-5.0	3.259	2.819	2.450	4.629	4.189	3.820
45-2.75-5.0	3.312	2.872	2.503	4.678	4.238	3.869
45-3.00-5.0	3.363	2.923	2.554	4.728	4.288	3.919
45-2.50-5.5	3.543	3.059	2.653	5.053	4.569	4.163
45-2.75-5.5	3.600	3.116	2.710	5.107	4.623	4.217
45-3.00-5.5	3.655	3.171	2.765	5.160	4.676	4.270
50-2.50-4.0	2.620	2.268	1.973	3.716	3.364	3.069
50-2.75-4.0	2.660	2.308	2.013	3.753	3.401	3.106
50-3.00-4.0	2.698	2.346	2.051	3.791	3.439	3.144
50-3.25-4.0	2.738	2.386	2.091	3.829	3.477	3.182
50-3.50-4.0	2.778	2.426	2.131	3.867	3.515	3.220

Tablo 2.15'in devamı

50-2.50-4.5	2.902	2.506	2.174	4.137	3.741	3.409
50-2.75-4.5	2.945	2.549	2.217	4.177	3.781	3.449
50-3.00-4.5	2.987	2.591	2.259	4.217	3.821	3.489
50-3.25-4.5	3.030	2.634	2.302	4.257	3.861	3.529
50-3.50-4.5	3.072	2.676	2.344	4.298	3.902	3.570
50-2.50-5.0	3.184	2.744	2.375	4.559	4.119	3.750
50-2.75-5.0	3.229	2.789	2.420	4.602	4.162	3.793
50-3.00-5.0	3.275	2.835	2.466	4.645	4.205	3.836
50-3.25-5.0	3.321	2.881	2.512	4.688	4.248	3.879
50-3.50-5.0	3.365	2.925	2.556	4.731	4.291	3.922
50-2.50-5.5	3.466	2.982	2.576	4.981	4.497	4.091
50-2.75-5.5	3.515	3.031	2.625	5.027	4.543	4.137
50-3.00-5.5	3.564	3.080	2.674	5.071	4.587	4.181
50-3.25-5.5	3.610	3.126	2.720	5.117	4.633	4.227
50-3.50-5.5	3.659	3.175	2.769	5.163	4.679	4.273
55-2.50-4.0	2.567	2.215	1.920	3.666	3.314	3.019
55-2.75-4.0	2.602	2.250	1.955	3.699	3.347	3.052
55-3.00-4.0	2.638	2.286	1.991	3.732	3.380	3.085
55-2.50-4.5	2.847	2.451	2.119	4.085	3.689	3.357
55-2.75-4.5	2.885	2.489	2.157	4.120	3.724	3.392
55-3.00-4.5	2.922	2.526	2.194	4.156	3.760	3.428
55-2.50-5.0	3.126	2.686	2.317	4.505	4.065	3.696
55-2.75-5.0	3.166	2.726	2.357	4.542	4.102	3.733
55-3.00-5.0	3.207	2.767	2.398	4.580	4.140	3.771
55-2.50-5.5	3.405	2.921	2.515	4.924	4.440	4.034
55-2.75-5.5	3.475	2.991	2.585	4.990	4.506	4.100
55-3.00-5.5	3.490	3.006	2.600	5.005	4.521	4.115
60-2.50-4.0	2.525	2.173	1.878	3.627	3.275	2.980
60-2.75-4.0	2.557	2.205	1.910	3.656	3.304	3.009
60-3.00-4.0	2.587	2.235	1.940	3.686	3.334	3.039
60-2.50-4.5	2.803	2.407	2.075	4.045	3.649	3.317
60-2.75-4.5	2.837	2.441	2.109	4.076	3.680	3.348
60-3.00-4.5	2.870	2.474	2.142	4.107	3.711	3.379

Tablo 2.15'in devamı

60-2.50-5.0	3.079	2.639	2.270	4.462	4.022	3.653
60-2.75-5.0	3.115	2.675	2.306	4.495	4.055	3.686
60-3.00-5.0	3.151	2.711	2.342	4.529	4.089	3.720
60-2.50-5.5	3.356	2.872	2.466	4.880	4.396	3.990
60-2.75-5.5	3.394	2.910	2.504	4.915	4.431	4.025
60-3.00-5.5	3.433	2.949	2.543	4.950	4.466	4.060

2.5. HAD ile Gemi Direnci Hesabı

Yapılan çalışmada, bütün HAD direnç analizleri lisanslı Simcenter STAR-CCM+ 2021.2 yazılımının Hull Performance Workflow (TPİA) modülü ile “BatchScript.java” makrosu kullanılarak yapılmıştır.

2.5.1. Temel Denklemler

HAD direnç analizleri için kullanılan denklemler, STAR-CCM+ yazılımının kullanıcı kılavuzundan başlıklar halinde özetlenerek verilmiştir. Başlıklar altında özetlenmiş denklemlerin geniş açıklamalarına ve terimlerinin ayrıntısına STAR-CCM+ yazılımının kullanıcı kılavuzundan (SIEMENS, 2021a) bakılabilir.

2.5.1.1. Kütleinin Korunumu

Bir kontrol hacmi boyunca kütle dengesi, süreklilik denklemi (2.10) ile ifade edilir:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0 \quad (2.10)$$

Denklem (2.10) sonlu bir kontrol hacmi üzerinden integre edilirken, süreklilik denklemi şu şekilde yazılabilir:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho dV + \oint_A \rho \mathbf{v} \cdot d\mathbf{a} = \int_V S_u dV \quad (2.11)$$

Burada; t zaman, V hacim, $\mathbf{a}$ alan vektörü, ρ yoğunluk, $\mathbf{v}$ hız ve S_u kullanıcı tarafından belirlenen bir kaynak terimidir.

2.5.1.2. Linear Momentumun Korunumu

Doğrusal momentumun zamana bağlı değişim hızı, süreklilik üzerine etkiyen bileşke kuvvete eşittir:

$$\frac{\partial(\rho \mathbf{v})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v} \otimes \mathbf{v}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} + \mathbf{f}_b \quad (2.12)$$

Burada; $\otimes$ dış ürünü gösterir, $\mathbf{f}_b$ birim hacim başına sürekli ortam üzerinde etki eden gövde kuvvetlerinin (yerçekimi ve merkezkaç kuvvetleri gibi) bileşkesidir ve $\boldsymbol{\sigma}$ gerilme (stres) tensörüdür.

Bir akışkan için, gerilme tensörü ($\boldsymbol{\sigma}$) genellikle normal ve kayma gerilmelerinin toplamı olarak yazılır:

$$\boldsymbol{\sigma} = -p\mathbf{I} + \mathbf{T} \quad (2.13)$$

Burada; p basınç ve $\mathbf{T}$ viskoz gerilme tensörüdür.

Denklem (2.12)'de $\boldsymbol{\sigma}$ yerine Denklem (2.13) yazılırsa, doğrusal momentum denklemi aşağıdaki gibi (2.14) yazılır:

$$\frac{\partial(\rho \mathbf{v})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v} \otimes \mathbf{v}) = -\nabla \cdot (p\mathbf{I}) + \nabla \cdot \mathbf{T} + \mathbf{f}_b \quad (2.14)$$

Denklem (2.14) sonlu bir kontrol hacmi üzerinden integre edilirken, doğrusal momentum denklemi şu şekilde yazılabilir:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho \mathbf{v} dV + \oint_A \rho \mathbf{v} \otimes \mathbf{v} \cdot d\mathbf{a} = -\oint_A p\mathbf{I} \cdot d\mathbf{a} + \oint_A \mathbf{T} \cdot d\mathbf{a} + \int_V \mathbf{f}_b dV + \int_V \mathbf{s}_u dV \quad (2.15)$$

Burada; p basınç, $\mathbf{T}$ viskoz gerilme tensörü ve $\mathbf{S}_u$ kullanıcı tarafından belirlenen bir kaynak terimidir.

2.5.1.3. Genel Transport Denklemi

Uygun bünye denklemleri korunum denklemlerine dahil edildiğinde, kapalı bir denklem seti elde edilir. Tüm korunum denklemleri, genel bir transport denklemi cinsinden yazılabilir. Genel transport denklemi, bir kontrol hacmi (V) üzerinde integre edilerek ve Gauss'un diverjans teoremi uygulanarak, transport denkleminin aşağıdaki integral formu elde edilir:

$$\underbrace{\frac{d}{dt} \int_V \rho \phi dV}_{\text{Geçici Terim}} + \underbrace{\int_A \rho \mathbf{v} \phi \cdot d\mathbf{a}}_{\text{Konvektif Akı}} = \underbrace{\int_A \Gamma \nabla \phi d\mathbf{a}}_{\text{Difüzyon Akı}} + \underbrace{\int_V \mathbf{S}_\phi dV}_{\text{Kaynak Terim}} \quad (2.16)$$

Burada; ϕ bir skaler özelliğin taşınmasını temsil eder, A kontrol hacminin yüzey alanıdır ve $d\mathbf{a}$ yüzey vektörünü ifade eder. Örneğin, ϕ ; 1, u , v , w , E , H veya Y_i 'ye eşit olarak ayarlanarak, difüzyon katsayısı (Γ) ve kaynak terimleri için uygun değerler seçilerek, kütle, momentum, enerji ve tür korunumu için kısmi diferansiyel denklemlerin özel biçimleri elde edilir.

Denklem (2.16) dört ayrı terime sahiptir:

- Geçici terim (transient term); kontrol hacmi içindeki akışkan özelliğinin (ϕ) zamana göre değişim oranını gösterir.
- Konvektif akı (convective flux); konveksiyon nedeniyle kontrol hacmi sınırları boyunca akışkan özelliğinin (ϕ) net düşüş oranını ifade eder.
- Difüzyon akı (diffusive flux); difüzyon nedeniyle kontrol hacmi sınırları boyunca akışkan özelliğinin (ϕ) net artış hızına karşılık gelir.
- Kaynak terimi (source term); kontrol hacmi içindeki akışkan özelliğinin (ϕ) oluşumunu/imhasını ifade eder.

2.5.1.4. Ayrılmış Akış Çözücü (Segregated Flow Solver)

Ayrılmış akış çözücü, kütle ve momentumun integral korunum denklemlerini sıralı bir şekilde çözer. Doğrusal olmayan yönetici denklemler, u , v , w , p gibi çözüm değişkenleri için birbiri ardına tekrarlanarak çözülür.

Ayrılmış akış çözücü, bir basınç-düzeltilme denklemini çözerek, hız alanındaki kütle koruma kısıtlamasının yerine getirildiği bir basınç-hız eşleştirme algoritması kullanır. Basınç-düzeltilme denklemi, süreklilik denkleminin ve momentum denklemlerinden, basıncın düzeltilmesiyle elde edilen süreklilik denklemini sağlayan tahmini bir hız alanı aranacak şekilde oluşturulur. Bu yöntem aynı zamanda bir tahmin-düzeltilici yaklaşımı olarak da adlandırılır. Değişken olarak basınç, basınç düzeltilme denkleminin elde edilir.

STAR-CCM+ iki basınç-hız birleştirme algoritması uygular: SIMPLE ve PISO. HAD direnç analizlerinde SIMPLE algoritması kullanılmıştır.

2.5.1.5. SIMPLE Algoritması

SIMPLE algoritması, genel çözümü kontrol etmek için kullanılır. Bu algoritma şu şekilde özetlenmiştir:

1. Sınır koşullarını belirleyin.
2. Hız ve basıncın yeniden yapılandırma gradyanlarını hesaplayın.
3. Hız ve basınç gradyanlarını hesaplayın.
4. Ayrıklaştırılmış momentum denklemini çözün. Bu, ara hız alanı v^* i yaratır.
5. $\dot{m}_f^*$ yüzeylerindeki düzeltilmemiş kütle akılarını hesaplayın.
6. Basınç düzeltilme denklemini çözün. Bu, p' basınç düzeltmesi için hücre değerleri üretir.
7. Basınç alanını güncelleyin:

$$p^{n+1} = p^n + \omega p' \quad (2.17)$$

Burada ω , basınç için gevşeme faktörüdür (relaxation factor).

8. Sınır basıncı düzeltmelerini güncelleyin p'_b .

9. Yüz kütle akılarını düzeltin:

$$\dot{m}_f^{n+1} = \dot{m}_f^* + \dot{m}_f' \quad (2.18)$$

10. Hücre hızlarını düzeltin:

$$\mathbf{v}_p^{n+1} = \mathbf{v}_p^* - \frac{V \nabla p'}{\mathbf{a}_p^{fv}} \quad (2.19)$$

Burada; $\nabla p'$ basınç düzeltmelerinin gradyanı, $\mathbf{a}_p^{fv}$ ayrıklaştırılmış hız denklemi için merkezi katsayıların vektörüdür ve V hücre hacmidir.

11. Basınç değişiklikleri nedeniyle yoğunluğu güncelleyin.

12. Tüm geçici depolama alanını boşaltın.

2.5.1.6. Reynolds-Ortalama Navier-Stokes (RANS) Türbülans Modelleri

RANS türbülans modelleri, ortalama akış miktarlarının taşınmasını yöneten Reynolds-Ortalama Navier-Stokes denklemleri için kapatma ilişkileri sağlar.

Reynolds-Ortalama Navier-Stokes denklemlerini elde etmek için, anlık Navier-Stokes denklemlerindeki her çözüm değişkeni (ϕ); ortalama veya ortalama değeri ($\bar{\phi}$) ve dalgalanan bileşeni (ϕ') olarak ayrıştırılır:

$$\phi = \bar{\phi} + \phi' \quad (2.20)$$

Burada; ϕ hız bileşenlerini, basıncı, enerjiyi veya tür konsantrasyonunu temsil eder.

Ortalama alma süreci, kararlı durum (steady-state) durumları için zaman ortalaması alma ve tekrarlanabilir geçici (transient) durumlar için topluluk ortalaması alma olarak düşünülebilir. Ayrışmış çözüm değişkenlerinin Navier-Stokes denklemlerine eklenmesi, ortalama miktarlar için denklemlerle sonuçlanır.

Ortalama kütle ve momentum taşıma denklemleri şu şekilde yazılabilir:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \bar{\mathbf{v}}) = 0 \quad (2.21)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \bar{\mathbf{v}}) + \nabla \cdot (\rho \bar{\mathbf{v}} \otimes \bar{\mathbf{v}}) = -\nabla \cdot \bar{p} \mathbf{I} + \nabla \cdot (\bar{\mathbf{T}} + \mathbf{T}_{\text{RANS}}) + \mathbf{f}_b \quad (2.22)$$

Burada; ρ yoğunluktur, $\bar{\mathbf{v}}$ ortalama hızdır, $\bar{p}$ ortalama basınçtır, $\mathbf{I}$ özdeşlik tensörüdür, $\bar{\mathbf{T}}$ ortalama viskoz gerilme tensörüdür, $\mathbf{f}_b$ gövde kuvvetlerinin (yerçekimi ve merkezkaç kuvvetleri gibi) bileşkesidir.

Bu denklemler esasen orijinal Navier-Stokes denklemleriyle aynıdır (Denklem (2.10) ve Denklem (2.14)), ancak şimdi momentum taşıma denklemine ek bir terim belirir. Bu ek terim, aşağıdaki tanıma sahip olan gerilme tensörüdür:

$$\mathbf{T}_{\text{RANS}} = -\rho \begin{pmatrix} \overline{u'u'} & \overline{u'v'} & \overline{u'w'} \\ \overline{u'v'} & \overline{v'v'} & \overline{v'w'} \\ \overline{u'w'} & \overline{v'w'} & \overline{w'w'} \end{pmatrix} + \frac{2}{3} \rho k \mathbf{I} \quad (2.23)$$

Burada; k türbülanslı kinetik enerjidir.

Bu nedenle zorluk, $\mathbf{T}_{\text{RANS}}$ 'ı ortalama akış miktarları açısından modellemek ve dolayısıyla yönetici denklemlerin kapanmasını sağlamaktır.

2.5.1.7. K-Epsilon Türbülans Modeli

K-Epsilon türbülans modeli, türbülanslı girdap viskozitesini belirlemek için türbülans kinetik enerjisi (k) ve türbülans yayılma hızı (ε) için transport denklemlerini çözen iki denklemlilik bir modeldir.

K-Epsilon türbülans modelinin; yüksek Reynolds sayısı yaklaşımı, düşük Reynolds sayısı yaklaşımı ve iki katmanlı yaklaşım olmak üzere üç yöntemi mevcuttur. HAD direnç analizlerinde iki katmanlı yaklaşım yöntemi kullanılmıştır.

İki katmanlı yaklaşımda, hesaplama iki katmana ayrılmıştır. Duvarın yanındaki katmanda, türbülans yayılım hızı (ε) ve türbülans viskozitesi (μ_t) duvar mesafesinin

fonksiyonları olarak belirtilmiştir. Duvara yakın katmanda belirtilen ε değerleri, duvardan uzaktaki transport denkleminin çözülmesinden hesaplanan değerlerle düzgün bir şekilde karıştırılır. Türbülanslı kinetik enerji denklemi tüm akış alanı boyunca çözülür.

İki katmanlı formülasyonlar, düşük Reynolds sayı tipi ağlar ($y^+ \sim 1$) veya duvar işlevli ağlar ($y^+ > 30$) ile çalışır.

K-Epsilon modelinin altı çeşidi vardır:

- Standart K-Epsilon (Standard K-Epsilon)
- Standart K-Epsilon İki Katmanlı (Standard K-Epsilon Two-Layer)
- Standart K-Epsilon Düşük-Re (Standard K-Epsilon Low-Re)
- Gerçekleştirilebilir K-Epsilon (Realizable K-Epsilon)
- Gerçekleştirilebilir K-Epsilon İki katmanlı (Realizable K-Epsilon Two-layer)

HAD analizlerinde “Gerçekleştirilebilir K-Epsilon İki katmanlı” modeli kullanılmıştır.

“Gerçekleştirilebilir K-Epsilon modeli”, türbülans yayılım hızı (ε) için yeni bir transport denklemi içerir. Bu model, birçok uygulama için Standart K-Epsilon modelinden önemli ölçüde daha iyidir.

Kinetik enerji (k) ve türbülans yayılma hızı (ε) için transport denklemleri:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \nabla \cdot (\rho k \bar{\mathbf{v}}) = \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla k \right] + P_k - \rho(\varepsilon - \varepsilon_0) + S_k \quad (2.24)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \varepsilon) + \nabla \cdot (\rho \varepsilon \bar{\mathbf{v}}) = \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon \right] + \frac{1}{T_e} C_{\varepsilon 1} P_\varepsilon - C_{\varepsilon 2} f_2 \rho \left(\frac{\varepsilon}{T_e} - \frac{\varepsilon_0}{T_0} \right) + S_\varepsilon \quad (2.25)$$

Burada; $\bar{\mathbf{v}}$ ortalama hızdır, μ dinamik viskozitedir. σ_k değeri 1, σ_ε değeri 1.2, $C_{\varepsilon 1}$ ve $C_{\varepsilon 2}$ değeri 1.9 olan model katsayılarıdır. P_k ve P_ε üretim terimleridir. f_2 , bir sönümleme fonksiyonudur. S_k ve S_ε kullanıcı tarafından belirlenen kaynak terimlerdir. ε_0 , türbülans bozulmasını önleyen kaynak terimlerindeki ortam türbülansı değeridir Bir ortam kaynağı terimini empoze etme olasılığı aynı zamanda şu şekilde tanımlanan belirli bir T_0 zaman ölçeği tanımına da yol açar:

$$T_0 = \max\left(\frac{k_0}{\varepsilon_0}, C_t \sqrt{\frac{v}{\varepsilon_0}}\right) \quad (2.26)$$

Burada; C_t bir model katsayıdır ve değeri 1'dir.

2.5.1.8. Duvar Davranışı

Duvarlar, pratik öneme sahip akış problemlerinin çoğunda bir girdap kaynağıdır. Bu nedenle, duvar sınır tabakası boyunca akışın doğru bir şekilde tahmin edilmesi gereklidir.

Akışkanlar mekaniğinde, duvar sınır tabakası, akış hızının sıfırdan duvardan uzakta serbest akış değerine değiştiği bir duvarın yakınındaki viskoziteden etkilenen ince tabakayı tanımlar. Sınır tabakanın nominal kalınlığı, hızın serbest akış hızının %99'u olduğu bir noktaya duvardan normal mesafe olarak tanımlanır. Bu noktanın ötesinde, viskoz gerilmelerin etkileri ihmal edilebilir.

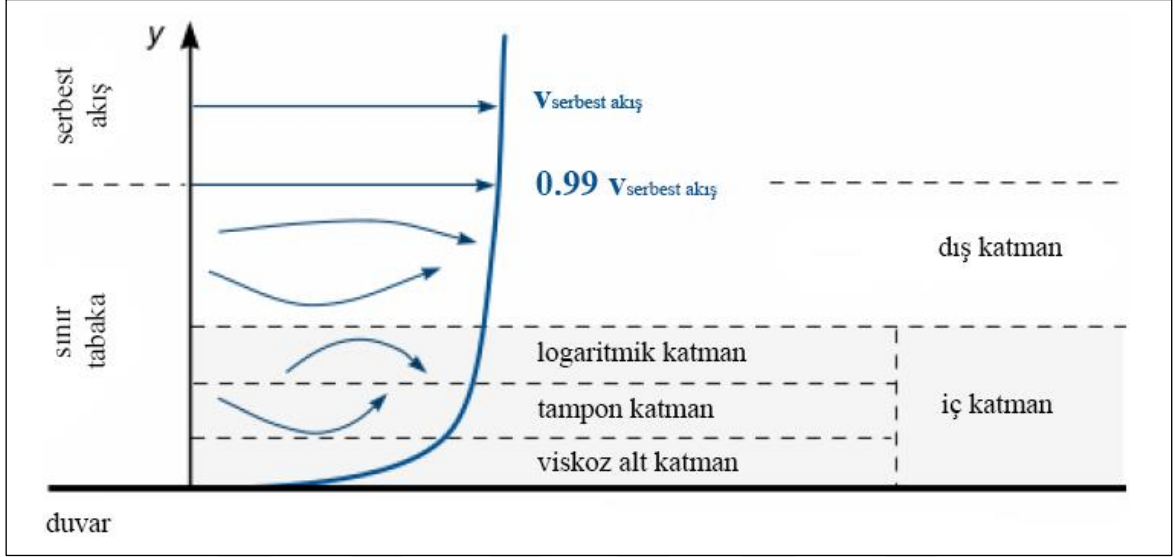
Sınır tabaka akışı, akışın Reynolds sayısına bağlı olarak laminar veya türbülanslı olabilir. Düşük Reynolds sayıları için sınır tabaka laminardır ve akış yönündeki hız duvardan uzağa doğru düzgün bir şekilde değişir. Yüksek Reynolds sayıları için, sınır tabakası türbülanslıdır ve akış yönündeki hız, sınır tabaka içindeki kararsız dönen akışlarla karakterize edilir. Türbülanslı bir sınır tabakanın hız profilini Şekil 2.13'te gösterilmiştir.

Türbülanslı sınır tabaka; dış katman ve iç katman olmak üzere iki katmana ayrılır. Dış katmana türbülans etkileri hakimdir. İç katman üç alt katmana bölünür. Alt katmanların her birinde akışın farklı özellikleri vardır:

- Viskoz Alt Katman (Viscous Sublayer): Duvarla temas halindeki akışkan tabakaya viskoz etkiler hakimdir ve akış neredeyse laminardır. Ortalama akış hızı yalnızca sıvı yoğunluğuna, viskoziteye, duvardan uzaklığa ve duvar kesme gerilimine bağlıdır.
- Logaritmik Katman (Log Layer): Türbülanslı logaritmik katmana, viskoz ve türbülanslı etkiler eşit olarak hakimdir.
- Tampon katman (Buffer Layer): Tampon katmanı, viskoz alt katman ile logaritmik katman arasında bir geçiş katmanıdır.

Alt katmanların her biri farklı deneysel yaklaşımlar kullanılarak modellenmiştir.

Türbülanslı sınır tabakaları için, akışın kesin olarak yöneten denklemleri çözülürse (Doğrudan Sayısal Simülasyon) özel bir modellemeye gerek yoktur. Ancak, türbülans modeli kullanılırken türbülanslı sınır tabakaların fiziği açıklamak için duvar fonksiyonları kullanmak gerekmektedir.



Şekil 2.13. Türbülanslı bir sınır tabakanın hız profili (SIEMENS, 2021a).

2.5.1.9. Duvar Fonksiyonları

Duvar fonksiyonları, türbülans modeli formülasyonundan veya duvar işleminden bağımsız olarak, türbülanslı bir sınır tabakasının iç katmanındaki ana niceliklerin (hız, sıcaklık, türbülans miktarları) cebirsel yaklaşımlarını sağlar. Duvar işlevleri bu anlamda türetildikleri koşullar altında evrenseldir.

STAR-CCM+ HAD yazılımında aşağıdaki duvar işlevi türleri mevcuttur:

- Standart Duvar Fonksiyonları: Standart duvar fonksiyonları, viskoz alt katman veya logaritmik katman için özel olarak tanımlanmış fonksiyonlardır. Tampon katman için standart duvar işlevleri mevcut değildir.
- Harmanlanmış (Blended) Duvar Fonksiyonları: Harmanlanmış duvar fonksiyonları, üç alt katmanı da kapsayan sürekli fonksiyonlardır. Viskoz alt katmanı ve logaritmik katmanı uygun şekilde birleştirerek tampon katmanı temsil ederler.

HAD direnç analizlerinde harmanlanmış duvar fonksiyonları kullanılmıştır. Harmanlanmış duvar fonksiyonları viskoz alt katman, tampon katman ve logaritmik katmanda geçerlidir.

Duvar fonksiyonları, cebirsel yaklaşımları akışın Reynolds sayısından bağımsız kılan boyutsuz nicelikler cinsinden aşağıdaki gibi tanımlanır.

Duvar mesafesi (y) ve boyutsuz duvar mesafesi (y^+):

$$y^+ = \frac{y\rho u_*}{\mu} \quad (2.27)$$

Hız vektörünün duvar-teğetsel hız bileşeni (u) ve boyutsuz hız (u^+)

$$u^+ = \frac{u}{u_*} \quad (2.28)$$

Burada; μ dinamik viskozitedir ve ρ ise yoğunluktur.

Hız için duvar fonksiyonları (Şekil 2.14), türbülanslı sınır tabakanın iç katmanının üç alt katmanında boyutsuz u^+ niceliğinin dağılımını tanımlar.

Harmanlanmış duvar fonksiyonları için u^+ (Reichardt yasasına göre):

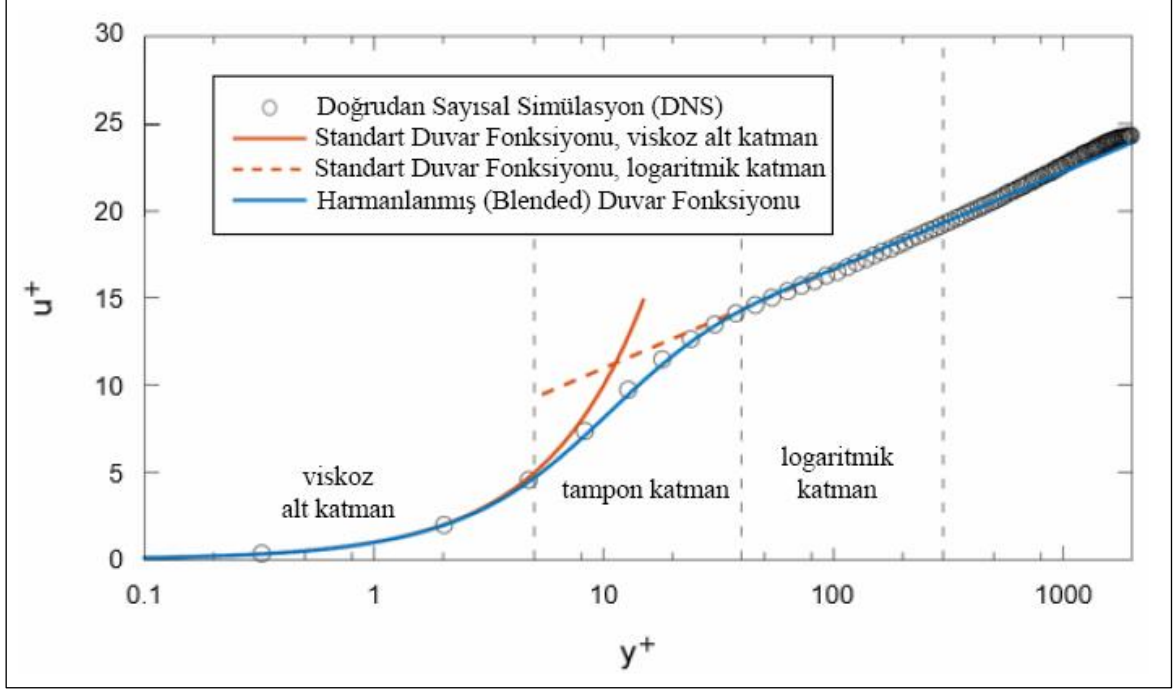
$$u^+ = \frac{1}{\kappa} \ln(1 + \kappa y^+) + C \left(1 - e^{-y^+/y_m^+} - \frac{y^+}{y_m^+} e^{-by^+} \right) \quad (2.29)$$

Burada;

$$C = \frac{1}{\kappa} \ln \left(\frac{E'}{\kappa} \right) \quad (2.30)$$

$$b = \frac{1}{2} \left(y_m^+ \frac{\kappa}{C} + \frac{1}{y_m^+} \right) \quad (2.31)$$

y_m^+ viskoz alt tabaka ile logaritmik katman çözümünün teorik kesişimine karşılık gelir ve bir Newton-Raphson yöntemi kullanılarak yinelemeli olarak hesaplanır. K von Karman sabitidir ve E logaritmik yasa ofsetidir.



Şekil 2.14. Hız için duvar fonksiyonları (SIEMENS, 2021a).

2.5.1.10. Akışkan Hacmi Yöntemi

STAR-CCM+'daki Akışkan Hacmi (VOF/Volume of Fluid) çok fazlı model uygulaması, karışmayan fazların arayüzünün dağılımını ve hareketini tahmin eden arayüz yakalama yöntemleri ailesine aittir. Bu modelleme yaklaşımı, ağ çözünürlüğünün fazlar arasındaki arayüzün konumunu ve şeklini çözmek için yeterli olduğunu varsayar.

Fazların dağılımı ve arayüzün konumu, faz hacmi fraksiyonu (α_i) alanları ile tanımlanır. Aşama i 'nin hacim oranı şu şekilde tanımlanır:

$$\alpha_i = \frac{V}{V_i} \quad (2.32)$$

Burada; V_i , hücredeki i fazının hacmi ve V ise hücrenin hacmidir. Bir hücredeki tüm fazların hacim kesirlerinin toplamı 1 olmalıdır:

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i = 1 \quad (2.33)$$

Burada; N toplam faz sayısıdır.

Hacim fraksiyonunun değerine bağlı olarak, bir hücrede farklı fazların veya sıvıların varlığı ayırt edilebilir:

- $\alpha_i = 0$ ise hücre i fazından tamamen yoksundur.
- $\alpha_i = 1$ ise hücre tamamen i fazı ile doludur.
- $0 < \alpha_i < 1$ ise iki sınır arasındaki değerler, fazlar arasında bir arabirimin varlığını gösterir.

Arayüzü içeren hücrelerde hesaplanan malzeme özellikleri, kurucu akışkanların malzeme özelliklerine bağlıdır.

2.5.2.STAR-CCM+ Tekne Performans İş Akışı Modülü

HAD direnç analizleri STAR-CCM+ yazılımı içindeki Tekne Performans İş Akışı (Hull Performance Workflow) (SIEMENS, 2021b) modülü aracılığı ile yapılmıştır.

TPİA (Tekne Performans İş Akışı) sizin suda gemi gövdesi simülasyonlarında özel bir kullanıcı ara yüzü sağlayarak HAD analiz dosyalarının doğru bir şekilde ayarlanmasını ve hesaplamaların sağlıklı bir şekilde sonuçlanmasını sağlamaktadır.

TPİA takıntıları olmayan deplasman gövdelerinin direnç analizleri için tasarlanmıştır. TPİA bir gövde performans simülasyonunun kurulmasına ve çalıştırılmasına yardımcı olur.

TPİA'da, HAD analizi simülasyonu için belirlenen tekne hızlarından oluşan bir test matrisi oluşturulur. Belirlenen tekne hızlarında, düşük hızdan yüksek hıza doğru HAD analizleri, TPİA kontrolünde, sonraki her simülasyon, önceki simülasyon sonuçlarını başlangıç koşulu kabul edecek şekilde yapılandırılır. TPİA tarafından, arka planda yani STAR-CCM+ simülasyon ağacında, HAD analizi için gerekli olan modeller ve parametreler

tanımlanır. TPİA tarafından, HAD analizleri tamamlandığında her bir tekne hızı için denizcilikle ilgili grafikler ve sonuçlar bir PowerPoint raporu ile kullanıcıya sunulur.

TPİA tarafından;

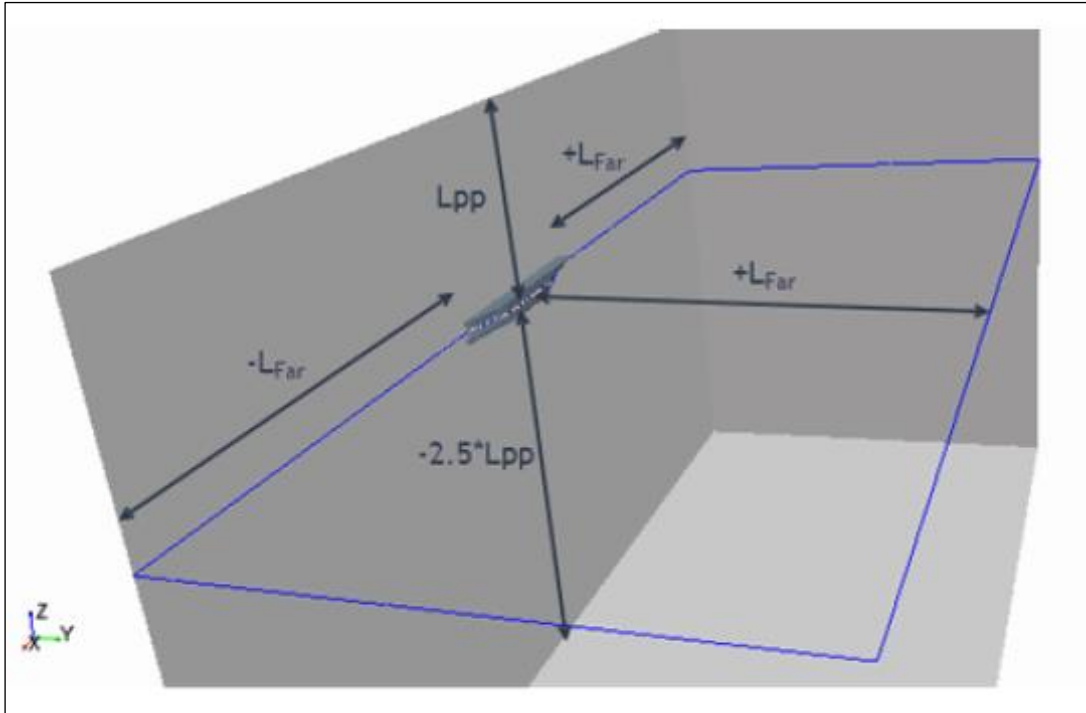
- Geometrik alanın kapsamı,
- Su yüzeyine yakın ve teknenin etrafındaki hacim ağının inceltilmesi,
- Geçici simülasyon ve zaman adımı,
- Dalga sönümleme,
- Fiziksel çalışma zamanı,

gibi HAD analizi için gerekli olan ayarlamalar, yapılan simülasyon için en iyi bir şekilde yazılım içinde otomatik olarak (Simcenter STAR-CCM+ bilgi birikimine göre) yapılmaktadır.

2.5.2.1. Geometri

TPİA tarafından hesaplama alanı sanal bir çekme tankı olarak tanımlanmaktadır.

Tekne geometrisi HAD analiz programı içine aktarılır ve TPİA tarafından gövde etrafında Şekil 2.15'teki gibi bir blok (sanal çekici tank) oluşturulur.



Şekil 2.15. Sanal bir çekme tankı ve boyutları (SIEMENS, 2021b).

Hesaplama alanının boyutları L_{PP} ve L_{Far} parametrelerine bağlı bir şekilde otomatik olarak TPİA tarafından Şekil 2.15'teki gibi Denklem (2.34)'e göre belirlenir. L_{Far} parametresi, Froude sayısının ve iz dalga boylarının bir fonksiyonu olarak tanımlanır.

Gövdeden uzak alan mesafesi (L_{Far}):

$$L_{Far} = L_{Dmax} + L_{Bmax} \quad (2.34)$$

Maksimum sönümlene uzunluğu (L_{Dmax}):

$$L_{Dmax} = 4.5 \cdot e^{-3.75 \cdot Fn} \cdot \lambda_{max} \quad (2.35)$$

Maksimum tampon uzunluğu (L_{Bmax}):

$$L_{Bmax} = 0.4925 \cdot Fn^{-0.8} \cdot \lambda_{max} \quad (2.36)$$

İzin verilen maksimum gemi hızındaki dalga boyu izi (λ_{max}):

$$\lambda_{max} = \frac{2\pi}{g} \cdot V_{Smax}^2 \quad (2.37)$$

İzin verilen maksimum gemi hızı (V_{Smax}):

$$V_{Smax} = 0.4 \cdot \sqrt{g \cdot L_{WL}} \quad (2.38)$$

Froude sayısı (Fn):

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L_{WL}}} \quad (2.39)$$

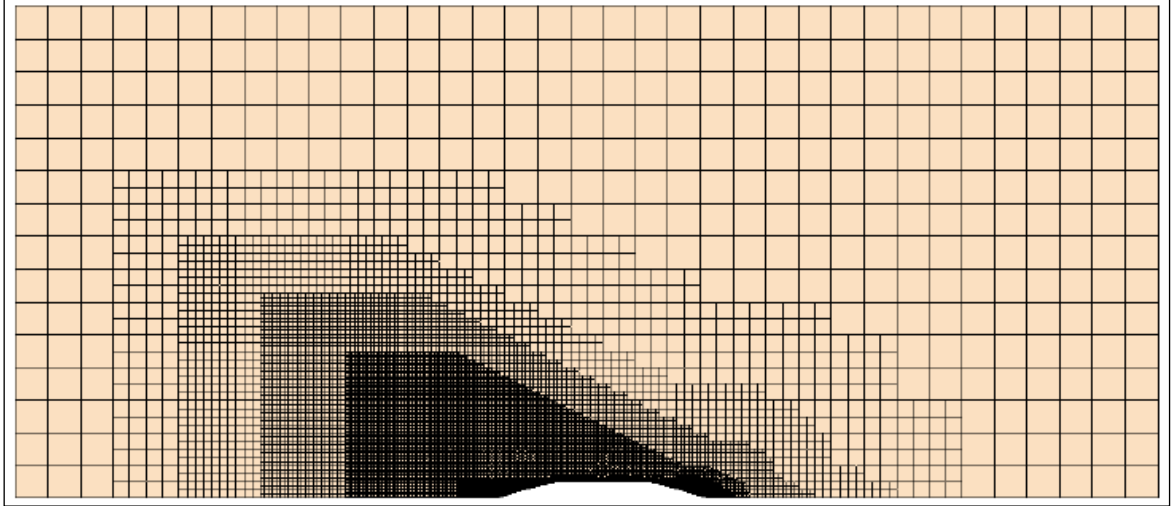
TPİA’da izin verilen maksimum Froude sayısı ($Fn_{\max}$):

$$Fn_{\max} = 0.4 \quad (2.40)$$

2.5.2.2. Hacimsel Mesh İyileştirmeleri

TPİA tarafından Şekil 2.16’da gösterildiği gibi gövde çevresinde ve serbest yüzeyde otomatik hacimsel iyileştirmeler ile bir hacim ağı oluşturulur. Bu iyileştirmelerin konumları ve boyutları, minimum hücre sayısı, çözümde yüksek düzeyde doğruluk sağlamak için en iyi uygulamalara (Simcenter STAR-CCM+ bilgi birikimine göre) dayanmaktadır.

Her hacim ağı, $Fn=0.15-0.40$ ’lık bir boyutsuz hız aralığı (Froude sayıları) için deplasmanlı teknelerin serbest yüzey simülasyonları için önemli olan tüm parametrelerin bir dengesinin sonucudur.



Şekil 2.16. Hacimsel ağ (mesh) yapısı iyileştirmeleri (SIEMENS, 2021b).

TPİA tarafından HAD direnç analizlerinde serbest yüzeyi çözmek için üç hacimsel iyileştirme yapılır. Bu iyileştirmeler $Fn = 0.15, 0.275$ ve 0.4 ’te suyun durgunluk yüksekliğine yaklaşık olarak eşit olacak şekilde dikey yönde boyutlandırılır. Durgunluk yüksekliği, suyun hızı nedeniyle ulaşabileceği mümkün olan en yüksek yüksekliktir. Hacimsel serbest yüzey iyileştirmeleri $z = 0$ etrafında ortalananır. İyileştirmeler içindeki ağ aralığı, çift sayıda hücrede sonuçlanacak şekilde belirlenir. Çift sayıda hücreyle, başlatma sırasında (initialization) sakin

su hattının üstünde bir hücre ve altında bir hücre vardır. Bu düzenleme, bu hücrelerde su için 1 ve hava için 0 hacim fraksiyonu ile sonuçlanır. Böylece serbest yüzeyde belirgin bir süreksizlik verir. Hacim fraksiyonunun belirgin bir süreksizliği sayısal difüzyonu önler.

2.5.2.3. Gövde Hareketi

Gövdenin hareketi (dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma), TPİA tarafından “Dinamik Akışkan Gövde Etkileşimi” (DFBI) kullanılarak hesaplanır. DFBI, sıvı tarafından uygulanan basınç ve kesme kuvvetlerine yanıt olarak katı bir cismin hareketini simüle eder. Bir tekne performans simülasyonu için yarı kararlı durum çözümü aranır.

TPİA tarafından, sıvı kuvvetlerine veya diğer dış kuvvetlere maruz kalan katı bir cismin yarı-kararlı durum denge konumunu hızla elde etmek için tasarlanmış denge hareketi yöntemini kullanır.

Yapılan çalışmada, HAD direnç analizlerindeki tekne formları sabit kabul edilmiştir.

2.5.2.4. Zaman Adımı

TPİA tarafından HAD direnç analizi simülasyonu geçici türbülanslı çok fazlı bir simülasyon olarak tanımlanır. TPİA, serbest yüzeyin (yani su ve hava arasındaki faz ara yüzü) gelişimini çözmek için Akışkan Hacmi (VOF) yöntemini kullanır.

Türbülans olayını çözmek için Gerçekleştirilebilir K-Epsilon türbülans modeli kullanılır.

Örtük kararsız çözücü (The Implicit Unsteady solver), otomatik olarak Denklem (2.41) ile hesaplanan bir zaman adımı (Δt) kullanır:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{conv}}}{200} \quad (2.41)$$

Burada; t_{conv} , konvektif zaman ölçeğidir ve bir sıvı parçacığının teknenin su hattı uzunluğu (L_{WL}) boyunca (-x yönünde) hareket etmesi için geçen süredir.

Gemi konvektif zaman ölçeği (t_s):

$$t_s = \frac{L_{WL}}{V_s} \quad (2.42)$$

2.5.2.5. Değişken Dalga Sönümleme

Bir gemi gövdesi sanal çekme tankının sakin suyunda çekildiğinde, hesaplama alanında yayılan dalgalar üretilir. Belli bir dereceye kadar, bu dalgalar, hesaplama alanının dış sınırlarına doğru ilerledikçe dağılırlar. Ancak dalgalar dağılmadan dış sınırlara ulaşabilir ve oradan yansır. Bu dalga yansıması sayısal dengesizliklere neden olabilir.

Dalga yansımasını ortadan kaldırmak için TPİA tarafından, sanal çekme tankının üstü hariç tüm sınırlarda değişken bir dalga sönümleme yöntemi kullanılır. Dalgalar, dikey harekete bir direnç kazandırılarak sönümlenir. Bu direnç sınırdan belli bir mesafeye kadar uygulanır. Bu mesafeye sönüm uzunluğu (damping length) denir.

TPİA, gemi hızına (Froude numarasına) ve oluşturulan dalga boyu izine göre değişen bir sönümleme uzunluğu (L_D) hesaplar. Bu sönümleme uzunluğu daha sonra hesaplama alanı boyunca üniformdur (tekdüzedir).

Değişken sönümleme uzunluğu (variable damping length) şu şekilde hesaplanır:

$$L_D = \begin{cases} (L_{Far} - L_B) + L_B \cdot \cos^2\left(\frac{t}{10t_s}\right) \cdot \frac{\pi}{2} & , t < 10t_s \\ L_{Far} - L_B & , t \geq 10t_s \end{cases} \quad (2.43)$$

Tampon uzunluğu (L_B), gövde ile sönümlemenin bittiği yer arasındaki mesafedir:

$$L_B = 0.4925 \cdot Fn^{-0.8} \cdot \lambda \quad (2.44)$$

Derin su izi dalga boyu (λ):

$$\lambda = \frac{2\pi}{g} \cdot V_s^2 \quad (2.45)$$

2.5.2.6. Fiziksel Çalışma Zamanı

HAD direnç analizi simülasyonunun fiziksel çalışma süresi TPİA tarafından otomatik olarak belirlenir. Her gövde hızı için TPİA gövdenin ortalama direncini izler. Ortalama direnç, son 500 zaman adımında %0,5'ten daha az salınırsa, çalışma durdurulur. Durdurma kriteri hiçbir zaman karşılanmazsa, simülasyon, ilk tekne hızı için maksimum 7500 zaman adımından sonra ve her ilave tekne hızı için 3500 zaman adımından sonra durdurulur.

2.5.2.7. BatchScript Makrosu Hakkında

TPİA BatchScript.java makrosu HAD direnç analizi simülasyon sürecini yönetir.

Makro, test senaryoları arasında geçiş yapmak ve her bir durum için aşamalar halinde belirli yakınsama kriterlerini uygulamak için STAR-CCM+ yazılımını çalıştırır.

BatchScript makrosu, her bir hızı yineler, yakınsama için simülasyonu çalıştırır ve uygun sahneleri, çizimleri ve anahtar rapor değerlerini çalışma dizinine kaydeder. Tüm hız testleri bittiğinde, komut dosyası her testin sonuçlarını toplar ve bunları bir PowerPoint raporunda birleştirir.

2.5.2.8. BatchScript Makrosu Yakınsama Prosedürü

TPİA BatchScript.java makrosu, sağlam ve doğru sonuçlar sağlamak için bir dizi yakınsama döngüsü çalıştırır. Makro, test hızı başına dört yakınsama döngüsü çalıştırır. Normal çalışmada, her tam yakınsama döngüsü 1000 zaman adımı ile sınırlıdır. Bunun istisnası, 1500 zaman adımına kadar çalıştırılan ilk hızdır. Ek 500 zaman adımı, yakınsamak için daha fazla zaman gerektiren ilk çalıştırmada herhangi bir ek başlatma hususunun üstesinden gelmek için yeterli zamanın olmasını sağlar. Test hızları her zaman en düşük hızdan en yüksek hıza doğru sırayla çalıştırılır. Bu nedenle ilk test hızı tamamlandıktan sonra yakınsama performansının önemli ölçüde iyileşmesi beklenir.

Her test hızını çalıştırmak için BatchScript makrosu aşağıdaki adımları gerçekleştirir:

- Çözüm geçmişi temizlenir.
- Hız parametresinin değeri mevcut hıza ayarlanır. Bu parametre, simülasyonda uygulanabilir olduğunda referans alınır.

- Her hız için aşağıdaki gibi dört yakınsama geçişi gerçekleştirilir:
 - İlk yakınsama geçişi, sabit sayıda zaman adımının (ilk test hızı için 1500, sonraki hızlar için 1000) ve zaman adımı boyutunun ürününe ayarlanmış durdurma kriteri ile, tekne direnci için fiziksel zamanla sınırlıdır. Örnek penceresi, ilk test hızı için 1000 zaman adımından ve sonraki hızlar için 500 zaman adımından başlayarak 500 zaman adımına ayarlanır.
 - İkinci geçiş, bir önceki çalıştırmadan “Direnç (Toplam) Ortalama Değer İzleme” değerinin izlenen değerlerinin %2’sinde asimptotik bir durdurma kriteri ayarlar. Maksimum fiziksel zaman, (mevcut hız testi ile bağlantılı olan) zaman adımlarının sayısının bir fonksiyonudur ve ilk test hızı için 7500 zaman adımı ve sonraki her test hızı için 3500 zaman adımıdır. Bu maksimum çalışma süresi, direnç hesaplaması boyunca korunur.
 - Üçüncü geçiş, asimptotik kriteri önceki izlenen sonucun %1’ine ayarlar. Ortalama monitörler için toplama başlangıcı, geçerli zaman adımına ayarlanır.
 - Son dördüncü geçiş, asimptotik kriteri %0,5’e ayarlar ve aynı zamanda mevcut zaman adımına ortalama monitörler için toplama başlangıcını ayarlar.
- Yakınsama olmadan sona eren çalışmaların sıklığını azaltmak için, her yakınsama döngüsü için maksimum zaman sınırı, mevcut zamana artı konvektif zaman ölçeğinin 25 katına sıfırlanır.
- Direnç hesapları yakınsadıktan sonra her hız için son işlem yapılır.
- Tüm test hızları tamamlandığında, kümülatif son işleme gerçekleştirilir. Bu süreç, anahtar sonuçları içeren bir PowerPoint raporu oluşturmak için tüm setten sonuçları, sahneleri ve çizimleri toplar.

Yapılan çalışmada, bütün HAD direnç analizleri lisanslı Simcenter STAR-CCM+ 2021.2 yazılımının Hull Performance Workflow (TPİA) modülü ile “BatchScript.java” makrosu kullanılarak yapılmıştır.

2.5.3.HAD Direnç Analizi Dosyalarının Hazırlanması

2.5.3.1. KTBG Formlarının Düzenlenmesi ve Programa Dahil Edilmesi

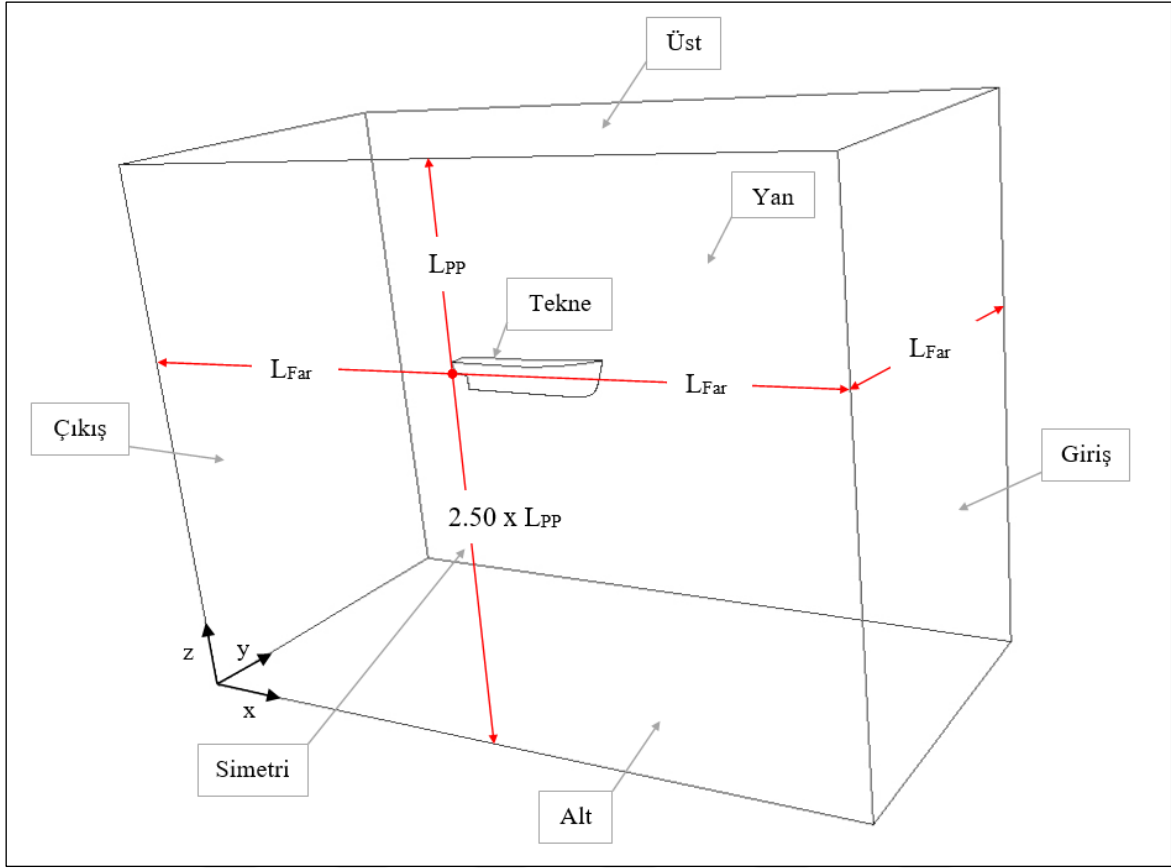
HAD direnç analizleri yapılacak olan KTBG formları, Rhinoceros programında üç boyutlu olarak modellenmiş ve igs formatına dönüştürülmüştür. TPİA eklentisi yardımı ile igs formatındaki formlar Star-CCM+ programı içine dahil edilmiştir.

2.5.3.2. Hesaplama Hacminin Belirlenmesi

HAD direnç analizleri yapılan her formun hesaplama hacmi, TPİA tarafından 2.5.2.1. bölümünde anlatıldığı gibi oluşturulmuştur. Hesaplama hacminin boyutları, yine aynı bölümde anlatıldığı gibi L_{pp} ve L_{Far} parametrelerine bağlı olarak Şekil 2.15'te gösterilen ölçülerde TPİA tarafından otomatik olarak belirlenmiştir.

2.5.3.3. Sınır Şartlarının Belirlenmesi

Sınır şartlarını uygun bir şekilde belirlemek, HAD direnç analizlerinin doğru bir şekilde çözümlenmesini sağlar. Sınır şartları TPİA tarafından problemin yapısına uygun bir şekilde otomatik olarak ayarlanır. Şekil 2.17'de gösterilen sınır adlarına karşılık gelen sınır şartları Tablo 2.16'da verilmiştir.



Şekil 2.17. Sınır adları

Tablo 2.16. Sınır şartları

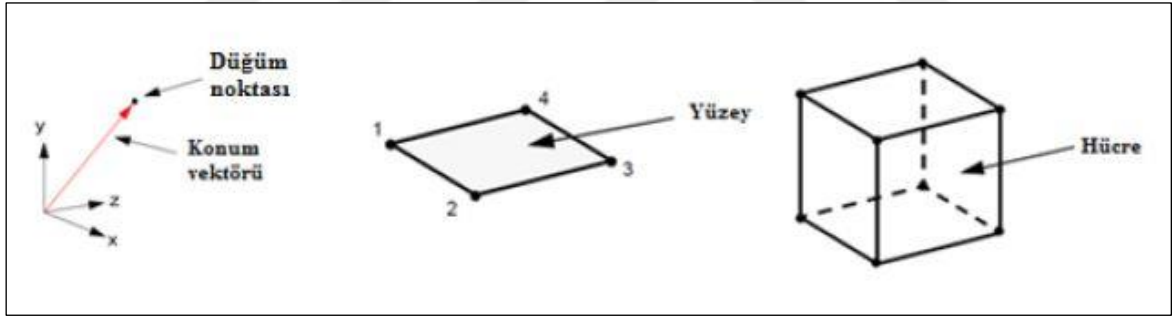
Sınır Adı	Sınır Şartı
Giriş	Hız Girişi (Velocity Inlet)
Çıkış	Basınç Çıkışı (Pressure Outlet)
Üst	Hız Girişi (Velocity Inlet)
Alt	Hız Girişi (Velocity Inlet)
Simetri	Simetri Eksen (Symmetry Plane)
Yan	Hız Girişi (Velocity Inlet)
Tekne	Duvar (Wall)

Akış $-x$ yönünde hesaplama hacmine girdiği için Giriş sınırında hız girişi sınır şartı tanımlanmıştır. Üst, Alt ve Yan sınırlarda akış hızı, potansiyel akış hızına eşit olacağı için sınır şartı olarak hız girişi sınır şartı tanımlanmıştır. Hesaplama hacmi oluşturulurken yarım model uygulaması benimsendiği için Simetri sınırına simetri eksen şartı tanımlanmıştır. Hesaplama hacminin içinde gerçekleşen olaylar sonucu Çıkış sınırında hız, basınç vb.

değerler bilinmediği için sınır şartı basınç çıkışı olarak tanımlanmıştır. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin formlarını temsil eden Tekne sınırına duvar sınır şartı atanarak, gemi yüzeyinde akış hızı bileşenlerinin sıfır olduğu (kaymama/no-slip sınır şartı) kabul edilmiştir.

2.5.3.4. Hacim Ağ (Mesh) Yapısının Oluşturulması

Hacim ağ yapısının, akışkan akışını yöneten diferansiyel denklemler tarafından analitik olarak çözülebilmesi için küçük alt hacimlere (hücre/cell) bölünmesi gereklidir. Problemin cinsine göre bu küçük alt hacimler (cells) iki boyutlu veya üç boyutlu olabilirler. İki boyutlu olanları üçgen veya dörtgen şeklindedir. Üç boyutlu olanlar ise dört yüzeyli (tetrahedral) veya altı yüzeyli (hexahedral) hücrelerdir. Hacim ağ yapısı birçok hücreden meydana gelmektedir. Ağları tanımlamak için düğüm noktaları (vertices), yüzeyler (faces) ve hücreler (cells) kullanılmaktadır (CD-Adapco, 2014). Şekil 2.18’de bu üç eleman gösterilmiştir.



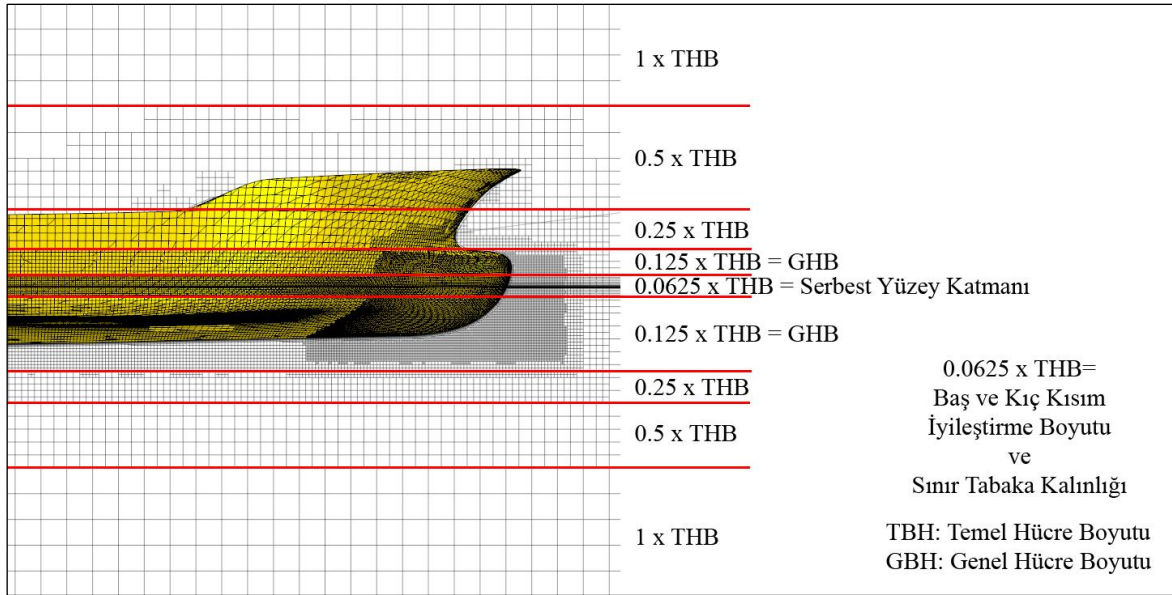
Şekil 2.18. Düğüm noktası, yüzey ve hücre (CD-Adapco, 2014).

TPİA tarafından her HAD direnç analizi dosyası için hacim ağ yapısı otomatik olarak oluşturulmuştur. Formların L_{BP} değerleri, belirlenen paydaya (deminator) bölünerek (Denklem (2.46)) hacim ağ yapısının temel hücre boyutu (TBH) belirlenmektedir. THB tespit edildikten sonra Denklem (2.47) ile gemi gövdesi üzerindeki genel hücre boyutu (GHB) hesaplanmaktadır. Serbest yüzey katmanı hücreleri boyutu, sınır tabaka kalınlığı (STK), baş ve kık kısım hücreleri iyileştirme boyutu Denklem (2.48)’e göre belirlenmektedir. HAD direnç analizlerinde kullanılan bir hacim ağ yapısının hücre boyutu değişim şekli ve THB’ye göre hücre boyutları Şekil 2.19’da gösterilmiştir.

$$THB = \frac{L_{BP}}{\text{Payda}} \quad (2.46)$$

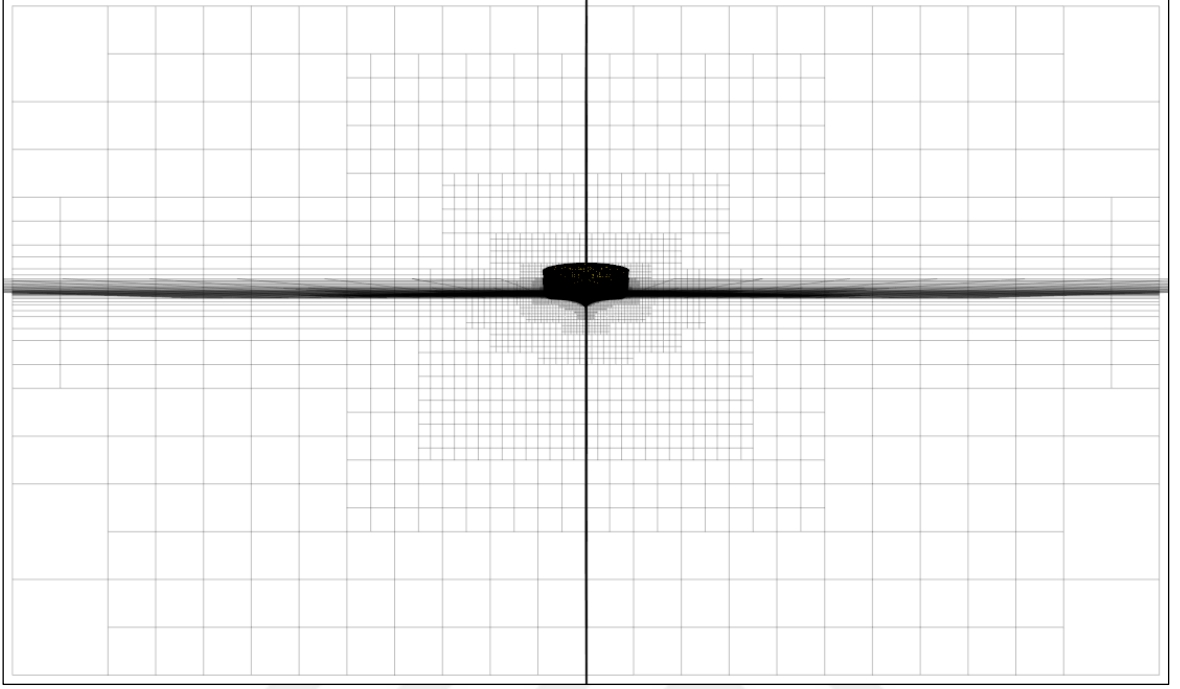
$$GHB = \frac{12.5}{100} THB \quad (2.47)$$

$$STK = \frac{6.25}{100} THB \quad (2.48)$$

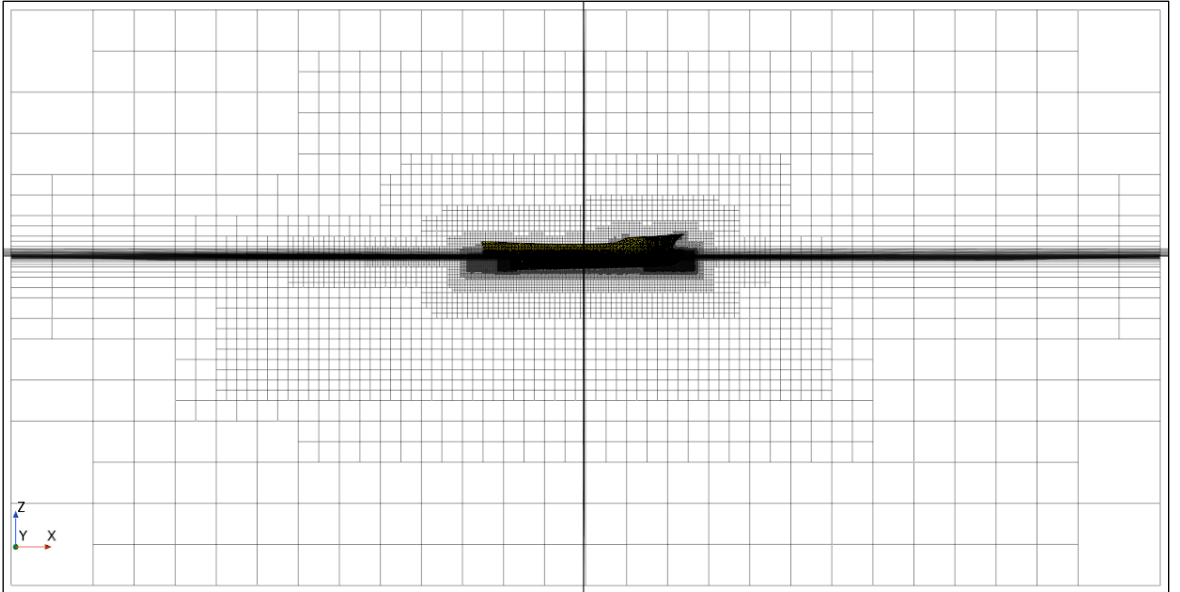


Şekil 2.19. Hacim ağ yapısının hücre boyutu değişim şekli ve THB'ye göre hücre boyutları

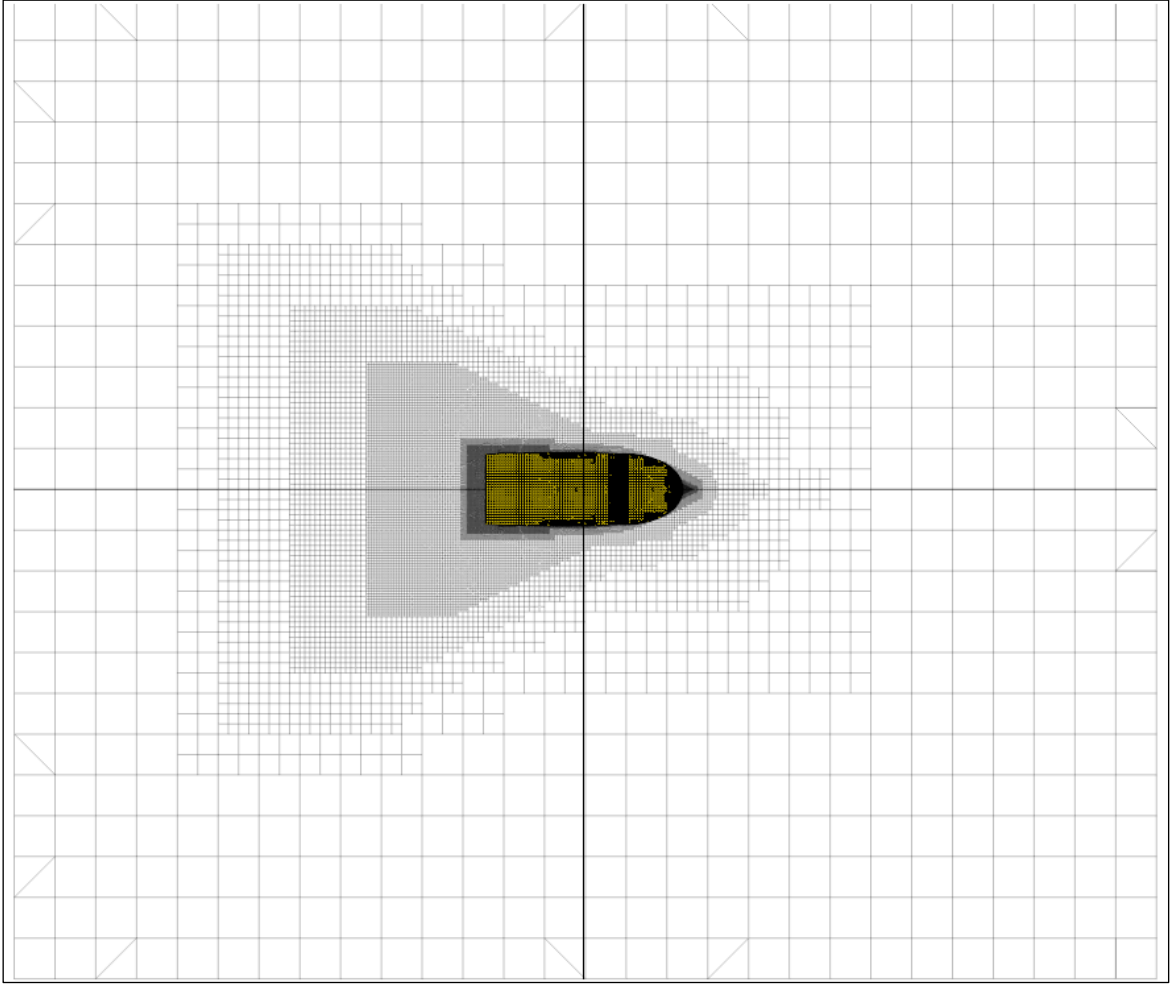
HAD direnç analizleri yapılmış olan bir Karadeniz tipi balıkçı gemisi formunun payda 35'e göre oluşturulan hacim ağ yapısının çeşitli görünümleri Şekil 2.20-2.28 aralığında verilmiştir.



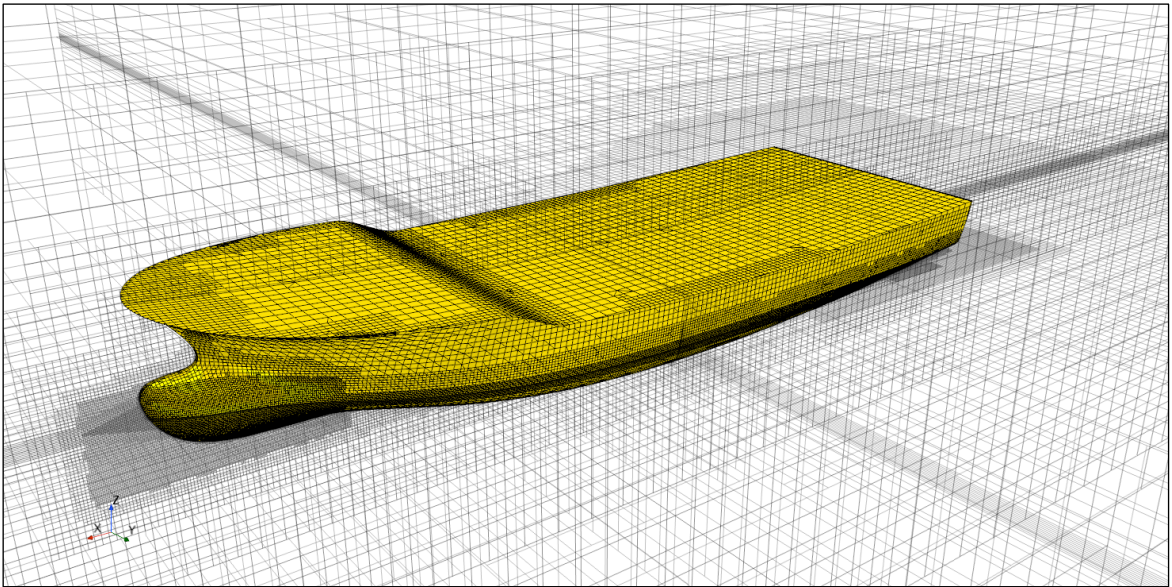
Şekil 2.20. En kesit düzleminde hacim ağ yapısının görünüşü



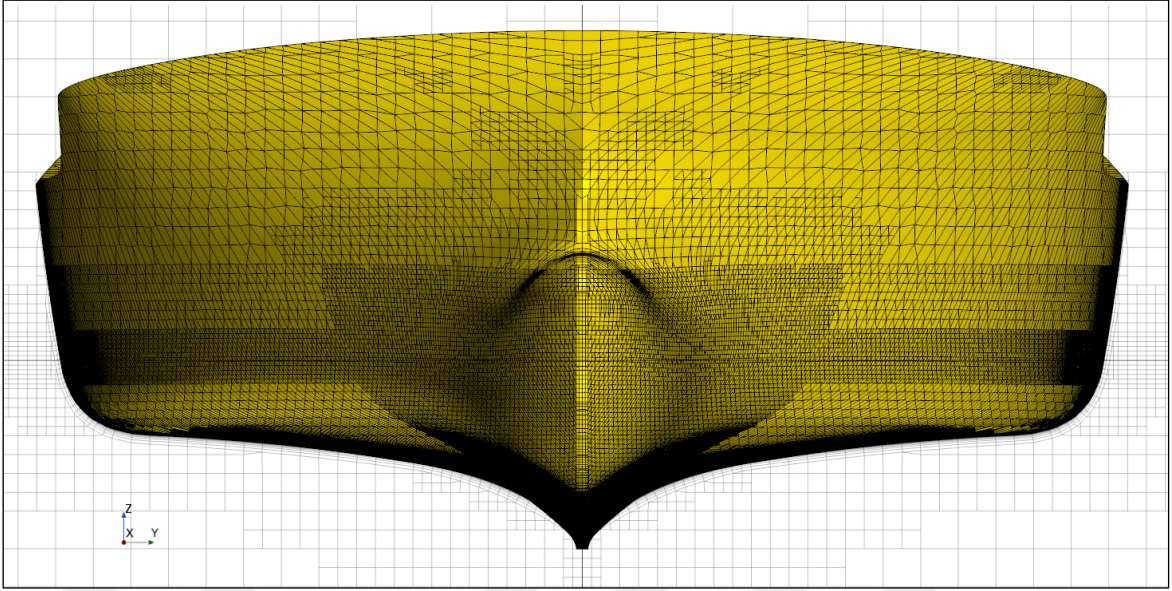
Şekil 2.21. Profil düzleminde hacim ağ yapısının görünüşü



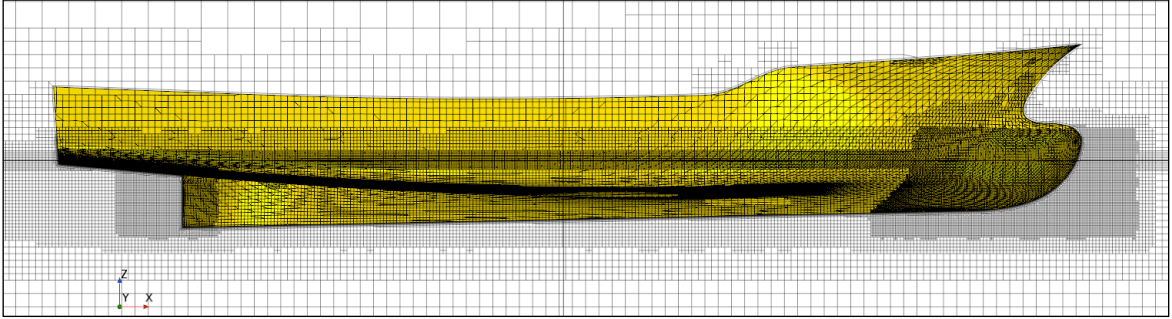
Şekil 2.22. Su hattı (serbest yüzey) düzleminde hacim ağ yapısının görünüşü



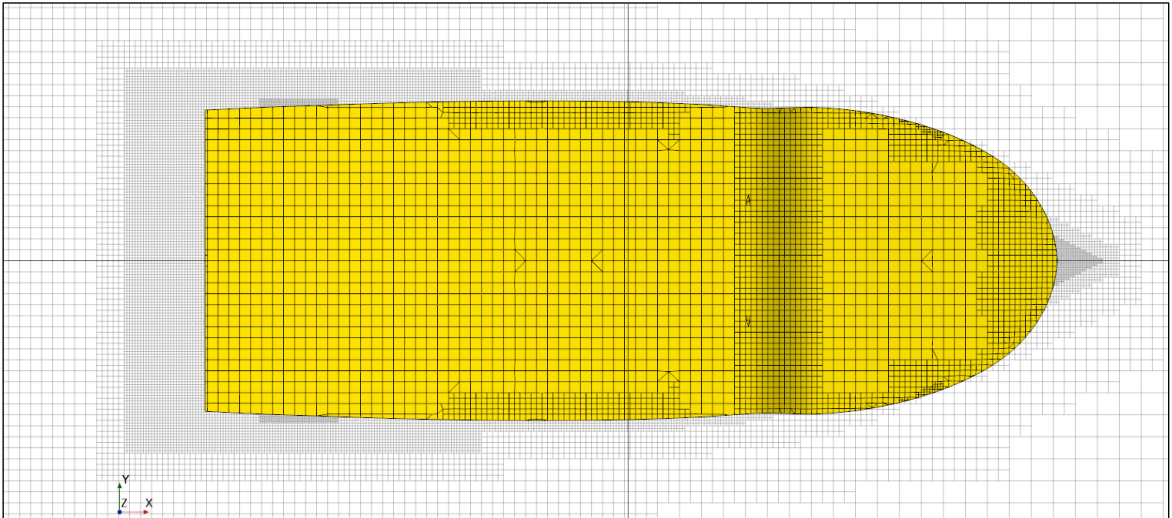
Şekil 2.23. Tekne formunun hacim ağ yapısının perspektif görünüşü



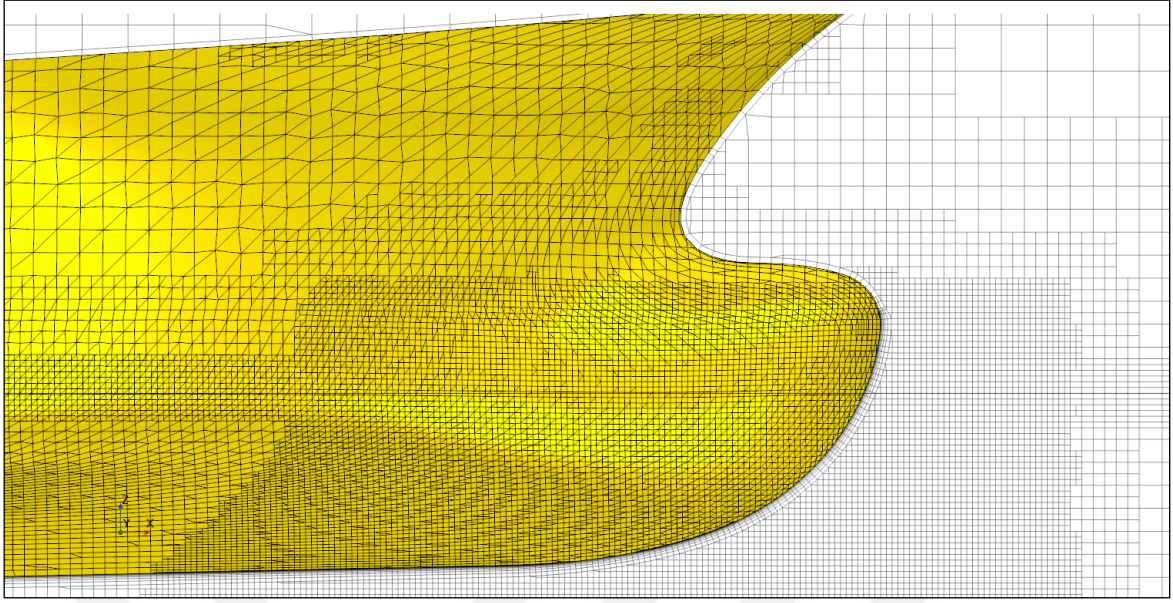
Şekil 2.24. En kesit düzleminde tekne formu üzerindeki ağ yapısının görünüşü



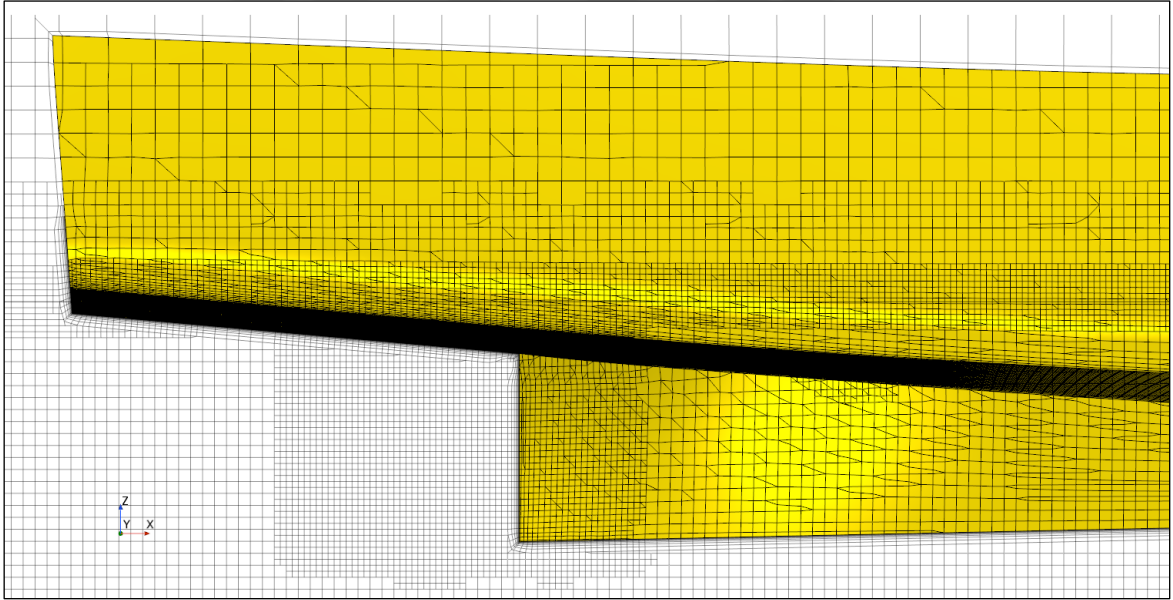
Şekil 2.25. Profil düzleminde tekne formu üzerindeki ağ yapısının görüşü



Şekil 2.26. Su hattı düzleminde tekne formu üzerindeki ağ yapısının görünüşü



Şekil 2.27. Profil düzleminde tekne baş formu üzerindeki ağ yapısının görünüşü



Şekil 2.28. Profil düzleminde tekne kıç formu üzerindeki ağ yapısının görünüşü

2.5.3.5. Fiziksel Modellerin Belirlenmesi

Hacim ağ yapıları oluşturulduktan sonra HAD direnç analizleri için fiziksel modeller TPİA tarafından otomatik olarak belirlenmiştir.

Çözüm üç boyutlu olarak tanımlanmıştır.

Formların dizayn su çekimi değerlerinde serbest su yüzey oluşturularak, gerçek ortamdaki gibi, çözüm modeli iki fazlı akışkan ortamına (deniz suyu ve hava) alınmıştır. HAD direnç hesaplamalarında kullanılan deniz suyunun ve havanın fiziksel özellikleri Tablo 2.17’de verilmiştir.

Tablo 2.17. HAD direnç analizlerinde kullanılan deniz suyunun ve havanın fiziksel özellikleri

	Birimi	Deniz Suyu (18°C)	Hava
Kütleli Yoğunluk (ρ)	[kg/m ³]	1025.5374	1.18415
Dinamik Viskozite (μ)	[Pa.s]	1.133x10 ⁻³	1.855x10 ⁻⁵

Hesaplama hacminde yerçekimi ivmesi (gravity) -z ekseninde 9.81 m/s² olarak tanımlanmıştır.

Serbest yüzey etkilerinin HAD direnç analizlerinde hesaba katılabilmesi için yüzey yakalama metodlarından VOF metodu kullanılmıştır.

Hesaplama zamanı olarak kapalı değişken zaman (implicit unsteady) seçilmiştir.

Formlar etrafındaki akışın Reynolds sayısı türbülanslı bölgede olduğundan viskoz rejim türbülanslı akış tercih edilmiştir. Türbülanslı akış modellerinden ise Gerçekleştirilebilir K-Epsilon Modeli (Realizable K-Epsilon Model) seçilmiştir.

Sınır tabaka duvar fonksiyonu olarak harmanlanmış (blended) duvar fonksiyonu atanmıştır.

Çözüm algoritması olarak sıkıştırılmaz ve çok fazlı akışlarda ideal sonuçlar verdiği için ayrılmış akış çözücü (segregated flow solver) seçilmiştir.

2.5.3.6. Çözücünün (Solver) Özellikleri

Hesaplama zamanı olarak kapalı değişken zaman (implicit unsteady) seçilmiştir. Her bir formun belirlenen hız değerlerindeki HAD direnç analizi için çözücünün zaman adımı (time step) TPİA tarafından otomatik olarak Denklem (2.41) ile hesaplanmıştır.

2.5.3.7. HAD Direnç Analizlerin Sonuçlandırılması

Yapılan çalışmada, HAD direnç hesaplamaları BatchScript makrosu yakınsama prosedürüne göre sonuçlandırılmıştır.

2.5.3.8. HAD Direnç Analizlerin Yapıldığı Bilgisayar Özellikleri

HAD direnç analizleri; Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği ARGE Laboratuvarı'nda bulunan, Intel Xeon E-5 işlemciye (3.2 GHz, 16 çekirdek, 32 mantıksal işlemci) ve 256 GB RAM kapasitesine sahip iş istasyonu tipi bir bilgisayarda yapılmıştır.

2.6. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Form Optimizasyonu için Oluşturulan Formlar ve Formların HAD Direnç Analiz Dosyalarının Özellikleri

2.6.1.HAD Direnç Analizleri İçin Oluşturulan Formlar

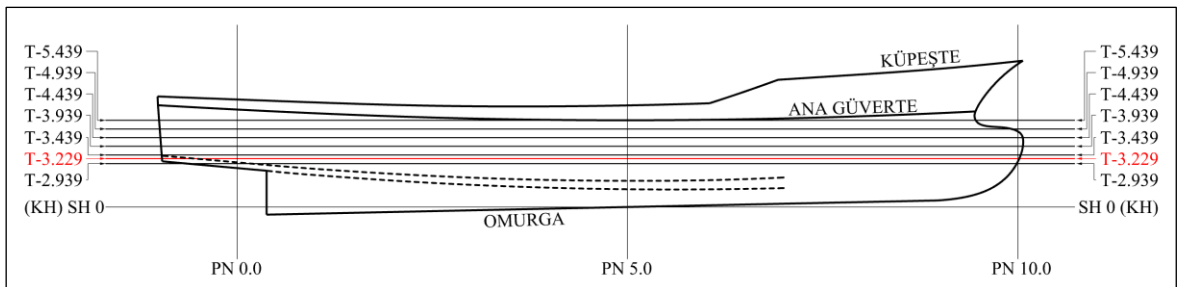
Tablo 2.2'de karakteristik özellikleri verilen referans KTBG formlarından 3, 5, 10 ve 11 numaralı formların üç boyutlu halleri, KTBG-3-ORJ, KTBG-5-ORJ, KTBG-10-ORJ ve KTBG-11-ORJ adları ile HAD direnç analizleri için oluşturulmuştur. Bu formların L, B ve D değerleri aynı kabul edilerek KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre KTBG-3-DS, KTBG-5-DS, KTBG-10-DS ve KTBG-11-DS adlı formların üç boyutlu halleri oluşturulmuştur. Belirtilen formların ofset tablosu değerleri Ek Tablo 2.1-2.18'de verilmiştir. Bu formların oluşturulma amacı, orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların direnç değerlerini karşılaştırmaktır. Ayrıca, Tablo 2.2'deki referans gemiler arasında olmayan KTBG-13-ORJ ve KTBG-14-ORJ ve aynı ana değerlere sahip KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre tasarlanan KTBG-13-DS ve KTBG-14-DS adlı formların üç boyutlu halleri oluşturulmuştur. Bu formların oluşturulma amacı, KTBG standart boyutsuz ofset tablosunun oluşturulduğu referans gemiler haricindeki orijinal gemi formları ile direnç değerlerini karşılaştırmaktır. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların direnç değerlerini birbirlerine göre karşılaştırmak için iki farklı yaklaşım benimsenmiştir. İlki, formların sabit deplasman değerlerine göre HAD direnç analizleri

yapılarak, elde edilen direnç değerleri birbirleri ile direkt karşılaştırılmıştır. İkincisi ise formların sabit su çekimi değerlerine göre HAD direnç analizleri yapılarak, BHP/Deplasman değerleri karşılaştırılmıştır. Böylece, iki farklı yöntem ile belirlenen hızlarda hangi formların daha az toplam dirence sahip oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 2.13'te L-L/B-D kodlamasına göre verilen 68 adet KTBG formunun üç boyutlu halleri, sistematik HAD direnç analizleri için, standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulmuştur. Sistematik direnç analizlerinin yapılmasının amacı; KTBG formlarının toplam direnç değerlerini L, L/B ve D değerlerine göre karşılaştırmak ve istenilen balık ambar taşıma hacimlerinde en iyi hız-direnç eğrisine sahip formları tespit edebilmektir. GEM1 (50-2.50-5.0), GEM2 (50-2.75-5.0) ve GEM3 (50-3.00-5.0) olarak isimlendirilen KTBG formlarının endaze planları sırasıyla Ek Şekil 2.1, Ek Şekil 2.2 ve Ek Şekil 2.3'te gösterilmiştir.

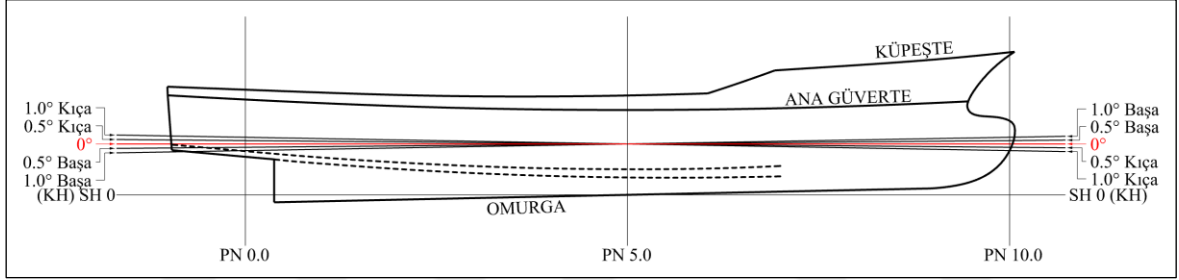
HAD yazılımının direnç açısından tutarlılığının denenmesi için GEM2 adlı formun GEM2-D20, GEM2-D25, GEM2-D30, GEM2-D35, GEM2-D40, GEM2-D45 ve GEM2-D50 kodlu analiz dosyaları, Denklem (2.46)'daki Payda teriminin değerleri sırasıyla 20, 25, 30, 35, 40, 45, ve 50 seçilmesi ile oluşturulmuştur.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin yükleme durumuna göre direnç özelliklerinin nasıl değiştiğini görebilmek için GEM2 adlı formun; 2.939 m, 3.229 m (DSÇ), 3.439 m, 3.939 m, 4.439 m, 4.939 m ve 5.439 m kış su çekimi değerlerine göre sırasıyla T-2.939, T-3.229, T-3.439, T-3.939, T-4.439, T-4.939 ve T-5.439 kodlu analiz dosyaları oluşturulmuştur. Oluşturulan dosyaların HAD direnç analizleri yapılarak elde edilen toplam direnç değerlerine göre yükleme durumunun direnç üzerindeki etkileri araştırılmıştır. GEM2 adlı formun yükleme durumları Şekil 2.29'da gösterilmiştir.



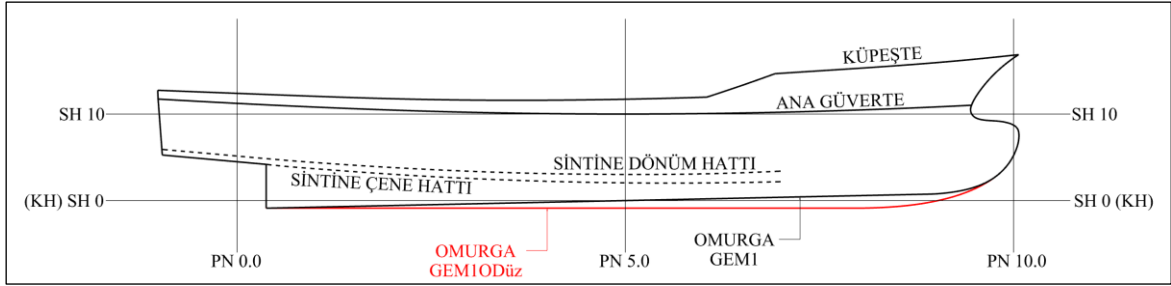
Şekil 2.29. GEM2 adlı formun yükleme durumları

Gemiler denizde trimsiz, kıça veya başa trimli hallerde yüzmektedir. Yapılan çalışma kapsamında bütün KTBG formlarının trimsiz halde sabit bir şekilde HAD direnç analizleri yapılmıştır. Ancak gerçekte, KTBG formları yükleme durumlarına göre ve yapılan hızda suyun formlara gösterdiği hidrodinamik etkiden dolayı trimli halde seyretmektedir. KTBG formlarının kıça veya başa trim durumlarında direnç özelliklerinin nasıl etkilendiğini görebilmek için GEM2 adlı formun mastori su çekimi 3.00 metre olmak üzere 1.0° kıça, 0.5° kıça, 0°, 0.5° başa ve 1.0° başa trimli hallerinin sırasıyla 1.0° K1ça, 0.5° K1ça, 0°, 0.5° Başı ve 1.0° Başı adlı dosyaları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu dosyaların HAD direnç analizleri yapılarak KTBG formlarında kıça ve başa trimin direnç üzerindeki etkisi araştırılmıştır. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumları Şekil 2.30'da gösterilmiştir.



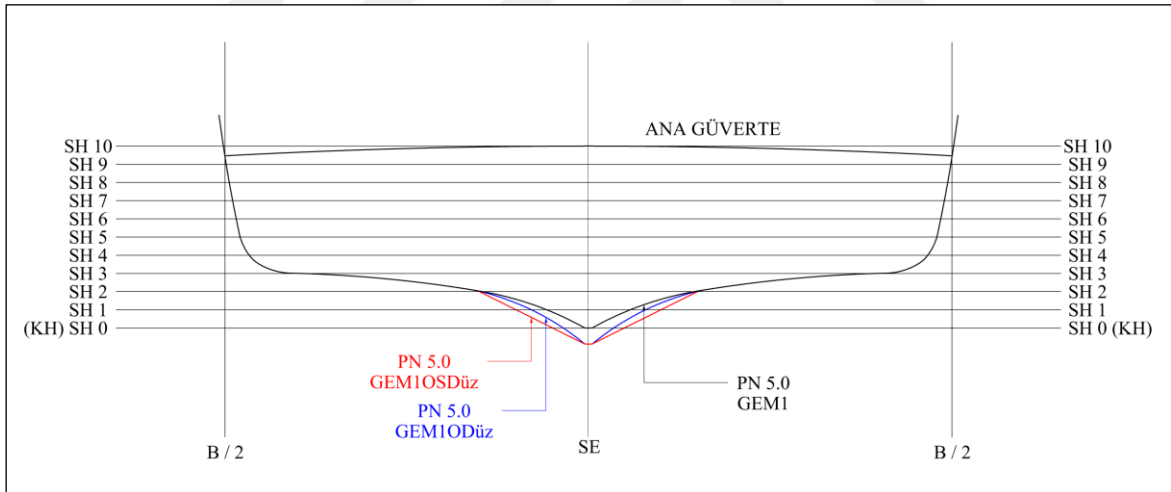
Şekil 2.30. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumları

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin omurgaları genelde kaide hattı (KH) ile 1 ila 2 derece arasında açı yapacak şekilde (Şekil 2.31) inşa edilmektedir. Omurganın kaide hattına paralel olması durumunun direnç üzerindeki etkilerini görebilmek için GEM1ODüz, GEM2ODüz ve GEM3ODüz olarak adlandırılan formların üç boyutlu halleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu formların endaze planları sırasıyla Ek Şekil 2.4, Ek Şekil 2.5 ve Ek Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.31. KTBG formlarının omurga düzenleri

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin sintine yapıları, Şekil 2.32’de görüldüğü gibi (GEM1 ve GEM1ODüz formları) sintine çene hattına (Şekil 2.31) kadar iç bükeydir. Sintine dış kabuk formunun iç bükey değil de düz olması durumunun (Şekil 2.32’de GEM1OSDüz) direnç üzerindeki etkilerini görebilmek için GEM1OSDüz, GEM2OSDüz ve GEM3OSDüz olarak adlandırılan formların üç boyutlu halleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu formların endaze planları sırasıyla Ek Şekil 2.7, Ek Şekil 2.8 ve Ek Şekil 2.9’da gösterilmiştir.



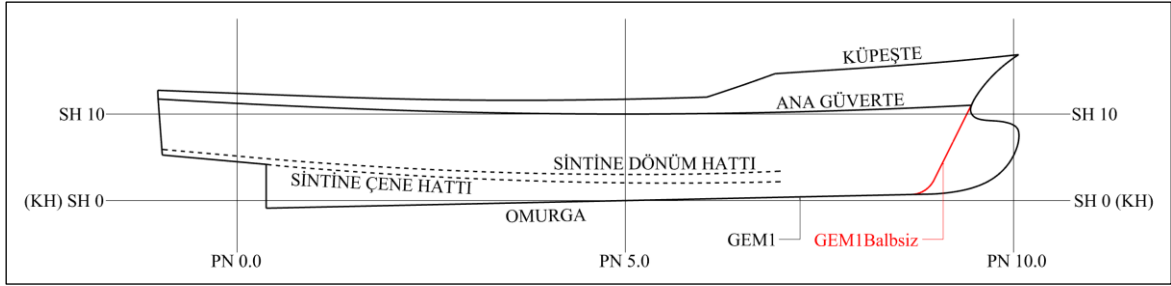
Şekil 2.32. KTBG formlarının sintine düzenleri

Karadeniz tipi balıkçı gemileri yumrubaşsız olarak inşa edilirken, 2004 yılından sonra yavaş yavaş yumrubaşlı olarak inşa edilmeye başlanmıştır. Bu tip formlarda yumrubaşın ilk kullanım amacı, ön kısımda bulunan yaşam mahalli (kamaralar) nedeni ile başa doğru oluşan trimi yumrubaşın sağladığı sephiye ile dengelemektir. Zamanla deneme yanılma yolu ile ustalar tarafından yumrubaşın direnci düşürdüğü ve sabit makine gücünde hızı artırdığı anlaşıldı, 2010 yılından sonra bütün Karadeniz tipi balıkçı gemileri yumrubaşlı olarak inşa

edilmeye başlanmıştır. Daha önce yumrubaşsız inşa edilen Karadeniz tipi balıkçı gemilerine de yumrubaş eklemesi yapılmıştır. Şekil 2.33'te gösterilen 2003 yılında yumrubaşsız olarak inşa edilen bir Karadeniz tipi balıkçı gemisine 2010 yılında yumrubaş eklemesi yapılmıştır (URL-2, 2022). KTBG formlarında yumrubaşın direnç üzerindeki etkisini görebilmek için GEM1, GEM2 ve GEM3 formlarının sırasıyla GEM1Balbsiz, GEM2Balbsiz ve GEM3Balbsiz olarak adlandırılan yumrubaşsız biçimlerinin üç boyutlu halleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu formların endaze planları sırasıyla Ek Şekil 2.10, Ek Şekil 2.11 ve Ek Şekil 2.12'de gösterilmiştir. Şekil 2.34'te ise GEM1 ve GEM1Balbsiz formlarının profil planında karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 2.33. Bir Karadeniz tipi balıkçı gemisinin yumrubaşsız (a) ve yumrubaşlı (b) hali (URL-2, 2022).

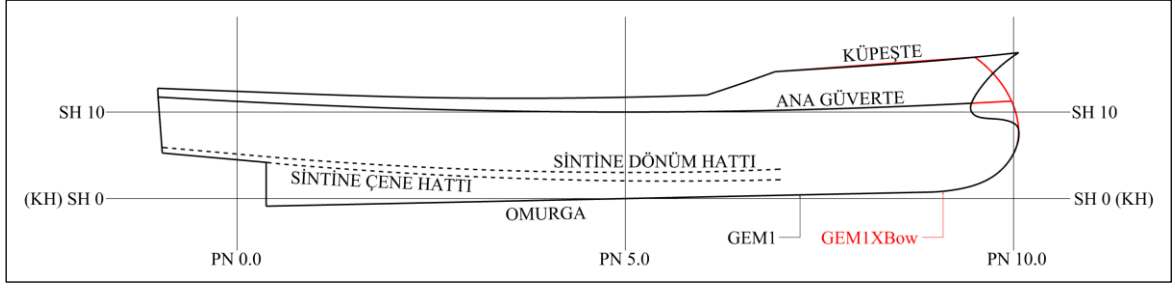


Şekil 2.34. GEM1 adlı formun yumrubaşsız ve yumrubaşlı durumunun karşılaştırılması

2019 yılında geleneksel Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde daha önce denenmemiş X-Bow tipi baş düzenlemesine sahip bir KTBG (Şekil 2.35) Sürmene Çamburnu tersaneler bölgesinde, Atlas Okyanusu'nda çalışmak üzere, suya indirilmiştir. KTBG formlarında X-Bow tipi baş düzenlemesinin direnç üzerindeki etkisini görebilmek için GEM1, GEM2 ve GEM3 formlarının sırasıyla GEM1XBow, GEM2XBow ve GEM3XBow olarak adlandırılan X-Bow tipi baş düzenlemesine sahip biçimlerinin üç boyutlu halleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu formların endaze planları sırasıyla Ek Şekil 2.13, Ek Şekil 2.14 ve Ek Şekil 2.15'te gösterilmiştir. Şekil 2.36'da ise GEM1 ve GEM1XBow formlarının profil planında karşılaştırılması sunulmuştur.

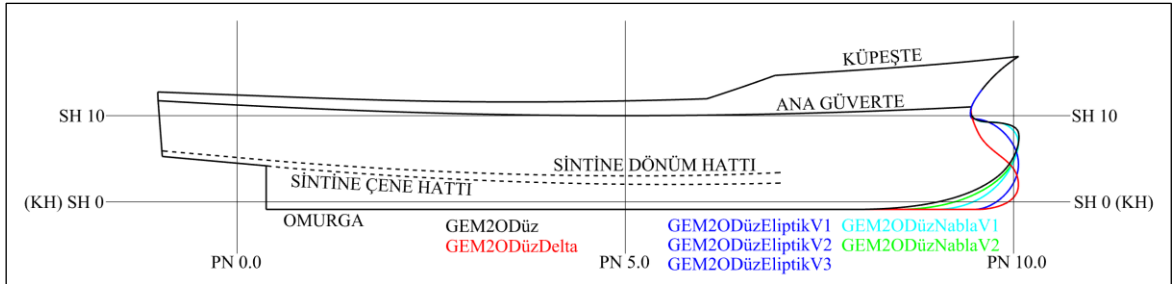


Şekil 2.35. 2019 yılında suya indirilen X-Bow baş düzenlemesine sahip bir KTBG



Şekil 2.36. GEM1 adlı form ile X-Bow tipi baş düzenlemesine sahip şeklinin karşılaştırılması

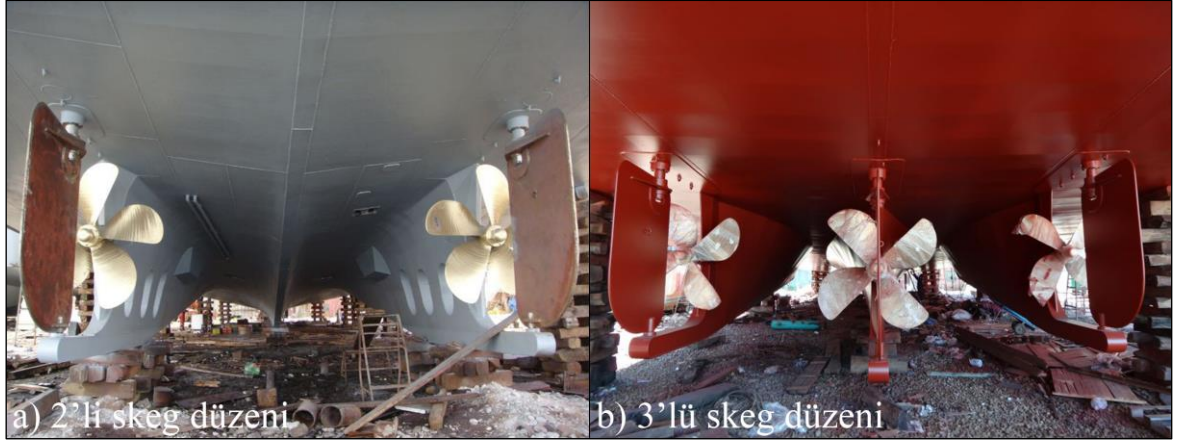
Tersaneler tarafından ustaların ve gemi inşa mühendislerinin tecrübelerine göre farklı yumrubaş tiplerine sahip KTBG formları üretilmektedir. Kullanılan yumrubaş formları genellikle nabla (∇) tipi yumrubaş şekline yakındır. KTBG formlarında yumrubaş tipinin direnç üzerindeki etkisini görebilmek için GEM2ODüz adlı forma delta (Δ), nabla (∇) ve eliptik (0) tip yumrubaş uygulamaları yapılmıştır. Yapılan bu uygulamanın bir amacı da KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formun sahip olduğu yumrubaşın direnç açısından etkinliğini görebilmektir. GEM2ODüz adlı forma 1 adet delta (Δ) (GEM2ODüzDelta), 2 adet nabla (∇) (GEM2ODüzNablaV1 ve GEM2ODüzNablaV2) ve 3 adet eliptik (0) (GEM2ODüzEliptikV1, GEM2ODüzEliptikV2 ve GEM2ODüzEliptikV3) tipi yumrubaş uygulaması yapılmıştır. Delta (Δ) tipi yumrubaşla sahip formun endaze planı Ek Şekil 2.16'da, nabla (∇) tipi yumrubaşla sahip formların endaze planları Ek Şekil 2.17 ve Ek Şekil 2.18'de, eliptik (0) tipi yumrubaşla sahip formların endaze planları ise Ek Şekil 2.19, Ek Şekil 2.20 ve Ek Şekil 2.21'de gösterilmiştir. Şekil 2.37'de ise GEM2ODüz adlı form ve bu formun değişik yumrubaş tiplerine sahip biçimlerinin profil planında karşılaştırılması sunulmuştur.



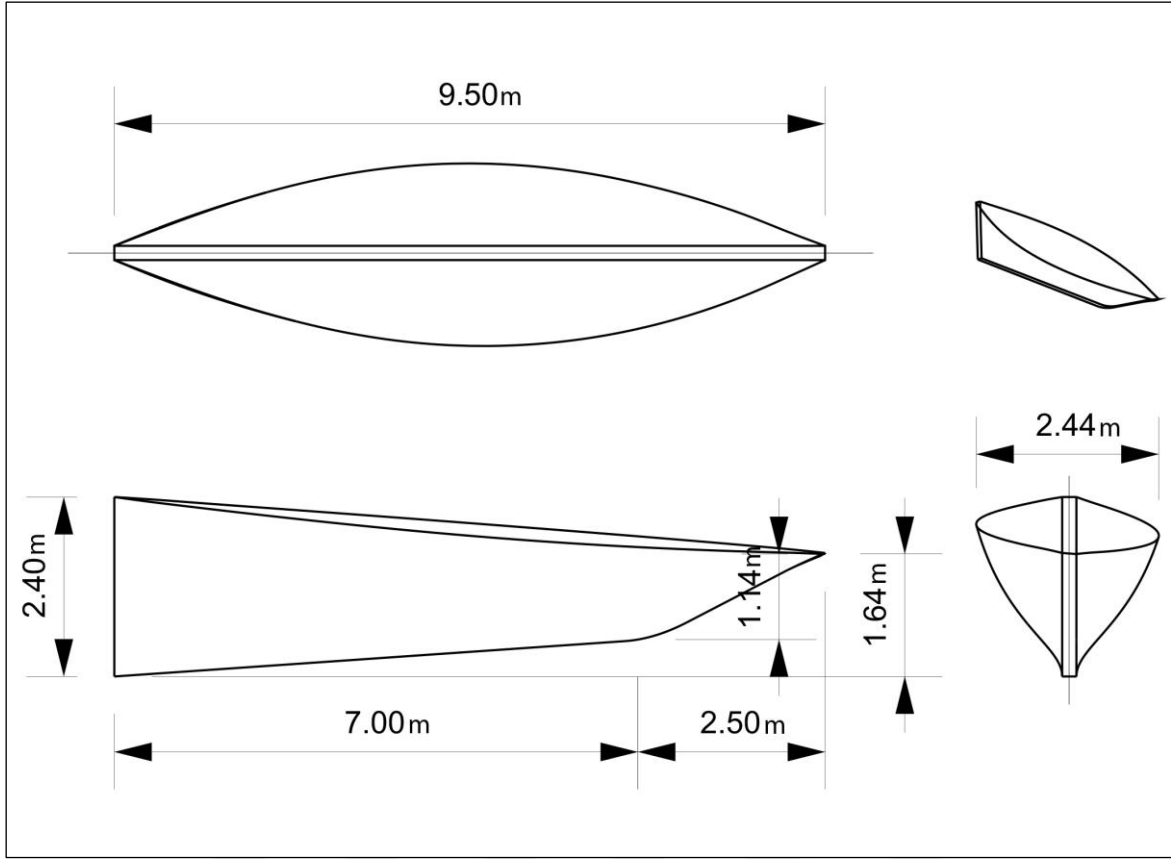
Şekil 2.37. GEM2ODüz adlı form ile değişik yumrubaş tiplerine sahip formlarının karşılaştırılması

Karadeniz tipi balıkçı gemileri genel olarak 1990'lı yıllara kadar tek ana makine ve tek pervaneli olarak inşa edilmiştir. Zamanla gemi boyu ve genişliği artırıldığından dolayı formların istenilen hızda seyir yapılabilmesi için gerekli ana makine gücü ihtiyacı artmıştır. Artan güç ihtiyacını karşılayabilmek için Karadeniz tipi balıkçı gemileri, 1990-2000 yılları arasında iki ana makineli ve iki pervaneli (orta omurga-sancak skeg, orta omurga-iskele skeg, sancak skeg-iskele skeg) olarak inşa edilmiştir. 2000 yılından sonra ise bu tip balıkçı gemileri genellikle üç ana makine ve üç pervane (sancak skeg-orta omurga-iskele skeg) ile donatılmaktadır. Şekil 2.38'de Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde kullanılan 2'li ve 3'lü skeg düzenleri gösterilmiştir.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde skeg adetinin ve skegin merkez omurgaya göre konumunun direnç üzerindeki etkisini görebilmek için bu tip balıkçı gemilerinde geleneksel olarak kullanılan ve Şekil 2.39'da gösterilen skeg GEM1, GEM2 ve GEM3 formlarına eklenmiştir.



Şekil 2.38. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde kullanılan 2'li skeg (a) ve 3'lü skeg (b) düzenleri (URL-3 ve 4, 2022).



Şekil 2.39. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde kullanılan geleneksel skeg planı (Saral ve Köse, 2021).

3'lü skeg düzeninde skeg konumunun direnç üzerindeki etkisini görebilmek için GEM1 adlı forma, konumu merkez omurgaya göre 3.0, 3.5, 4.0 ve 4.5 metre mesafede olan skegler eklenmiş ve oluşan bu yeni formlar sırasıyla GEM1Skeg3lü3.00, GEM1Skeg3lü3.50, GEM1Skeg3lü4.00 ve GEM1Skeg3lü4.50 olarak adlandırılmıştır. GEM2 adlı forma, konumu merkez omurgaya göre 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 ve 4.5 metre mesafede olan skegler eklenmiş ve oluşan bu yeni formlar sırasıyla GEM2Skeg3lü2.50, GEM2Skeg3lü3.00, GEM2Skeg3lü3.50, GEM2Skeg3lü4.00 ve GEM2Skeg3lü4.50 olarak adlandırılmıştır. GEM3 adlı forma, konumu merkez omurgaya göre 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 ve 4.5 metre mesafede olan skegler eklenmiş ve oluşan bu yeni formlar sırasıyla GEM3Skeg3lü2.50, GEM3Skeg3lü3.00, GEM3Skeg3lü3.50, GEM3Skeg3lü4.00 ve GEM3Skeg3lü4.50 olarak adlandırılmıştır. Oluşturulan skegli gemi formlarına örnek olması amacı ile GEM2Skeg3lü4.00 adlı formun endaze planı Ek Şekil 2.22'de gösterilmiştir. GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı formların merkez omurgaya göre belirlenen mesafelerde 3'lü

skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri sırasıyla Ek Şekil 2.23, Ek Şekil 2.24 ve Ek Şekil 2.25'te gösterilmiştir.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde son yıllarda 2'li skeg düzeni nadiren kullanılmaktadır. 2'li skeg yapısının incelenmesinin amacı, 3'lü skeg düzenine sahip formlar ile 2'li skeg düzenine sahip formlar arasındaki direnç farkını hesaplamak ve hangi skeg düzeninin daha verimli olduğunu tespit etmektir. 2'li skeg düzeninde skeg konumunun direnç üzerindeki etkisini görebilmek için GEM1 adlı forma, konumu merkez omurgaya göre 3.0, 3.5 ve 4.0 metre mesafede olan skegler eklenmiş ve oluşan bu yeni formlar sırasıyla GEM1Skeg2li3.00, GEM1Skeg2li3.50 ve GEM1Skeg2li4.00 olarak adlandırılmıştır. GEM2 adlı forma, konumu merkez omurgaya göre 3.0, 3.5 ve 4.0 metre mesafede olan skegler eklenmiş ve oluşan bu yeni formlar sırasıyla GEM2Skeg2li3.00, GEM2Skeg2li3.50 ve GEM2Skeg2li4.00 olarak adlandırılmıştır. GEM3 adlı forma, konumu merkez omurgaya göre 3.0, 3.5 ve 4.0 metre mesafede olan skegler eklenmiş ve oluşan bu yeni formlar sırasıyla GEM3Skeg2li3.00, GEM3Skeg2li3.50 ve GEM3Skeg2li4.00 olarak adlandırılmıştır. Oluşturulan skegli gemi formlarına örnek olması amacı ile GEM2Skeg2li4.00 adlı formun endaze planı Ek Şekil 2.26'da gösterilmiştir. GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı formların merkez omurgaya göre belirlenen mesafelerde 2'li skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri sırasıyla Ek Şekil 2.27, Ek Şekil 2.28 ve Ek Şekil 2.29'da gösterilmiştir.

2.6.2. Formların HAD Direnç Analiz Dosyalarının Özellikleri

Oluşturulan tüm formlar TPIA modülü aracılığı ile STAR-CCM+ yazılımı içine dahil edilmiştir. Yine TPIA modülü yardımı ile 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hız değerleri için HAD direnç hesaplama ayarları yapılmıştır.

7-17 knots hız aralığı üç nedenden dolayı seçilmiştir. İlki, BatchScript makrosunun tutarlı doğru çalışma aralığının F_n 0.15- F_n 0.40 değerleri (SIEMENS, 2021b) arasında olmasıdır. BatchScript makrosu belirtilen F_n değerleri dışında da çalışmaktadır. Ancak, F_n 0.15-0.40 aralığında bulunan direnç değerlerinin gerçek değerden sapma oranı %1'in altında iken bu değerler dışında bu oran %5'e kadar çıkabilmektedir (SIEMENS, 2021b). HAD direnç analizi yapılan bazı formların 7 ve 17 knots hız değerlerinde F_n değerleri bu aralığın altında ve üstünde kalmıştır. İkincisi, 7 knots hız değerinden daha düşük hızlarda incelenen formların direnç değerleri birbirine oldukça yakındır. 17 knots hız değerinin üzerindeki hızlarda ise bazı formlarda toplam ana makine gücü 8000 HP değerinin üzerine çıkmaktadır.

Bugüne kadar Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde toplam ana makine gücünün 7000 HP değerinin üzerine çıktığı gözlemlenmemiştir. Sonuncusu, gemi boyu ve enine bağlı olarak KTBG formlarının avlanacak balığı ararken (dizayn su çekiminde) ekonomik hız değerinin 11-13 knots aralığında (Saral ve Köse, 2020) olmasıdır. Bu tip balıkçı gemileri sefer sürelerinin büyük bir kısmında bu hız aralığında seyir yapmaktadır.

HAD direnç analizleri için formların hazırlanan dosyalarının özellikleri yapılan karşılaştırmalar ve incelemeler doğrultusunda gruplandırılarak verilmiştir. Bu gruplarda HAD analiz dosyalarının özellikleri üç tablo halinde özetlenmiştir. İlkinde, STAR-CCM+ yazılımına dahil edilen KTBG formlarının yüzdüğü su hattındaki genel özellikleri verilmiştir. İkincisinde, formların HAD direnç analizlerinin yapıldığı hız ve buna karşılık gelen F_n değerleri verilmiştir. Sonuncusunda ise, oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri (THB, GHB ve hücre sayısı) ile HAD analizlerinin sonuçlanma süreleri verilmiştir.

2.6.2.1. HAD Programının Tutarlılığı Analizi Dosyaları

STAR-CCM+ yazılımı ile yapılmış olan analizler sonucu elde edilen direnç değerlerinin tutarlılığını ve doğruluğunu tespit edebilmek için GEM2 formu üzerinde ağdan bağımsızlık çalışması yapılmıştır. Payda değerleri 20, 25, 30, 35, 40, 45 ve 50 seçilerek hacim ağ yapısının Denklem (2.46)'ya göre THB değerleri ve Denklem (2.47)'ye göre GHB değerleri belirlenmiştir. Hacim ağ yapıları oluşturularak, HAD direnç analizleri yapılmıştır.

HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.18'de, hız ve F_n değerleri Tablo 2.19'da, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.20'de verilmiştir.

Tablo 2.18. GEM2 formunun genel özellikleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
GEM2	49.475	49.966	17.887	3.229	893.295	916.108	791.956	0.313	0.633

Tablo 2.19. GEM2 formunun HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
GEM2	49.866	49.388	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397

Tablo 2.20. GEM2 formunun paydalara göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{BP}	Payda	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)		(m)	(m)		(saniye)	(saat)
GEM2-D20	49.966	45.129	20	2.256	0.282	411211	51896	14.42
GEM2-D25	49.966	45.129	25	1.805	0.226	649452	80516	22.37
GEM2-D30	49.966	45.129	30	1.504	0.188	922544	79310	22.03
GEM2-D35	49.966	45.129	35	1.289	0.161	1397001	92738	25.76
GEM2-D40	49.966	45.129	40	1.128	0.141	1888701	185127	51.42
GEM2-D45	49.966	45.129	45	1.003	0.125	2501045	171324	47.59
GEM2-D50	49.966	45.129	50	0.903	0.113	3121793	180614	50.17

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.2. Orijinal Gemi Formları ile KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Eşdeğer Formların Dosyaları

Sabit deplasman değerlerine göre HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.21’de, hız ve Fn değerleri Tablo 2.22’de, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.23’te verilmiştir.

Sabit su çekimi değerlerine göre HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.24’te, hız ve Fn değerleri Tablo 2.25’te, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.26’da verilmiştir.

Tablo 2.21. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmana göre genel özellikleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
KTBG-3-DS	49.388	49.866	16.084	3.288	824.328	845.379	730.775	0.316	0.635
KTBG-3-ORJ	49.341	49.904	15.919	3.253	824.565	845.623	734.276	0.323	0.627
KTBG-5-DS	46.304	46.667	15.179	2.704	647.449	663.983	642.469	0.341	0.653
KTBG-5-ORJ	46.143	46.666	15.205	2.730	647.096	663.621	626.383	0.338	0.624
KTBG-10-DS	40.479	40.772	14.068	2.800	557.764	572.008	536.101	0.350	0.659
KTBG-10-ORJ	40.311	40.680	14.216	2.811	557.294	571.526	535.982	0.346	0.649
KTBG-11-DS	39.553	39.923	15.708	3.580	712.165	730.352	591.498	0.320	0.638
KTBG-11-ORJ	39.763	39.800	15.574	3.230	711.698	729.873	594.487	0.356	0.656
KTBG-13-DS	46.302	46.667	15.705	2.677	661.673	678.570	659.356	0.340	0.652
KTBG-13-ORJ	46.159	46.700	15.212	2.755	661.175	678.059	632.090	0.342	0.627
KTBG-14-DS	45.856	46.247	15.711	2.761	657.953	674.755	653.293	0.331	0.646
KTBG-14-ORJ	45.459	46.289	15.611	2.824	658.173	674.981	643.170	0.328	0.627

Tablo 2.22. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların (sabit deplasman) HAD analizleri yapılan hız ve F_n değerleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
			3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
KTBG-3-DS	49.866	49.388	0.164	0.210	0.257	0.304	0.351	0.397
KTBG-3-ORJ	49.904	49.341	0.164	0.210	0.257	0.304	0.351	0.397
KTBG-5-DS	46.667	46.304	0.169	0.217	0.265	0.314	0.362	0.410
KTBG-5-ORJ	46.666	46.143	0.169	0.218	0.266	0.314	0.363	0.411
KTBG-10-DS	40.772	40.479	0.181	0.232	0.284	0.336	0.387	0.439
KTBG-10-ORJ	40.680	40.311	0.181	0.233	0.285	0.336	0.388	0.440
KTBG-11-DS	39.923	39.553	0.183	0.235	0.287	0.339	0.392	0.444
KTBG-11-ORJ	39.800	39.763	0.182	0.234	0.286	0.339	0.391	0.443
KTBG-13-DS	46.667	46.302	0.169	0.217	0.265	0.314	0.362	0.410
KTBG-13-ORJ	46.700	46.159	0.169	0.218	0.266	0.314	0.363	0.411
KTBG-14-DS	46.247	45.856	0.170	0.218	0.267	0.315	0.364	0.412
KTBG-14-ORJ	46.289	45.459	0.171	0.219	0.268	0.317	0.365	0.414

Tablo 2.23. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda payda 20'ye göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{BP}	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
KTBG-3-DS	49.866	45.051	2.253	0.282	398437	52796	14.67
KTBG-3-ORJ	49.904	44.916	2.246	0.281	382575	36554	10.15
KTBG-5-DS	46.667	42.230	2.112	0.264	375245	45499	12.64
KTBG-5-ORJ	46.666	42.047	2.102	0.263	390664	40677	11.30
KTBG-10-DS	40.772	36.916	1.846	0.231	393198	31553	8.76
KTBG-10-ORJ	40.680	36.783	1.839	0.230	395605	28074	7.80
KTBG-11-DS	39.923	36.076	1.804	0.225	480718	41840	11.62
KTBG-11-ORJ	39.800	36.762	1.838	0.230	452433	37405	10.39
KTBG-13-DS	46.667	42.228	2.111	0.264	379738	48220	13.39
KTBG-13-ORJ	46.700	42.054	2.103	0.263	391816	62078	17.24
KTBG-14-DS	46.247	41.819	2.091	0.261	385122	36633	10.18
KTBG-14-ORJ	46.289	41.607	2.080	0.260	385977	67865	18.85

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

Tablo 2.24. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit su çekimine göre genel özellikleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
KTBG-3-DS	49.866	49.476	16.143	3.478	945.081	969.216	759.508	0.340	0.652
KTBG-3-ORJ	49.904	49.435	15.992	3.478	966.830	991.520	765.559	0.352	0.648
KTBG-5-DS	46.667	46.303	15.178	2.701	645.856	662.350	642.135	0.340	0.652
KTBG-5-ORJ	46.666	45.862	15.196	2.701	631.466	647.592	619.925	0.335	0.625
KTBG-10-DS	40.772	40.453	14.047	2.738	529.313	542.831	529.544	0.340	0.652
KTBG-10-ORJ	40.680	40.273	14.190	2.737	523.533	536.903	529.801	0.335	0.640
KTBG-11-DS	39.923	39.610	15.756	3.749	795.951	816.278	611.107	0.340	0.652
KTBG-11-ORJ	39.800	39.775	15.711	3.748	971.623	996.436	647.033	0.415	0.692
KTBG-13-DS	46.667	46.303	15.706	2.679	662.923	679.852	659.623	0.340	0.652
KTBG-13-ORJ	46.700	45.646	15.190	2.679	619.468	635.288	614.903	0.333	0.625
KTBG-14-DS	46.247	45.887	15.734	2.822	693.241	710.945	661.046	0.340	0.652
KTBG-14-ORJ	46.289	45.457	15.611	2.822	657.049	673.829	642.778	0.328	0.626

Tablo 2.25. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların (sabit su çekimi) HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
KTBG-3-DS	49.866	49.476	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
KTBG-3-ORJ	49.904	49.435	0.164	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
KTBG-5-DS	46.667	46.303	0.169	0.217	0.265	0.314	0.362	0.410
KTBG-5-ORJ	46.666	45.862	0.170	0.218	0.267	0.315	0.364	0.412
KTBG-10-DS	40.772	40.453	0.181	0.232	0.284	0.336	0.387	0.439
KTBG-10-ORJ	40.680	40.273	0.181	0.233	0.285	0.336	0.388	0.440
KTBG-11-DS	39.923	39.610	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.444
KTBG-11-ORJ	39.800	39.775	0.182	0.234	0.286	0.339	0.391	0.443
KTBG-13-DS	46.667	46.303	0.169	0.217	0.265	0.314	0.362	0.410
KTBG-13-ORJ	46.700	45.646	0.170	0.219	0.267	0.316	0.365	0.413
KTBG-14-DS	46.247	45.887	0.170	0.218	0.267	0.315	0.364	0.412
KTBG-14-ORJ	46.289	45.457	0.171	0.219	0.268	0.317	0.365	0.414

Tablo 2.26. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit su çekiminde ve payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{BP}	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
KTBG-3-DS	49.866	45.125	1.289	0.161	1321597	105305	29.25
KTBG-3-ORJ	49.904	44.983	1.285	0.161	1333177	88800	24.67
KTBG-5-DS	46.667	42.230	1.207	0.151	1190678	87479	24.30
KTBG-5-ORJ	46.666	42.034	1.201	0.150	1243810	88671	24.63
KTBG-10-DS	40.772	36.894	1.054	0.132	1333342	80145	22.26
KTBG-10-ORJ	40.680	36.751	1.050	0.131	1343998	86261	23.96
KTBG-11-DS	39.923	36.124	1.032	0.129	1732362	145733	40.48
KTBG-11-ORJ	39.800	36.775	1.051	0.131	1633577	115882	32.19
KTBG-13-DS	46.667	42.228	1.207	0.151	1203533	80642	22.40
KTBG-13-ORJ	46.700	42.022	1.201	0.150	1261904	93433	25.95
KTBG-14-DS	46.247	41.844	1.196	0.149	1257016	76623	21.28
KTBG-14-ORJ	46.289	41.606	1.189	0.149	1299809	85186	23.66

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.3. Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Sistemik Formların Dosyaları

Sistemik olarak HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.27’de, hız ve F_n değerleri Tablo 2.28’de, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.29’da verilmiştir.

Tablo 2.27. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan sistemik formların genel özellikleri

Gemi Kodu	LOA	LWL	B	T	∇	Δ	S_w	C_B	C_P
L-L/B-D	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
40-2.50-4.0	39.973	39.670	15.815	2.777	599.638	614.952	577.334	0.344	0.655
40-2.75-4.0	39.973	39.693	14.395	2.832	570.316	584.881	537.682	0.352	0.660
40-3.00-4.0	39.973	39.713	13.213	2.887	545.934	559.876	507.473	0.360	0.666
40-2.50-4.5	39.973	39.648	15.795	3.066	645.449	661.932	582.759	0.336	0.650
40-2.75-4.5	39.973	39.672	14.378	3.128	615.003	630.709	548.888	0.345	0.655
40-3.00-4.5	39.973	39.691	13.195	3.183	586.850	601.836	516.893	0.352	0.660
40-2.50-5.0	39.973	39.630	15.780	3.357	692.286	709.965	591.107	0.330	0.645
40-2.75-5.0	39.973	39.652	14.362	3.418	657.072	673.852	555.598	0.338	0.651
40-3.00-5.0	39.973	39.673	13.181	3.479	627.829	643.863	526.909	0.345	0.656
40-2.50-5.5	39.973	39.614	15.767	3.646	738.259	757.112	599.378	0.324	0.641
40-2.75-5.5	39.973	39.637	14.350	3.712	701.007	718.909	565.484	0.332	0.647
40-3.00-5.5	39.973	39.658	13.169	3.777	669.712	686.814	537.637	0.340	0.652
45-2.50-4.0	44.968	44.585	17.753	2.688	702.485	720.425	701.045	0.330	0.645
45-2.75-4.0	44.968	44.609	16.158	2.734	665.107	682.093	652.448	0.338	0.650
45-3.00-4.0	44.968	44.631	14.827	2.780	634.014	650.205	614.687	0.345	0.655
45-2.50-4.5	44.969	44.561	17.734	2.973	758.146	777.507	707.035	0.323	0.640
45-2.75-4.5	44.969	44.585	16.139	3.023	717.867	736.200	660.635	0.330	0.645
45-3.00-4.5	44.969	44.607	14.809	3.071	683.363	700.814	621.820	0.337	0.650
45-2.50-5.0	44.970	44.541	17.718	3.259	814.601	835.404	713.524	0.317	0.636
45-2.75-5.0	44.970	44.565	16.125	3.312	770.738	790.421	668.912	0.324	0.641
45-3.00-5.0	44.970	44.587	14.795	3.363	733.281	752.008	631.707	0.331	0.646
45-2.50-5.5	44.970	44.524	17.706	3.543	869.998	892.216	720.256	0.311	0.632
45-2.75-5.5	44.970	44.548	16.112	3.600	823.172	844.193	677.610	0.319	0.637
45-3.00-5.5	44.970	44.570	14.784	3.655	783.334	803.339	641.787	0.325	0.642
50-2.50-4.0	49.964	49.498	19.693	2.620	814.424	835.223	839.041	0.319	0.637
50-2.75-4.0	49.964	49.523	17.921	2.660	768.571	788.198	779.710	0.326	0.642
50-3.00-4.0	49.964	49.545	16.443	2.698	729.186	747.808	730.005	0.332	0.646
50-3.25-4.0	49.964	49.567	15.193	2.738	697.135	714.938	688.255	0.338	0.651

Tablo 2.27'nin devamı

50-3.50-4.0	49.964	49.589	14.121	2.778	669.699	686.801	655.779	0.344	0.655
50-2.50-4.5	49.965	49.473	19.674	2.902	881.197	903.701	842.524	0.312	0.632
50-2.75-4.5	49.965	49.497	17.902	2.945	831.129	852.354	785.624	0.318	0.637
50-3.00-4.5	49.965	49.520	16.425	2.987	789.002	809.151	738.154	0.325	0.642
50-3.25-4.5	49.965	49.542	15.176	3.030	754.064	773.321	698.247	0.331	0.646
50-3.50-4.5	49.965	49.563	14.105	3.072	723.619	742.098	664.035	0.337	0.650
50-2.50-5.0	49.966	49.451	19.659	3.184	948.296	972.513	847.100	0.306	0.629
50-2.75-5.0	49.966	49.475	17.887	3.229	893.295	916.108	791.956	0.313	0.633
50-3.00-5.0	49.966	49.498	16.412	3.275	848.338	870.002	746.703	0.319	0.637
50-3.25-5.0	49.966	49.521	15.163	3.321	810.471	831.169	708.249	0.325	0.642
50-3.50-5.0	49.966	49.542	14.092	3.365	777.023	796.866	675.430	0.331	0.646
50-2.50-5.5	49.966	49.434	19.646	3.466	1015.545	1041.479	852.695	0.302	0.625
50-2.75-5.5	49.966	49.457	17.876	3.515	956.981	981.420	799.494	0.308	0.630
50-3.00-5.5	49.966	49.481	16.400	3.564	908.451	931.651	755.592	0.314	0.634
50-3.25-5.5	49.966	49.502	15.151	3.610	865.804	887.915	718.332	0.320	0.638
50-3.50-5.5	49.966	49.524	14.081	3.659	831.081	852.304	687.203	0.326	0.642
55-2.50-4.0	54.959	54.410	21.635	2.567	936.256	960.165	988.475	0.310	0.630
55-2.75-4.0	54.959	54.436	19.685	2.602	880.517	903.004	917.266	0.316	0.635
55-3.00-4.0	54.959	54.460	18.060	2.638	835.191	856.519	858.296	0.322	0.639
55-2.50-4.5	54.960	54.384	21.616	2.847	1015.679	1041.617	989.700	0.303	0.626
55-2.75-4.5	54.960	54.409	19.667	2.885	954.976	979.364	921.178	0.309	0.630
55-3.00-4.5	54.960	54.433	18.042	2.922	903.944	927.029	863.994	0.315	0.635
55-2.50-5.0	54.962	54.362	21.600	3.126	1094.477	1122.427	992.337	0.298	0.622
55-2.75-5.0	54.962	54.386	19.652	3.166	1028.040	1054.293	925.747	0.304	0.627
55-3.00-5.0	54.962	54.410	18.028	3.207	973.744	998.611	870.824	0.310	0.631
55-2.50-5.5	54.962	54.343	21.587	3.405	1173.656	1203.629	996.433	0.294	0.620
55-2.75-5.5	54.962	54.382	19.649	3.475	1124.486	1153.202	939.049	0.303	0.626
55-3.00-5.5	54.962	54.390	18.016	3.490	1042.255	1068.872	878.160	0.305	0.627
60-2.50-4.0	59.954	59.324	23.577	2.525	1068.316	1095.598	1149.624	0.302	0.625
60-2.75-4.0	59.954	59.349	21.450	2.557	1002.915	1028.527	1066.004	0.308	0.629
60-3.00-4.0	59.954	59.373	19.677	2.587	946.761	970.939	995.517	0.313	0.633
60-2.50-4.5	59.956	59.296	23.558	2.803	1161.174	1190.827	1148.631	0.297	0.621
60-2.75-4.5	59.956	59.321	21.432	2.837	1088.751	1116.555	1074.526	0.302	0.625
60-3.00-4.5	59.956	59.345	19.660	2.870	1028.070	1054.325	999.538	0.307	0.629
60-2.50-5.0	59.957	59.272	23.542	3.079	1252.275	1284.255	1149.004	0.291	0.618
60-2.75-5.0	59.957	59.296	21.417	3.115	1173.245	1203.206	1072.342	0.297	0.621
60-3.00-5.0	59.957	59.321	19.646	3.151	1107.907	1136.201	1004.350	0.302	0.625
60-2.50-5.5	59.957	58.979	23.529	3.356	1344.704	1379.044	1152.161	0.289	0.618
60-2.75-5.5	59.957	59.276	21.404	3.394	1258.974	1291.125	1074.408	0.292	0.619
60-3.00-5.5	59.957	59.300	19.634	3.433	1188.869	1219.229	1010.869	0.297	0.622

Tablo 2.28. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan sistematik formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
L-L/B-D	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
40-2.50-4.0	39.973	39.67	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
40-2.75-4.0	39.973	39.693	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
40-3.00-4.0	39.973	39.713	0.182	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
40-2.50-4.5	39.973	39.648	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
40-2.75-4.5	39.973	39.672	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
40-3.00-4.5	39.973	39.691	0.182	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
40-2.50-5.0	39.973	39.630	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.444
40-2.75-5.0	39.973	39.652	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
40-3.00-5.0	39.973	39.673	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
40-2.50-5.5	39.973	39.614	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.444
40-2.75-5.5	39.973	39.637	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
40-3.00-5.5	39.973	39.658	0.183	0.235	0.287	0.339	0.391	0.443
45-2.50-4.0	44.968	44.585	0.172	0.221	0.271	0.320	0.369	0.418
45-2.75-4.0	44.968	44.609	0.172	0.221	0.270	0.320	0.369	0.418
45-3.00-4.0	44.968	44.631	0.172	0.221	0.270	0.320	0.369	0.418
45-2.50-4.5	44.969	44.561	0.172	0.221	0.271	0.320	0.369	0.418
45-2.75-4.5	44.969	44.585	0.172	0.221	0.271	0.320	0.369	0.418
45-3.00-4.5	44.969	44.607	0.172	0.221	0.270	0.320	0.369	0.418
45-2.50-5.0	44.970	44.541	0.172	0.221	0.271	0.320	0.369	0.418
45-2.75-5.0	44.970	44.565	0.172	0.221	0.271	0.320	0.369	0.418
45-3.00-5.0	44.970	44.587	0.172	0.221	0.271	0.320	0.369	0.418
45-2.50-5.5	44.970	44.524	0.172	0.222	0.271	0.320	0.369	0.418
45-2.75-5.5	44.970	44.548	0.172	0.221	0.271	0.320	0.369	0.418
45-3.00-5.5	44.970	44.570	0.172	0.221	0.271	0.320	0.369	0.418
50-2.50-4.0	49.964	49.498	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-2.75-4.0	49.964	49.523	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-3.00-4.0	49.964	49.545	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-3.25-4.0	49.964	49.567	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-3.50-4.0	49.964	49.589	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.396
50-2.50-4.5	49.965	49.473	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
50-2.75-4.5	49.965	49.497	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-3.00-4.5	49.965	49.520	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-3.25-4.5	49.965	49.542	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-3.50-4.5	49.965	49.563	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397

Tablo 2.28'in devamı

50-2.50-5.0	49.966	49.451	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
50-2.75-5.0	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
50-3.00-5.0	49.966	49.498	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-3.25-5.0	49.966	49.521	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-3.50-5.0	49.966	49.542	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-2.50-5.5	49.966	49.434	0.164	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
50-2.75-5.5	49.966	49.457	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
50-3.00-5.5	49.966	49.481	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
50-3.25-5.5	49.966	49.502	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
50-3.50-5.5	49.966	49.524	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
55-2.50-4.0	54.959	54.410	0.156	0.200	0.245	0.289	0.334	0.379
55-2.75-4.0	54.959	54.436	0.156	0.200	0.245	0.289	0.334	0.378
55-3.00-4.0	54.959	54.460	0.156	0.200	0.245	0.289	0.334	0.378
55-2.50-4.5	54.960	54.384	0.156	0.200	0.245	0.290	0.334	0.379
55-2.75-4.5	54.960	54.409	0.156	0.200	0.245	0.289	0.334	0.379
55-3.00-4.5	54.960	54.433	0.156	0.200	0.245	0.289	0.334	0.378
55-2.50-5.0	54.962	54.362	0.156	0.200	0.245	0.290	0.334	0.379
55-2.75-5.0	54.962	54.386	0.156	0.200	0.245	0.290	0.334	0.379
55-3.00-5.0	54.962	54.410	0.156	0.200	0.245	0.289	0.334	0.379
55-2.50-5.5	54.962	54.343	0.156	0.201	0.245	0.290	0.334	0.379
55-2.75-5.5	54.962	54.382	0.156	0.200	0.245	0.290	0.334	0.379
55-3.00-5.5	54.962	54.390	0.156	0.200	0.245	0.290	0.334	0.379
60-2.50-4.0	59.954	59.324	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.362
60-2.75-4.0	59.954	59.349	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.362
60-3.00-4.0	59.954	59.373	0.149	0.192	0.234	0.277	0.320	0.362
60-2.50-4.5	59.956	59.296	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.363
60-2.75-4.5	59.956	59.321	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.363
60-3.00-4.5	59.956	59.345	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.362
60-2.50-5.0	59.957	59.272	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.363
60-2.75-5.0	59.957	59.296	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.363
60-3.00-5.0	59.957	59.321	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.363
60-2.50-5.5	59.957	58.979	0.150	0.192	0.235	0.278	0.321	0.364
60-2.75-5.5	59.957	59.276	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.363
60-3.00-5.5	59.957	59.300	0.149	0.192	0.235	0.277	0.320	0.363

Tablo 2.29. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan sistematik formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi Kodu	LOA	LBP	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
						(saniye)	(saat)
40-2.50-4.0	39.973	36.179	1.034	0.129	1444260	101066	28.07
40-2.75-4.0	39.973	36.197	1.034	0.129	1387808	107623	29.90
40-3.00-4.0	39.973	36.213	1.035	0.129	1320423	86016	23.89
40-2.50-4.5	39.973	36.161	1.033	0.129	1570359	104180	28.94
40-2.75-4.5	39.973	36.180	1.034	0.129	1469750	92111	25.59
40-3.00-4.5	39.973	36.196	1.034	0.129	1431046	129246	35.90
40-2.50-5.0	39.973	36.146	1.033	0.129	1641220	115864	32.18
40-2.75-5.0	39.973	36.170	1.033	0.129	1596698	98573	27.38
40-3.00-5.0	39.973	36.181	1.034	0.129	1510416	108767	30.21
40-2.50-5.5	39.973	36.132	1.032	0.129	1739640	111195	30.89
40-2.75-5.5	39.973	36.150	1.033	0.129	1668450	106743	29.65
40-3.00-5.5	39.973	36.169	1.033	0.129	1619480	133141	36.98
45-2.50-4.0	44.968	40.665	1.162	0.145	1379477	86901	24.14
45-2.75-4.0	44.968	40.680	1.162	0.145	1296868	94762	26.32
45-3.00-4.0	44.968	40.703	1.163	0.145	1239261	88215	24.50
45-2.50-4.5	44.969	40.645	1.161	0.145	1461835	118363	32.88
45-2.75-4.5	44.969	40.660	1.162	0.145	1373672	83325	23.15
45-3.00-4.5	44.969	40.683	1.162	0.145	1319727	93796	26.05
45-2.50-5.0	44.970	40.628	1.161	0.145	1517302	92434	25.68
45-2.75-5.0	44.970	40.650	1.161	0.145	1461246	99660	27.68
45-3.00-5.0	44.970	40.666	1.162	0.145	1395620	100628	27.95
45-2.50-5.5	44.970	40.613	1.160	0.145	1603271	94583	26.27
45-2.75-5.5	44.970	40.630	1.161	0.145	1555197	99897	27.75
45-3.00-5.5	44.970	40.652	1.161	0.145	1464589	102760	28.54
50-2.50-4.0	49.964	45.149	1.290	0.161	1261250	82347	22.87
50-2.75-4.0	49.964	45.169	1.291	0.161	1249805	71203	19.78
50-3.00-4.0	49.964	45.188	1.291	0.161	1170876	93082	25.86
50-3.25-4.0	49.964	45.207	1.292	0.161	1136720	99490	27.64
50-3.50-4.0	49.964	45.224	1.292	0.162	1102507	77958	21.65
50-2.50-4.5	49.965	45.127	1.289	0.161	1349208	90492	25.14
50-2.75-4.5	49.965	45.150	1.290	0.161	1257465	78536	21.82
50-3.00-4.5	49.965	45.167	1.290	0.161	1241771	92881	25.80
50-3.25-4.5	49.965	45.186	1.291	0.161	1173284	86357	23.99
50-3.50-4.5	49.965	45.203	1.292	0.161	1121062	114951	31.93

Tablo 2.29'un devamı

50-2.50-5.0	49.966	45.109	1.289	0.161	1416680	102306	28.42
50-2.75-5.0	49.966	45.129	1.289	0.161	1397001	92738	25.76
50-3.00-5.0	49.966	45.149	1.290	0.161	1311199	84623	23.51
50-3.25-5.0	49.966	45.168	1.291	0.161	1284499	86892	24.14
50-3.50-5.0	49.966	45.185	1.291	0.161	1202980	101371	28.16
50-2.50-5.5	49.966	45.093	1.288	0.161	1492209	119808	33.28
50-2.75-5.5	49.966	45.110	1.289	0.161	1363480	131196	36.44
50-3.00-5.5	49.966	45.134	1.290	0.161	1397551	101317	28.14
50-3.25-5.5	49.966	45.152	1.290	0.161	1347356	94452	26.24
50-3.50-5.5	49.966	45.170	1.291	0.161	1265590	87449	24.29
55-2.50-4.0	54.959	49.632	1.418	0.177	1162611	77723	21.59
55-2.75-4.0	54.959	49.650	1.419	0.177	1180123	72215	20.06
55-3.00-4.0	54.959	49.674	1.419	0.177	1122119	70910	19.70
55-2.50-4.5	54.960	49.609	1.417	0.177	1282065	88020	24.45
55-2.75-4.5	54.960	49.630	1.418	0.177	1186945	80677	22.41
55-3.00-4.5	54.960	49.650	1.419	0.177	1212532	89755	24.93
55-2.50-5.0	54.962	49.589	1.417	0.177	1358697	95134	26.43
55-2.75-5.0	54.962	49.610	1.417	0.177	1238428	95338	26.48
55-3.00-5.0	54.962	49.631	1.418	0.177	1188984	85386	23.72
55-2.50-5.5	54.962	49.573	1.416	0.177	1434488	93696	26.03
55-2.75-5.5	54.962	49.610	1.417	0.177	1367774	81793	22.72
55-3.00-5.5	54.962	49.614	1.418	0.177	1301160	81028	22.51
60-2.50-4.0	59.954	54.115	1.546	0.193	1175345	75119	20.87
60-2.75-4.0	59.954	54.137	1.547	0.193	1124058	52718	14.64
60-3.00-4.0	59.954	54.161	1.547	0.193	1054215	74015	20.56
60-2.50-4.5	59.956	54.091	1.545	0.193	1168671	69419	19.28
60-2.75-4.5	59.956	54.110	1.546	0.193	1205514	73374	20.38
60-3.00-4.5	59.956	54.133	1.547	0.193	1147349	85884	23.86
60-2.50-5.0	59.957	54.070	1.545	0.193	1246011	82418	22.89
60-2.75-5.0	59.957	45.091	1.288	0.161	1233404	75127	20.87
60-3.00-5.0	59.957	54.112	1.546	0.193	1184181	76068	21.13
60-2.50-5.5	59.957	54.053	1.544	0.193	1384397	86239	23.96
60-2.75-5.5	59.957	54.070	1.545	0.193	1304833	77772	21.60
60-3.00-5.5	59.957	54.095	1.546	0.193	1239444	77274	21.46

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.4. Gemi Yükleme Durumu Direnç Artışı Dosyaları

Yükleme durumuna göre HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.30’da, hız ve Fn değerleri Tablo 2.31’de, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.32’de verilmiştir.

Tablo 2.30. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre genel özellikleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
T-2.939	49.966	47.843	17.764	2.939	698.832	716.678	716.766	0.280	0.623
T-3.229	49.966	49.475	17.887	3.229	893.295	916.108	791.956	0.313	0.633
T-3.439	49.966	49.575	17.960	3.439	1041.729	1068.332	826.695	0.340	0.652
T-3.939	49.966	49.740	18.128	3.939	1402.162	1437.970	889.618	0.395	0.687
T-4.439	49.966	49.769	18.283	4.439	1768.211	1813.366	951.715	0.438	0.711
T-4.939	49.966	49.158	18.427	4.939	2138.301	2192.907	1015.181	0.478	0.736
T-5.439	49.966	47.127	18.551	5.439	2512.200	2576.355	1077.009	0.528	0.777

Tablo 2.31. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
T-2.939	49.966	47.843	0.166	0.214	0.261	0.309	0.356	0.404
T-3.229	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
T-3.439	49.966	49.575	0.163	0.210	0.256	0.303	0.350	0.396
T-3.939	49.966	49.740	0.163	0.210	0.256	0.303	0.349	0.396
T-4.439	49.966	49.769	0.163	0.210	0.256	0.303	0.349	0.396
T-4.939	49.966	49.158	0.164	0.211	0.258	0.305	0.351	-
T-5.439	49.966	47.127	0.167	0.215	0.263	0.311	0.359	-

Tablo 2.32. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{BP}	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
T-2.939	49.966	44.985	1.285	0.161	1327371	131449	36.51
T-3.229	49.966	45.129	1.289	0.161	1397001	92738	25.76
T-3.439	49.966	45.213	1.292	0.161	1375613	87510	24.31
T-3.939	49.966	45.340	1.295	0.162	1357205	89435	24.84
T-4.439	49.966	45.331	1.295	0.162	1466209	83427	23.17
T-4.939	49.966	44.683	1.277	0.160	1619292	98001	27.22
T-5.439	49.966	42.614	1.218	0.152	1775460	126588	35.16

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.5. Kıça ve Başa Trim Durumlarının Dosyaları

Kıça ve başa trimli durumlarda HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.33'te, hız ve Fn değerleri Tablo 2.34'te, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.35'te verilmiştir.

Tablo 2.33. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumlarına göre genel özellikleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
1.0° Kıça	50.004	49.384	17.965	3.698	1041.637	1068.237	825.571	0.317	0.694
0.5° Kıça	49.987	49.489	17.963	3.569	1041.476	1068.072	826.394	0.328	0.672
0°	49.966	49.575	17.960	3.439	1041.729	1068.332	826.695	0.340	0.652
0.5° Başa	49.955	49.638	17.959	3.307	1041.562	1068.161	821.671	0.353	0.634
1.0° Başa	49.967	49.633	17.956	3.171	1041.760	1068.364	805.403	0.369	0.618

Tablo 2.34. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumlarına göre oluşan hallerinin HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi Kodu	L _{OA}	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
1.0° Kıça	50.004	49.384	0.164	0.210	0.257	0.304	0.351	0.397
0.5° Kıça	49.987	49.489	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
0°	49.966	49.575	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
0.5° Başa	49.955	49.638	0.163	0.210	0.256	0.303	0.350	0.396
1.0° Başa	49.967	49.633	0.163	0.210	0.256	0.303	0.350	0.396

Tablo 2.35. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumlarına göre oluşan hallerinin payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi Kodu	LOA	LBP	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
1.0° Kıça	50.004	44.992	1.285	0.161	1386252	73269	20.35
0.5° Kıça	49.987	45.113	1.289	0.161	1380595	86898	24.14
0°	49.966	45.213	1.292	0.161	1375613	87510	24.31
0.5° Başa	49.955	45.289	1.294	0.162	1376111	87472	24.30
1.0° Başa	49.967	45.344	1.296	0.162	1360529	115752	32.15

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.6. Düz Omurga Düzenlemesi Dosyaları

Düz omurga düzenlemesi yapılarak HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.36'da, hız ve Fn değerleri Tablo 2.37'de, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.38'de verilmiştir.

Tablo 2.36. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri

Gemi İsmi	LOA	LWL	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
GEM1	49.966	49.451	19.659	3.184	948.296	972.513	847.100	0.306	0.629
GEM1ODüz	49.966	49.429	19.643	3.142	947.709	971.911	852.879	0.311	0.622
GEM2	49.966	49.475	17.887	3.229	893.295	916.108	791.956	0.313	0.633
GEM2ODüz	49.966	49.453	17.873	3.188	893.610	916.430	800.594	0.317	0.627
GEM3	49.966	49.498	16.412	3.275	848.338	870.002	746.703	0.319	0.637
GEM3ODüz	49.966	49.478	16.398	3.234	848.632	870.304	757.362	0.323	0.631

Tablo 2.37. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi İsmi	LOA	LWL	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
GEM1	49.966	49.451	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1ODüz	49.966	49.429	0.164	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2ODüz	49.966	49.453	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM3	49.966	49.498	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3ODüz	49.966	49.478	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397

Tablo 2.38. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi İsmi	LOA	LBP	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
GEM1	49.966	45.109	1.289	0.161	1416680	102306	28.42
GEM1-ODüz	49.966	45.089	1.288	0.161	1434895	94445	26.23
GEM2	49.966	45.129	1.289	0.161	1397001	92738	25.76
GEM2-ODüz	49.966	45.110	1.289	0.161	1321609	74205	20.61
GEM3	49.966	45.149	1.290	0.161	1311199	84623	23.51
GEM3-ODüz	49.966	45.131	1.289	0.161	1322840	90270	25.07

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.7. Düz Omurga ve Düz Sintine Düzenlemesi Dosyaları

Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılarak HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.39’da, hız ve Fn değerleri Tablo 2.40’da, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.41’de verilmiştir.

Tablo 2.39. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri

Gemi İsmi	L _{OA}	L _{WL}	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
GEM1	49.966	49.451	19.659	3.184	948.296	972.513	847.100	0.306	0.629
GEM1OSDüz	49.966	49.414	19.632	3.116	947.975	972.184	844.480	0.314	0.616
GEM2	49.966	49.475	17.887	3.229	893.295	916.108	791.956	0.313	0.633
GEM2OSDüz	49.966	49.439	17.864	3.161	893.165	915.974	792.876	0.320	0.621
GEM3	49.966	49.498	16.412	3.275	848.338	870.002	746.703	0.319	0.637
GEM3OSDüz	49.966	49.464	16.390	3.207	848.286	869.949	750.408	0.326	0.625

Tablo 2.40. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi İsmi	L _{OA}	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
GEM1	49.966	49.451	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1OSDüz	49.966	49.414	0.164	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2OSDüz	49.966	49.439	0.164	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM3	49.966	49.498	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3OSDüz	49.966	49.464	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397

Tablo 2.41. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi İsmi	LOA	LBP	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
GEM1	49.966	45.109	1.289	0.161	1416680	102306	28.42
GEM1-OSDüz	49.966	45.077	1.288	0.161	1443358	102302	28.42
GEM2	49.966	45.129	1.289	0.161	1397001	92738	25.76
GEM2-OSDüz	49.966	45.098	1.289	0.161	1335307	109409	30.39
GEM3	49.966	45.149	1.290	0.161	1311199	84623	23.51
GEM3-OSDüz	49.966	45.119	1.289	0.161	1309592	88488	24.58

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.8. Yumrubaşsız ve Yumrubaşı Formların Karşılaştırılması Dosyaları

HAD direnç analizleri yapılan yumrubaşsız ve yumrubaşı formların; genel özellikleri Tablo 2.42'de, hız ve Fn değerleri Tablo 2.43'te, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.44'te verilmiştir.

Tablo 2.42. Yumrubaşsız ve yumrubaşı formların genel özellikleri

Gemi İsmi	LOA	LWL	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
GEM1	49.966	49.451	19.659	3.184	948.296	972.513	847.100	0.306	0.629
GEM1Balbsız	49.939	45.567	19.771	3.216	940.647	964.669	830.565	0.325	0.656
GEM2	49.966	49.475	17.887	3.229	893.295	916.108	791.956	0.313	0.633
GEM2Balbsız	49.939	45.593	17.899	3.261	885.726	908.346	775.141	0.333	0.661
GEM3	49.966	49.498	16.412	3.275	848.338	870.002	746.703	0.319	0.637
GEM3Balbsız	49.939	45.620	16.422	3.307	840.880	862.353	729.340	0.339	0.665

Tablo 2.43. Yumrubaşsız ve yumrubaşlı formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi İsmi	L _{OA}	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
GEM1	49.966	49.451	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1Balbsiz	49.939	45.567	0.170	0.219	0.268	0.316	0.365	0.414
GEM2	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Balbsiz	49.939	45.593	0.170	0.219	0.268	0.316	0.365	0.413
GEM3	49.966	49.498	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3Balbsiz	49.939	45.620	0.170	0.219	0.267	0.316	0.365	0.413

Tablo 2.44. Yumrubaşsız ve yumrubaşlı formların payda 20'ye göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi İsmi	LOA	LBP	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
GEM1	49.966	45.109	2.255	0.282	423477	40468	11.24
GEM1Balbsiz	49.939	41.221	2.061	0.258	450637	62427	17.34
GEM2	49.966	45.129	2.256	0.282	411211	51896	14.42
GEM2Balbsiz	49.939	41.244	2.062	0.258	431971	55642	15.46
GEM3	49.966	45.149	2.257	0.282	392290	35306	9.81
GEM3Balbsiz	49.939	41.267	2.063	0.258	425923	72597	20.17

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.9. X-Bow Tipi Baş Düzenlemesi Dosyaları

X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılarak HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.45'te, hız ve Fn değerleri Tablo 2.46'da, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.47'de verilmiştir.

Tablo 2.45. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri

Gemi İsmi	LOA	LWL	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
GEM1	49.966	49.451	19.659	3.184	948.296	972.513	847.100	0.306	0.629
GEM1XBow	49.934	49.460	19.659	3.184	942.996	967.078	846.107	0.305	0.625
GEM2	49.966	49.475	17.887	3.229	893.295	916.108	791.956	0.313	0.633
GEM2XBow	49.934	49.482	17.887	3.229	888.563	911.254	791.189	0.311	0.630
GEM3	49.966	49.498	16.412	3.275	848.338	870.002	746.703	0.319	0.637
GEM3XBow	49.934	49.504	16.412	3.275	844.095	865.651	746.105	0.317	0.634

Tablo 2.46. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi İsmi	LOA	LWL	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
GEM1	49.966	49.451	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1XBow	49.934	49.460	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2XBow	49.934	49.482	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM3	49.966	49.498	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3XBow	49.934	49.504	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397

Tablo 2.47. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi İsmi	LOA	LBP	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
GEM1	49.966	45.109	1.289	0.161	1416680	102306	28.42
GEM1XBow	49.934	45.116	1.289	0.161	1416587	121414	33.73
GEM2	49.966	45.129	1.289	0.161	1397001	92738	25.76
GEM2XBow	49.934	45.136	1.290	0.161	1383223	100389	27.89
GEM3	49.966	45.149	1.290	0.161	1311199	84623	23.51
GEM3XBow	49.934	45.154	1.290	0.161	1332644	89458	24.85

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.10.Delta, Nabla ve Eliptik Tip YumruBaş Düzenlemeleri Dosyaları

Delta, nabla ve eliptik tip yumruBaş düzenlemeleri yapılarak HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.48’de, hız ve Fn değerleri Tablo 2.49’da, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağı yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.50’de verilmiştir.

Tablo 2.48. Delta, nabla ve eliptik tip yumruBaş düzenlemeleri yapılan formların genel özellikleri

Gemi İsmi	L _{OA}	L _{WL}	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
GEM2	49.966	49.475	17.887	3.229	893.295	916.108	791.956	0.313	0.633
GEM2Odüz	49.966	49.453	17.873	3.188	893.610	916.430	800.594	0.317	0.627
GEM2OdüzDelta	49.939	48.560	17.856	3.139	893.462	916.279	808.205	0.328	0.653
GEM2OdüzNablaV1	49.939	49.539	17.870	3.180	893.712	916.535	805.510	0.317	0.629
GEM2OdüzNablaV2	49.939	49.540	17.871	3.181	893.767	916.592	803.149	0.317	0.628
GEM2OdüzEliptikV1	49.939	49.598	17.866	3.167	893.455	916.272	807.992	0.318	0.633
GEM2OdüzEliptikV2	49.939	49.600	17.861	3.155	893.180	915.989	807.043	0.320	0.637
GEM2OdüzEliptikV3	49.939	49.598	17.866	3.168	896.874	919.778	818.091	0.319	0.635

Tablo 2.49. Delta, nabla ve eliptik tip yumruBaş düzenlemeleri yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi İsmi	L _{OA}	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
GEM2	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Odüz	49.966	49.453	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2OdüzDelta	49.939	48.560	0.165	0.212	0.259	0.306	0.354	0.401
GEM2OdüzNablaV1	49.939	49.539	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM2OdüzNablaV2	49.939	49.540	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM2OdüzEliptikV1	49.939	49.598	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.396
GEM2OdüzEliptikV2	49.939	49.600	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.396
GEM2OdüzEliptikV3	49.939	49.598	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.396

Tablo 2.50. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların payda 35'e göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi İsmi	LOA	LBP	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
GEM2	49.966	45.129	1.289	0.161	1397001	92738	25.76
GEM2Odüz	49.966	45.110	1.289	0.161	1321609	74205	20.61
GEM2OdüzDelta	49.939	44.221	1.263	0.158	1406577	113715	31.59
GEM2OdüzNablaV1	49.939	45.196	1.291	0.161	1371415	96092	26.69
GEM2OdüzNablaV2	49.939	45.197	1.291	0.161	1364405	92557	25.71
GEM2OdüzEliptikV1	49.939	45.256	1.293	0.162	1378590	103063	28.63
GEM2OdüzEliptikV2	49.939	45.259	1.293	0.162	1368948	79824	22.17
GEM2OdüzEliptikV3	49.939	45.256	1.293	0.162	1371183	97011	26.95

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.11. Üçlü Skeg Düzenlemesi Dosyaları

Üçlü skeg düzenlemesi yapılarak HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.51'de, hız ve Fn değerleri Tablo 2.52'de, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.53'te verilmiştir. Skeg formları nedeni ile ortaya çıkan gemi izinden dolayı toplam direnci daha doğru hesaplayabilmek için ağ yapıları tam model uygulamasına göre oluşturulmuştur.

Tablo 2.51. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri

Gemi İsmi	L _{OA}	L _{WL}	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _p
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
GEM1	49.966	49.451	19.659	3.184	948.296	972.513	847.100	0.306	0.629
GEM1Skeg3lü3.00	49.966	49.451	19.659	3.184	979.850	1004.873	885.577	0.317	0.649
GEM1Skeg3lü3.50	49.966	49.451	19.659	3.184	980.726	1005.771	886.762	0.317	0.650
GEM1Skeg3lü4.00	49.966	49.451	19.659	3.184	980.043	1005.071	886.063	0.317	0.650
GEM1Skeg3lü4.50	49.966	49.451	19.659	3.184	980.908	1005.958	886.879	0.317	0.650

Tablo 2.51'in devamı

GEM2	49.966	49.475	17.887	3.229	893.295	916.107	791.955	0.313	0.633
GEM2Skeg3lü2.50	49.966	49.475	17.887	3.229	925.437	949.071	829.288	0.324	0.656
GEM2Skeg3lü3.00	49.966	49.475	17.887	3.229	925.378	949.010	831.290	0.324	0.656
GEM2Skeg3lü3.50	49.966	49.475	17.887	3.229	926.420	950.078	832.290	0.324	0.656
GEM2Skeg3lü4.00	49.966	49.475	17.887	3.229	926.258	949.912	832.083	0.324	0.656
GEM2Skeg3lü4.50	49.966	49.475	17.887	3.229	926.245	949.898	832.077	0.324	0.656
GEM3	49.966	49.498	16.412	3.275	848.338	870.002	746.703	0.319	0.637
GEM3Skeg3lü2.50	49.966	49.498	16.412	3.275	879.803	902.271	784.159	0.331	0.661
GEM3Skeg3lü3.00	49.966	49.498	16.412	3.275	880.966	903.463	786.483	0.331	0.662
GEM3Skeg3lü3.50	49.966	49.498	16.412	3.275	880.428	902.912	785.980	0.331	0.662
GEM3Skeg3lü4.00	49.966	49.498	16.412	3.275	879.930	902.401	785.437	0.331	0.661
GEM3Skeg3lü4.50	49.966	49.498	16.412	3.275	880.960	903.457	786.418	0.331	0.662

Tablo 2.52. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi İsmi	LOA	L _{WL}	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
GEM1	49.966	49.452	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1Skeg3lü3.00	49.966	49.452	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1Skeg3lü3.50	49.966	49.452	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1Skeg3lü4.00	49.966	49.452	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1Skeg3lü4.50	49.966	49.452	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Skeg3lü2.50	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Skeg3lü3.00	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Skeg3lü3.50	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Skeg3lü4.00	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Skeg3lü4.50	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM3	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3Skeg3lü2.50	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3Skeg3lü3.00	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3Skeg3lü3.50	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3Skeg3lü4.00	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3Skeg3lü4.50	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397

Tablo 2.53. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların payda 20'ye göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi İsmi	LOA	LBP	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
GEM1	49.966	45.109	2.255	0.282	848301	119200	33.11
GEM1Skeg3lü3.00	49.966	45.109	2.255	0.282	858363	85581	23.77
GEM1Skeg3lü3.50	49.966	45.109	2.255	0.282	859467	88913	24.70
GEM1Skeg3lü4.00	49.966	45.109	2.255	0.282	860344	117917	32.75
GEM1Skeg3lü4.50	49.966	45.109	2.255	0.282	859560	81080	22.52
GEM2	49.966	45.129	2.256	0.282	91636	87510	24.31
GEM2Skeg3lü2.50	49.966	45.129	2.256	0.282	846605	89446	24.85
GEM2Skeg3lü3.00	49.966	45.129	2.256	0.282	842114	85888	23.86
GEM2Skeg3lü3.50	49.966	45.129	2.256	0.282	846253	79910	22.20
GEM2Skeg3lü4.00	49.966	45.129	2.256	0.282	844806	96684	26.86
GEM2Skeg3lü4.50	49.966	45.129	2.256	0.282	845756	114386	31.77
GEM3	49.966	45.149	2.257	0.282	781773	92573	25.71
GEM3Skeg3lü2.50	49.966	45.149	2.257	0.282	776643	80433	22.34
GEM3Skeg3lü3.00	49.966	45.149	2.257	0.282	783703	81313	22.59
GEM3Skeg3lü3.50	49.966	45.149	2.257	0.282	779218	87464	24.30
GEM3Skeg3lü4.00	49.966	45.149	2.257	0.282	779179	77638	21.57
GEM3Skeg3lü4.50	49.966	45.149	2.257	0.282	782977	77986	21.66

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

2.6.2.12. İkili Skeg Düzenlemesi Dosyaları

İkili skeg düzenlemesi yapılarak HAD direnç analizleri yapılan formların; genel özellikleri Tablo 2.54'te, hız ve Fn değerleri Tablo 2.55'te, belirtilen paydaya göre oluşturulan hacim ağ yapılarının özellikleri ve hesaplamalarının çözüm süreleri Tablo 2.56'da verilmiştir. Skeg formları nedeni ile ortaya çıkan gemi izinden dolayı toplam direnci daha doğru hesaplayabilmek için ağ yapıları tam model uygulamasına göre oluşturulmuştur.

Tablo 2.54. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların genel özellikleri

Gemi İsmi	LOA	LWL	B	T	∇	Δ	S _w	C _B	C _P
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(ton)	(m ²)		
GEM1	49.966	49.451	19.659	3.184	948.296	972.513	847.100	0.306	0.629
GEM1Skeg2li3.00	49.966	49.451	19.659	2.935	943.800	967.903	864.498	0.331	0.626
GEM1Skeg2li3.50	49.966	49.451	19.659	2.935	944.668	968.792	865.326	0.331	0.626
GEM1Skeg2li4.00	49.966	49.451	19.659	2.935	943.979	968.086	864.620	0.331	0.626
GEM2	49.966	49.475	17.887	3.229	893.295	916.107	791.955	0.313	0.633
GEM2Skeg2li3.00	49.966	49.475	17.887	2.980	893.147	915.956	808.815	0.339	0.633
GEM2Skeg2li3.50	49.966	49.475	17.887	2.980	894.168	917.002	809.816	0.339	0.634
GEM2Skeg2li4.00	49.966	49.475	17.887	2.980	893.997	916.828	809.606	0.339	0.634
GEM3	49.966	49.498	16.412	3.275	848.338	870.002	746.703	0.319	0.637
GEM3Skeg2li3.00	49.966	49.498	16.412	3.026	850.951	872.682	763.294	0.346	0.639
GEM3Skeg2li3.50	49.966	49.498	16.412	3.026	850.430	872.148	762.769	0.346	0.639
GEM3Skeg2li4.00	49.966	49.498	16.412	3.026	849.905	871.610	762.205	0.346	0.639

Tablo 2.55. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların HAD analizleri yapılan hız ve Fn değerleri

Gemi İsmi	LOA	LWL	Gemi Test Hızları					
			7 knots	9 knots	11 knots	13 knots	15 knots	17 knots
	(m)	(m)	3.601 m/s	4.630 m/s	5.658 m/s	6.687 m/s	7.716 m/s	8.745 m/s
GEM1	49.966	49.452	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1Skeg2li3.00	49.966	49.452	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1Skeg2li3.50	49.966	49.452	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1Skeg2li4.00	49.966	49.452	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Skeg2li3.00	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Skeg2li3.50	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2Skeg2li4.00	49.966	49.475	0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM3	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3Skeg2li3.00	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3Skeg2li3.50	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397
GEM3Skeg2li4.00	49.966	49.499	0.163	0.210	0.257	0.303	0.350	0.397

Tablo 2.56. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların payda 20'ye göre oluşturulan hesaplama hacimlerinin özellikleri ve HAD analizlerinin çözüm süreleri

Gemi İsmi	LOA	LBP	THB	GHB	Hücre Sayısı	Çözüm Süresi	
	(m)	(m)	(m)	(m)		(saniye)	(saat)
GEM1	49.966	45.109	2.255	0.282	848301	119200	33.11
GEM1Skeg2li3.00	49.966	45.109	2.255	0.282	820396	84410	23.45
GEM1Skeg2li3.50	49.966	45.109	2.255	0.282	820376	101789	28.27
GEM1Skeg2li4.00	49.966	45.109	2.255	0.282	820511	112537	31.26
GEM2	49.966	45.129	2.256	0.282	91636	87510	24.31
GEM2Skeg2li3.00	49.966	45.129	2.256	0.282	807258	90406	25.11
GEM2Skeg2li3.50	49.966	45.129	2.256	0.282	808149	81980	22.77
GEM2Skeg2li4.00	49.966	45.129	2.256	0.282	807378	114285	31.75
GEM3	49.966	45.149	2.257	0.282	781773	92573	25.71
GEM3Skeg2li3.00	49.966	45.149	2.257	0.282	750907	87067	24.19
GEM3Skeg2li3.50	49.966	45.149	2.257	0.282	754280	79724	22.15
GEM3Skeg2li4.00	49.966	45.149	2.257	0.282	755301	122302	33.97

THB: Hesaplama hacminin akış yönündeki (-x) temel hücre boyu

GHB: Gemi gövdesi üzerinde akış yönündeki (-x) genel hücre boyu

3. BULGULAR

HAD direnç analizleri sonucunda elde edilen sürtünme direnci katsayısı (C_F), basınç direnci katsayısı (C_P), toplam direnç katsayısı (C_T), sürtünme direnci (R_F), basınç direnci (R_P), toplam direnç (R_T) ve efektif güç (P_E) değerleri tablolarla ve şekillerle sunulmuştur. Formların gerçekte sahip olması gereken toplam ana makine gücü (BHP) değerleri hesaplanmış ve hız-güç grafikleri çizilmiştir. İlgili formların değerleri birbirleri arasında karşılaştırılarak, hangi formların direnç açısından daha üstün oldukları tespit edilmiştir.

C_F değerleri Denklem (3.1), C_P değerleri Denklem (3.2), C_T değerleri Denklem (3.3) ve P_E değerleri Denklem (3.4) ile hesaplanmıştır (Baykal ve Dikili, 2002). Ayrıca, BHP değerlerinin hesaplanması için Denklem (3.5) ve %Fark hesaplamaları için de Denklem (3.6) kullanılmıştır.

$$C_F = \frac{R_F}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad (3.1)$$

$$C_P = \frac{R_P}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad (3.2)$$

$$C_T = \frac{R_T}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad (3.3)$$

$$P_E = R_T V \quad (3.4)$$

$$BHP = 2.5 P_E \quad (3.5)$$

$$\%Fark = \left(\frac{(x_{i+1} - x_i)}{x_i} \right) 100 \quad (3.6)$$

3.1. HAD Yazılımının Direnç Açısından Tutarlılığının Denenmesi

SIEMENS tarafından TPİA modülü ve BatchScript.java makrosu Star-CCM+ HAD yazılımında durgun suda gemi formlarının direnç değerlerini doğru ve tutarlı bir şekilde hesaplamak için geliştirilmiştir. TPİA modülü her form için belirlenen hızlarda ağ yapısını ve çözüm yöntemini en uygun şekilde ayarlamakta ve BatchScript.java makrosu direnç hesaplamalarını tutarlı ve doğru bir şekilde sonuçlandırmaktadır.

HAD yazılımının direnç hesaplamalarında tutarlılığını test etmek için hücre boyutu kabadan inceye doğru değişecek şekilde bir dizi direnç hesaplamaları yapılmıştır. Bu işlem, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların model direnç deneyleri olmadığından dolayı yapılmıştır.

Ağdan bağımsızlık çalışması da denilen bu işlemde GEM2 formu kullanılmıştır. GEM2 formunun seçilmesinin nedenleri; 40-60 metre boy aralığının ortası olan 50 metre boyda olması ve L/B oranının 2.75 (2.50-3.00 değerlerinin ortası) değerinde olmasıdır.

Denklem (2.46)'da kullanılan Payda için 20, 25, 30, 35, 40, 45 ve 50 değerleri seçilerek GEM2 formu için GEM2-D20, GEM2-D25, GEM2-D30, GEM2-D35, GEM2-D40, GEM2-D45 ve GEM2-D50 kodlu analiz dosyaları (hacim ağ yapıları) oluşturulmuş ve her durum için HAD direnç analizleri yapılmıştır.

Payda 35'in direnç değerleri, 20-50 aralığının orta noktası 35 olduğu için referans kabul edilmiş ve diğer Payda değerlerinin direnç sonuçları Payda 35 ile karşılaştırılmıştır.

GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD direnç analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.1'de ve efektif güç değerleri (P_E) Tablo 3.2'de verilmiştir. Efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.3'te sunulmuştur.

GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD direnç analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Efektif güç (P_E) değerlerinin, GEM2-D35 formunun efektif güç değerine göre fark yüzdeleri ise Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Fn					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2-D20	$\times 10^3$	3.448	3.940	4.346	4.196	5.153	8.018
GEM2-D25	$\times 10^3$	3.237	3.837	4.274	4.169	5.134	7.953
GEM2-D30	$\times 10^3$	3.108	3.745	4.225	4.108	5.066	7.947
GEM2-D35	$\times 10^3$	3.048	3.726	4.154	4.086	5.103	7.883
GEM2-D40	$\times 10^3$	3.026	3.715	4.208	3.965	5.465	8.282
GEM2-D45	$\times 10^3$	2.998	3.674	4.125	4.055	5.049	7.902
GEM2-D50	$\times 10^3$	2.976	3.641	4.183	4.036	5.044	7.876

Tablo 3.2. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM2-D20	kW	65.38	158.76	319.60	509.60	961.20	2178.00
GEM2-D25	kW	61.38	154.62	314.40	506.20	957.80	2160.00
GEM2-D30	kW	58.94	150.96	310.80	498.80	945.20	2158.00
GEM2-D35	kW	57.80	150.14	305.60	496.20	952.00	2142.00
GEM2-D40	kW	57.36	149.74	309.40	481.60	1019.40	2250.00
GEM2-D45	kW	56.86	148.02	303.40	492.40	941.80	2146.00
GEM2-D50	kW	56.44	146.72	307.60	490.00	941.00	2140.00

Tablo 3.3. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü ($2.5 \times P_E$) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM2-D20	HP	163.45	396.90	799.00	1274.00	2403.00	5445.00
GEM2-D25	HP	153.45	386.55	786.00	1265.50	2394.50	5400.00
GEM2-D30	HP	147.35	377.40	777.00	1247.00	2363.00	5395.00
GEM2-D35	HP	144.50	375.35	764.00	1240.50	2380.00	5355.00
GEM2-D40	HP	143.40	374.35	773.50	1204.00	2548.50	5625.00
GEM2-D45	HP	142.15	370.05	758.50	1231.00	2354.50	5365.00
GEM2-D50	HP	141.10	366.80	769.00	1225.00	2352.50	5350.00

Tablo 3.1’de görüldüğü üzere, D35’e göre C_T katsayısının F_n 0.163 değerinden (7 knots) F_n 0.397 değerine (17 knots) doğru; D20 ve D25’te sürekli azaldığı, D30’da dalgalı olarak azaldığı, D40’ta dalgalı olarak arttığı, D45 ve D50’de sürekli arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, P_E değerlerinin, D35’e göre karşılaştırıldığı Şekil 3.2’de de görülmektedir.

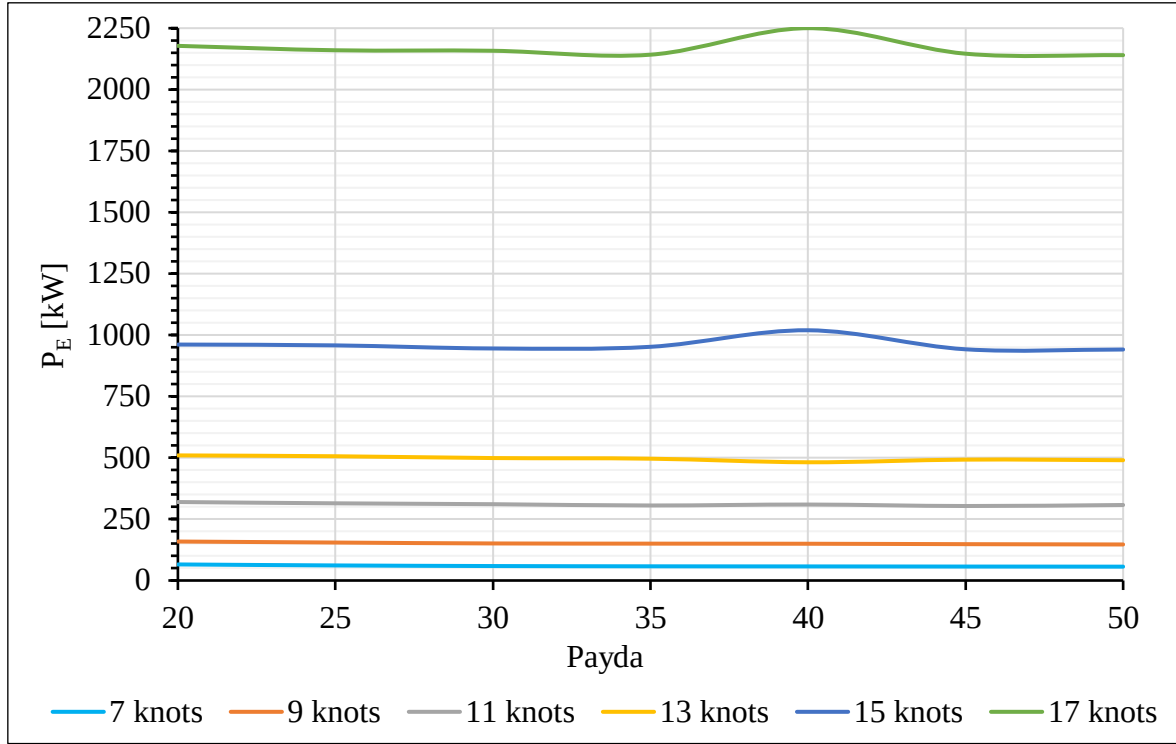
Tablo 3.2’de görüldüğü üzere, Payda değerlerinin D35’e göre karşılaştırılmalarından şu sonuçlar elde edilmiştir:

- 7 knots hızda; D35’in P_E değeri D20’den 7.58 kW daha az, D50’den 1.36 kW daha fazladır.
- 9 knots hızda; D35’in P_E değeri D20’den 8.62 kW daha az, D50’den 3.42 kW daha fazladır.
- 11 knots hızda; D35’in P_E değeri D20’den 14.00 kW daha az, D50’den 2.00 kW daha fazladır.
- 13 knots hızda; D35’in P_E değeri D20’den 13.40 kW daha az, D50’den 6.20 kW daha fazladır.
- 15 knots hızda; D35’in P_E değeri D20’den 9.20 kW daha az, D50’den 11.00 kW daha fazladır.
- 17 knots hızda; D35’in P_E değeri D20’den 36.00 kW daha az, D50’den 2.00 kW daha fazladır.

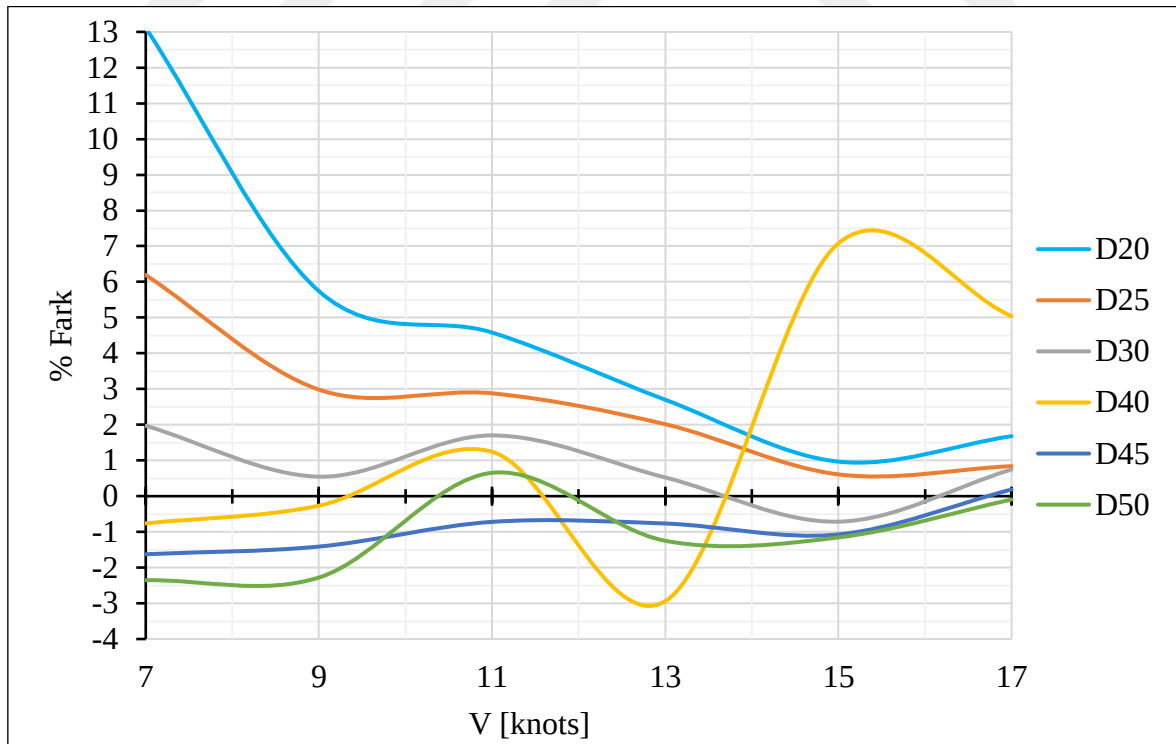
Genel olarak, P_E değerleri Payda 35’ten Payda 20’ye doğru artmakta ve Payda 50’ye doğru azalmaktadır. Hızlara göre P_E değerlerinin aritmetik ortalamaları alınınca çıkan değerlerin Payda 35’in değerlerine yakın oldukları tespit edilmiştir. Bu durum Şekil 3.1’de de görülmektedir.

Şekil 3.2’deki P_E değerlerinin oransal karşılaştırmasında D35’e göre D20’nin değerlerinin fazla, D50’nin değerlerinin daha az olduğu görülmektedir. Payda 35’in gösterdiği performans Payda 45 ile 50’den %1 kadar farklıdır. Ancak çözüm süresi Tablo 2.20’den görüldüğü üzere D35’te yaklaşık 25 saat, D50’de ise yaklaşık 50 saattir. Tablo 3.3’ten de görüldüğü üzere Paydalara göre hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri de birbirine oldukça yakındır.

Tablo ve grafiklerden elde edilen sonuçlara göre HAD direnç analizleri için en uygun Payda değerinin 35 olduğu açıkça görülmektedir Bunun için hacim ağ yapılarının oluşturulmasında Payda değeri genel olarak 35 kabul edilmiştir.



Şekil 3.1. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin hıza göre karşılaştırılması



Şekil 3.2. GEM2 formunun farklı paydalara göre oluşturulan hacim ağ yapılarının HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin, GEM2-D35 formunun efektif güç değerine göre fark yüzdeleri

3.2. Orijinal Gemi Formları ile KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Eşdeğer Formların Direnç Açısından Karşılaştırılması

Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosu yardımıyla oluşturulan eşdeğer formların direnç açısından karşılaştırılması sabit deplasmana ve sabit su çekimine göre olmak üzere iki farklı yöntemle yapılmıştır. İki farklı yöntemde karşılaştırmanın amacı daha doğru ve tutarlı sonuçlar elde etmek içindir.

Orijinal gemi formları ORJ (KTBG-ORJ), KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formlar ise DS (KTBG-DS) şeklinde kodlanmıştır.

3.2.1.Sabit Deplasmana Göre Karşılaştırma

KTBG-ORJ ve DS formlarının HAD direnç analizlerinden elde edilen sürtünme direnci katsayısı (C_F) değerleri Tablo 3.4'te, basınç direnci katsayısı (C_P) değerleri Tablo 3.5'te ve toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.6'da verilmiştir. C_F değerleri hızlara göre kendi aralarında genel olarak %-3.5 ila %7 aralığında farklılık göstermektedir. C_P değerleri hızlara göre kendi aralarında birbirlerine göre genel olarak %-35 ila %148 aralığında değişmektedir. C_T değerleri hızlara göre kendi aralarında birbirlerine göre genel olarak %-23 ila %48 aralığında değişmektedir. Bu karşılaştırma göstermektedir ki formların toplam dirençlerinde basınç direnci katsayısının faktörü daha fazladır. Formların ıslak yüzey alanları (Tablo 2.21) arasında fazla bir fark (3: 4 m², 5: 16 m², 10: 1 m², 11: 3 m², 13: 27 m² ve 14: 10 m²) yoktur. Basınç katsayısının aşırı fazla değişmesi orijinal gemi formlarının aynı kalitede üretilmediklerini göstermektedir. Genel olarak, Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin form yapılarının toplam direnci önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir.

Tablo 3.4. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci katsayısı (C_F) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
KTBG-3-ORJ	$\times 10^3$	2.092	2.040	1.991	1.939	1.892	1.835
KTBG-3-DS	$\times 10^3$	2.088	2.044	1.991	1.942	1.840	1.861
KTBG-5-ORJ	$\times 10^3$	2.093	2.071	2.019	1.863	1.828	1.891
KTBG-5-DS	$\times 10^3$	2.082	2.045	1.997	1.913	1.848	1.850
KTBG-10-ORJ	$\times 10^3$	2.161	2.096	2.031	1.891	1.783	1.896
KTBG-10-DS	$\times 10^3$	2.155	2.095	2.031	1.954	1.910	1.905
KTBG-11-ORJ	$\times 10^3$	2.191	2.139	2.090	2.026	1.970	1.894
KTBG-11-DS	$\times 10^3$	2.205	2.140	2.087	2.035	1.944	1.914
KTBG-13-ORJ	$\times 10^3$	2.102	2.069	2.028	1.866	1.817	1.877
KTBG-13-DS	$\times 10^3$	2.082	2.053	1.977	1.912	1.854	1.860
KTBG-14-ORJ	$\times 10^3$	2.123	2.077	2.004	1.937	1.903	1.893
KTBG-14-DS	$\times 10^3$	2.070	2.033	2.007	1.940	1.835	1.851

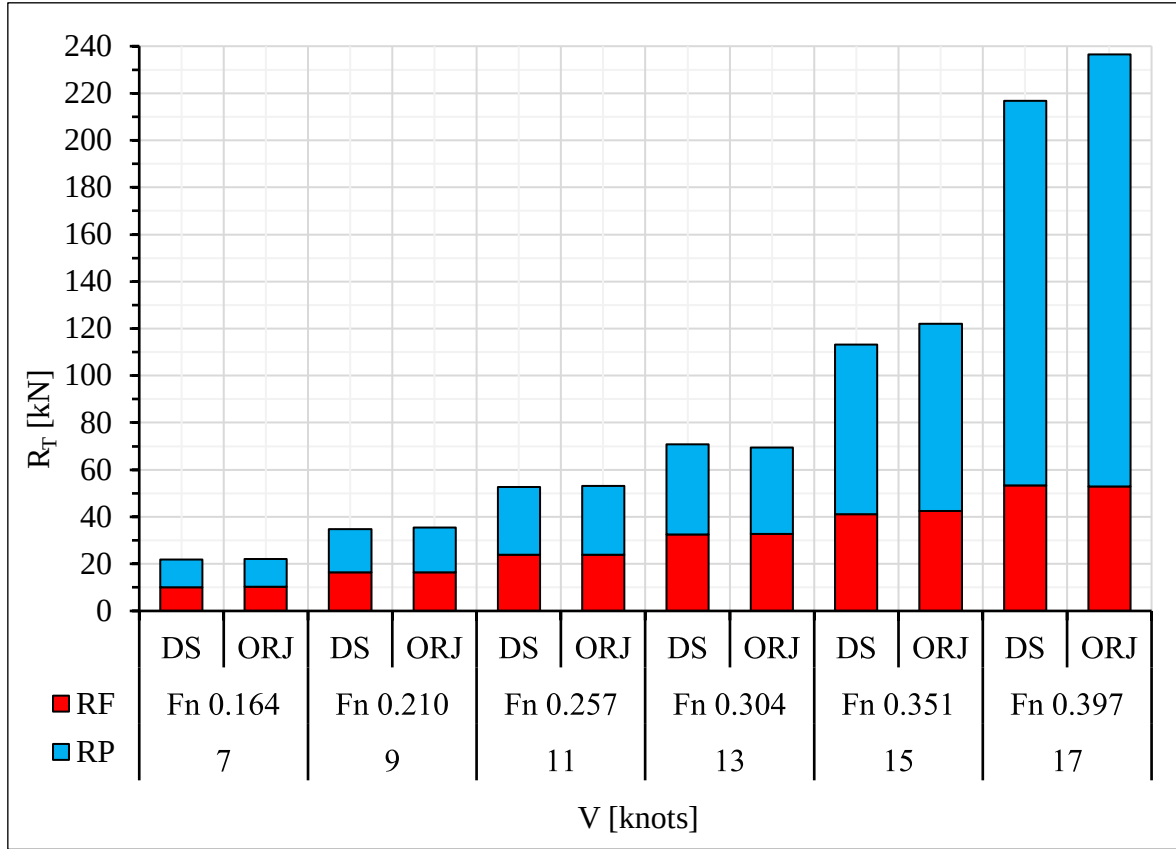
Tablo 3.5. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen basınç direnci katsayısı (C_P) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
KTBG-3-ORJ	$\times 10^3$	2.446	2.350	2.408	2.187	3.554	6.376
KTBG-3-DS	$\times 10^3$	2.403	2.279	2.409	2.289	3.233	5.701
KTBG-5-ORJ	$\times 10^3$	1.001	1.444	2.264	3.717	5.644	8.427
KTBG-5-DS	$\times 10^3$	2.475	2.560	2.361	2.460	3.980	6.538
KTBG-10-ORJ	$\times 10^3$	2.388	2.707	3.014	3.943	6.554	10.106
KTBG-10-DS	$\times 10^3$	3.019	2.969	2.809	3.845	6.633	10.303
KTBG-11-ORJ	$\times 10^3$	2.364	3.492	4.197	4.488	8.099	13.778
KTBG-11-DS	$\times 10^3$	1.848	2.505	3.053	4.092	7.893	13.632
KTBG-13-ORJ	$\times 10^3$	1.006	1.467	2.294	3.778	5.764	8.521
KTBG-13-DS	$\times 10^3$	2.494	2.559	2.391	2.471	4.073	6.703
KTBG-14-ORJ	$\times 10^3$	1.332	1.863	2.127	2.558	4.604	7.818
KTBG-14-DS	$\times 10^3$	2.400	2.456	2.426	2.422	4.056	6.878

Tablo 3.6. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
KTBG-3-ORJ	$\times 10^3$	4.538	4.390	4.399	4.126	5.446	8.211
KTBG-3-DS	$\times 10^3$	4.491	4.323	4.400	4.231	5.073	7.563
KTBG-5-ORJ	$\times 10^3$	3.094	3.514	4.283	5.580	7.472	10.318
KTBG-5-DS	$\times 10^3$	4.558	4.605	4.358	4.373	5.828	8.389
KTBG-10-ORJ	$\times 10^3$	4.548	4.802	5.045	5.834	8.337	12.002
KTBG-10-DS	$\times 10^3$	5.173	5.064	4.840	5.799	8.543	12.208
KTBG-11-ORJ	$\times 10^3$	4.555	5.631	6.288	6.515	10.069	15.672
KTBG-11-DS	$\times 10^3$	4.053	4.645	5.139	6.127	9.836	15.546
KTBG-13-ORJ	$\times 10^3$	3.107	3.536	4.322	5.644	7.581	10.397
KTBG-13-DS	$\times 10^3$	4.576	4.612	4.368	4.383	5.927	8.562
KTBG-14-ORJ	$\times 10^3$	3.455	3.940	4.132	4.494	6.507	9.711
KTBG-14-DS	$\times 10^3$	4.469	4.490	4.433	4.362	5.891	8.729

KTBG-3-DS ve KTBG-3-ORJ formlarının sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.3'te gösterilmiştir. 7-13 knots hız aralığında DS formunun toplam direncini ORJ formununkinden daha fazla iken, 13-17 knots hız aralığında DS formunun toplam direncinin ORJ formunkinden daha azdır. Sürtünme direncinde önemli bir değişiklik olmazken, basınç direnci hızla sürekli artmıştır. DS formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %46'ya %54, 9 knots hızda %46'ya %54, 11 knots hızda %46'ya %54, 13 knots hızda %46'ya %54, 15 knots hızda %36'ya %64 ve 17 knots hızda %25'e %75'tir. ORJ formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %46'ya %54, 9 knots hızda %46'ya %54, 11 knots hızda %46'ya %54, 13 knots hızda %46'ya %54, 15 knots hızda %35'e %65 ve 17 knots hızda %22'e %78'dir.

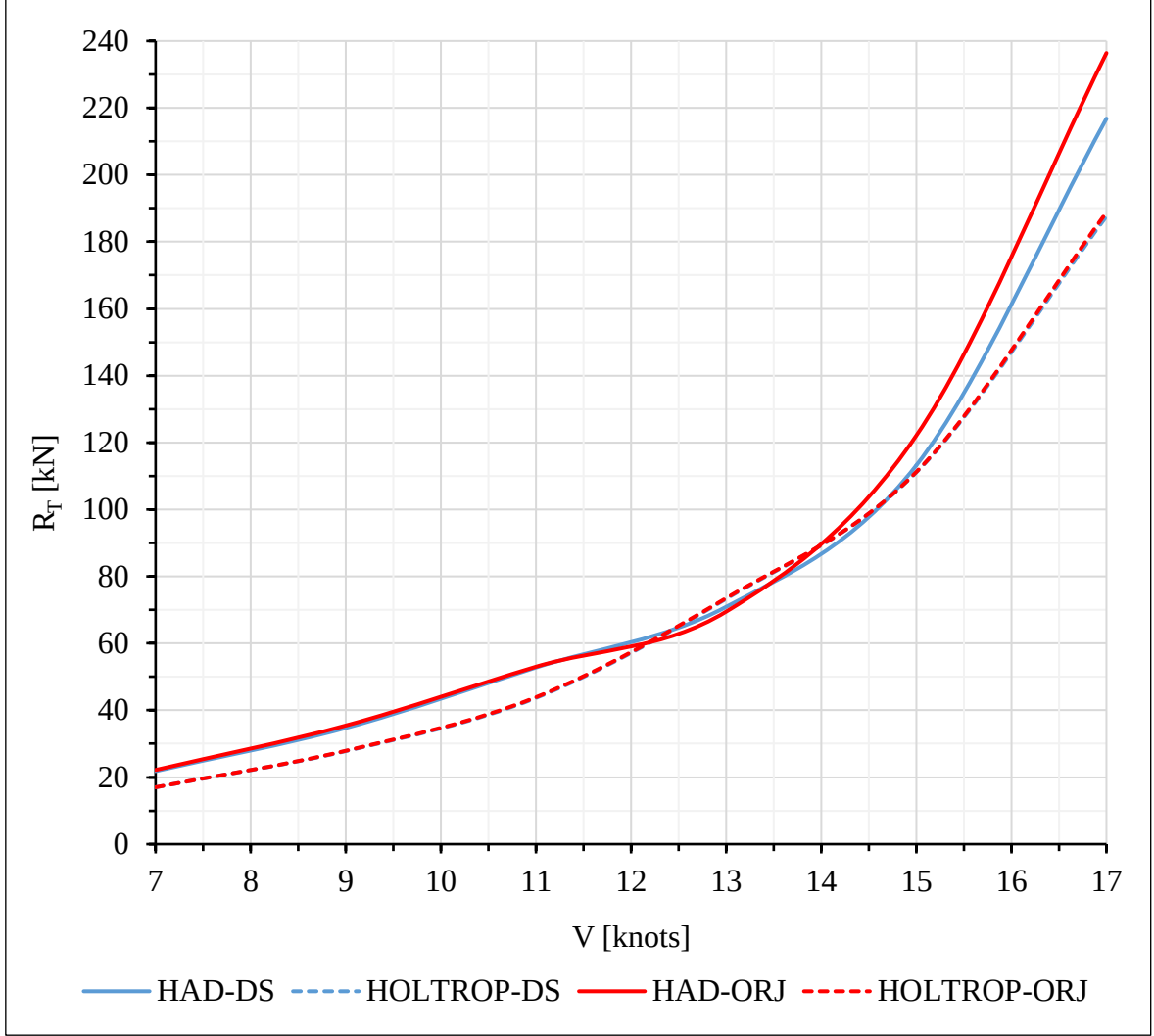


Şekil 3.3. KTBG-3-DS ve KTBG-3-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri

KTBG-3-DS ve KTBG-3-ORJ formlarının hem HAD hem de Holtrop yöntemi ile hesaplanan toplam direnç değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Holtrop yöntemi ile hesaplanan toplam direnç değerleri neredeyse üst üste çakışık olmakla birlikte DS formunun toplam direnç eğrisi ORJ formunkinin altındadır. HAD ile direnç hesabında ise 7-13.5 knots arasında beraber seyreden toplam direnç eğrisi, 13.5 knots hızdan sonra ORJ formunki DS formunkinin üstündedir. 13.5 knots hızdan sonra ORJ formunun toplam direnç değerleri DS formunkinden fazladır.

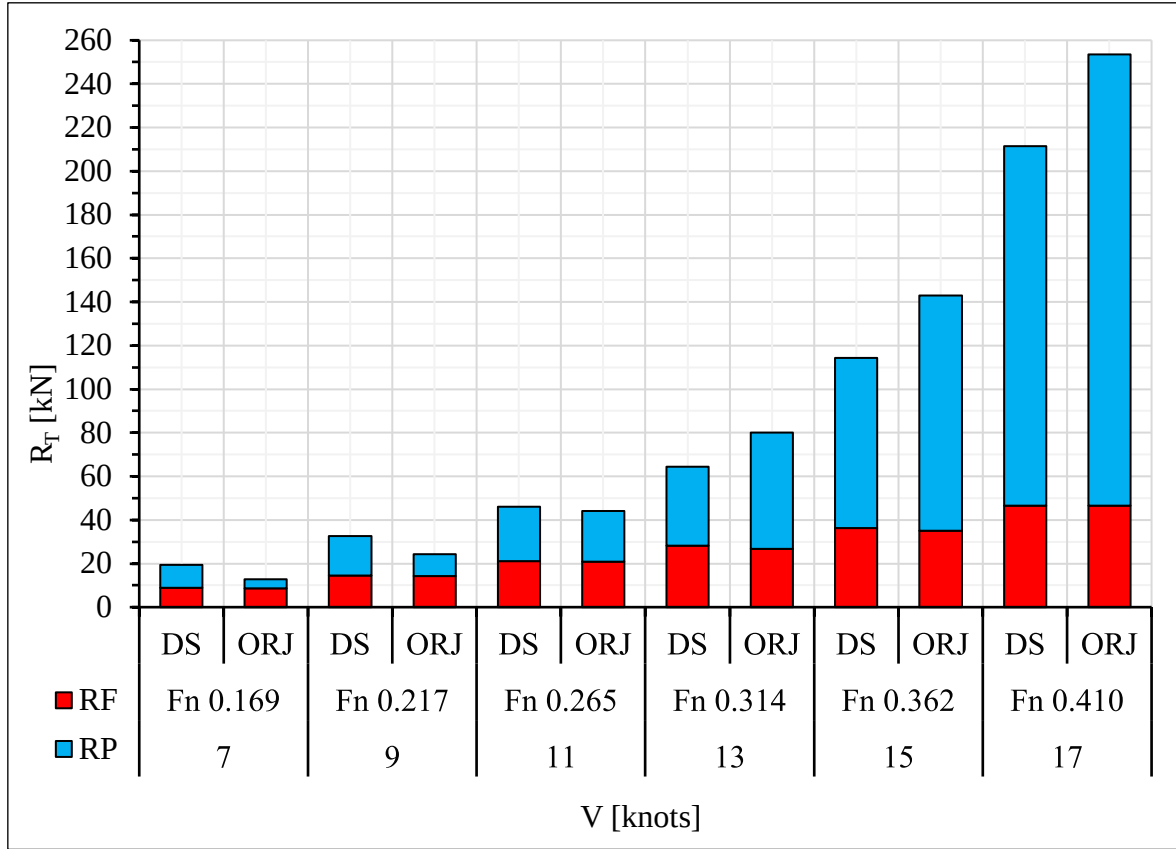
7-12 knots hız aralığında Holtrop toplam direnç değerleri HAD değerlerinin altında, 12-14 knots hız aralığında neredeyse aynı, 14 knots hızdan sonra ise HAD değerleri Holtrop değerlerinden fazladır. HAD değerlerinin fazla çıkması bu hızdan sonra basınç direncinin aşırı artmasından kaynaklanmaktadır.

DS formu ile ORJ formu direnç açısından 7-13.5 knots hız aralığında aynı performansı göstermişken, 13.5 knots hızdan sonra DS formunun performansı ORJ formunkinden daha iyidir.



Şekil 3.4. KTBG-3 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması

KTBG-5-DS ve KTBG-5-ORJ formlarının sürtünme direnci (R_F), basınç direnci (R_P) ve toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.5'te gösterilmiştir. 7-11 knots hız aralığında DS formunun toplam direnci ORJ formunkinden fazla iken, 13-17 knots hız aralığında ise DS formunun toplam direnci ORJ formunkinden daha azdır. Sürtünme direncinde önemli bir değişiklik olmazken, basınç direnci sürekli hızla artmıştır. DS formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %46'ya %54, 9 knots hızda %46'ya %54, 11 knots hızda %46'ya %54, 13 knots hızda %44'e %56, 15 knots hızda %32'ye %68 ve 17 knots hızda %22'ye %78'dir. ORJ formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %68'e %32, 9 knots hızda %59'a %41, 11 knots hızda %47'ye %53, 13 knots hızda %33'e %67, 15 knots hızda %24'e %76 ve 17 knots hızda %18'e %82'dir.

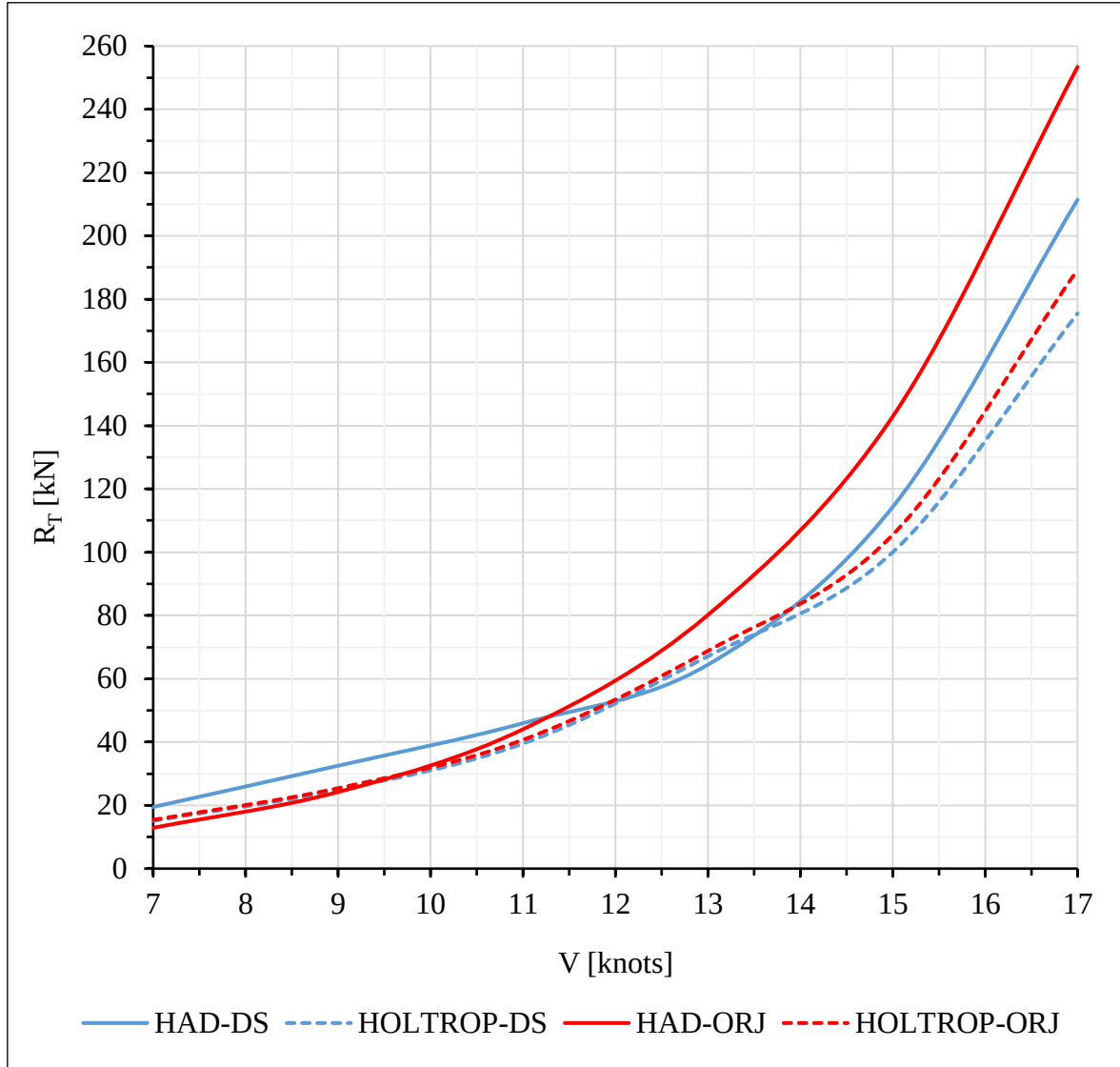


Şekil 3.5. KTBG-5-DS ve KTBG-5-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri

KTBG-5-DS ve KTBG-5-ORJ formlarının hem HAD hem de Holtrop yöntemi ile hesaplanan toplam direnç değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.6'da gösterilmiştir. 7-13 knots hız aralığında Holtrop yöntemi ile hesaplanan toplam direnç değerleri neredeyse üst üste çakışık iken 13 knots hızdan sonra DS formunkiler ORJ formunkilerden azdır. HAD ile direnç hesabında ise 7-11.2 knots hız aralığında DS formunun toplam direnç değerleri ORJ formunkinden fazla iken 11.2 knots hızdan sonra DS formunun toplam direnç değerleri ORJ formunkilerden daha azdır.

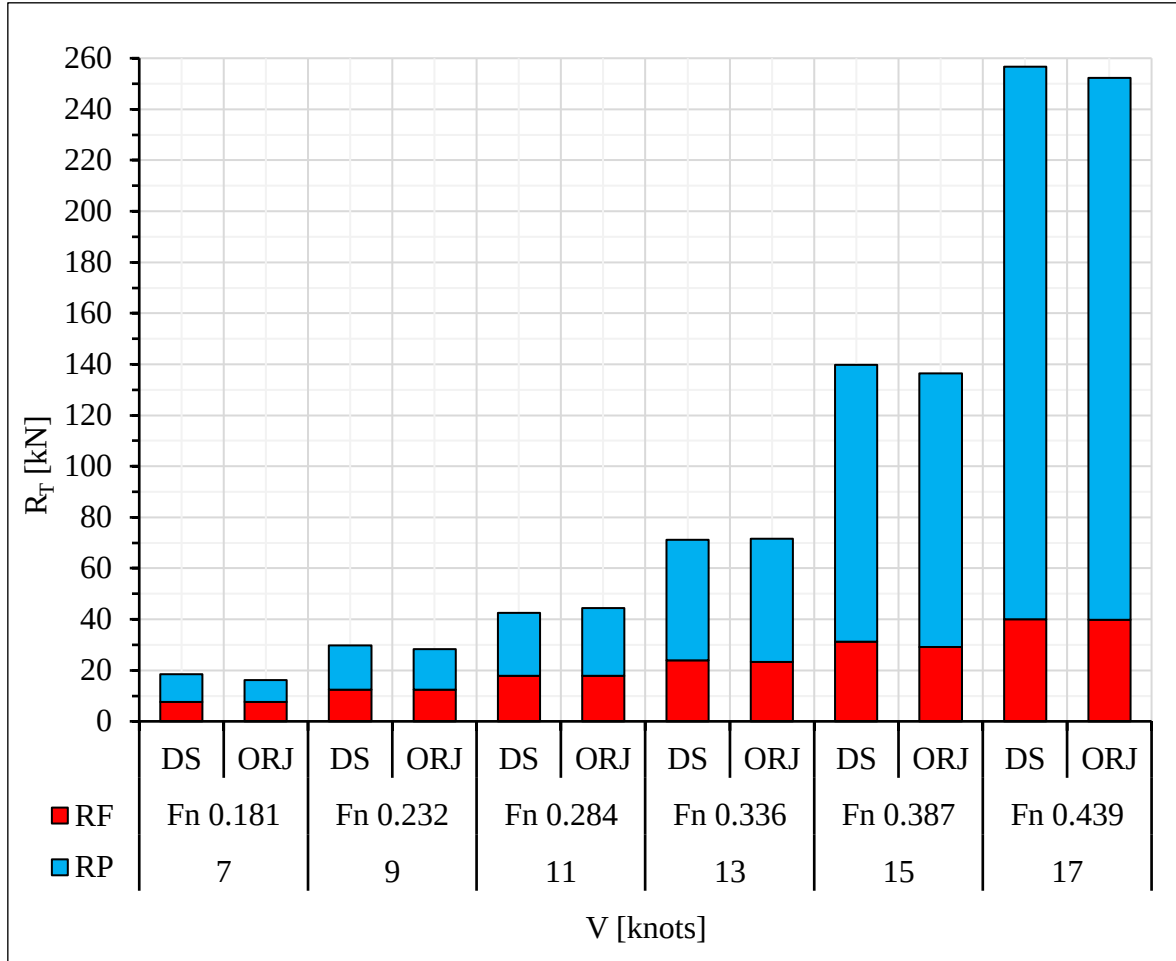
7-12 knots hız aralığında Holtrop toplam direnç değerleri HAD değerlerinin altında iken, 12-14 knots hız aralığında neredeyse aynı, 14 knots hızdan sonra ise HAD değerleri Holtrop değerlerinden fazladır. Sebebi ise 14 knots hızından sonra aşırı basınç direnci artışıdır.

Direnç açısından 7-11 knots hız aralığında ORJ formunun performansı DS formundan daha iyi iken, 11-17 knots hız aralığında DS formunun performansı ORJ formundan daha iyidir.



Şekil 3.6. KTBG-5 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması

KTBG-10-DS ve KTBG-10-ORJ formlarının sürtünme direnci (R_F), basınç direnci (R_P) ve toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.7’de gösterilmiştir. 11 knots haricinde DS formunun toplam direnç değerleri ORJ formunkilerden fazladır. Ancak hem sürtünme hem de basınç direnci değerleri birbirlerine oldukça yakındır. DS formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %42’ye %58, 9 knots hızda %42’ye %58, 11 knots hızda %42’ye %58, 13 knots hızda %34’e %66, 15 knots hızda %22’ye %78 ve 17 knots hızda %16’ya %84’tür. ORJ formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %48’e %52, 9 knots hızda %44’e %56, 11 knots hızda %40’a %60, 13 knots hızda %32’ye %68, 15 knots hızda %21’e %79 ve 17 knots hızda %16’ya %84’tür.

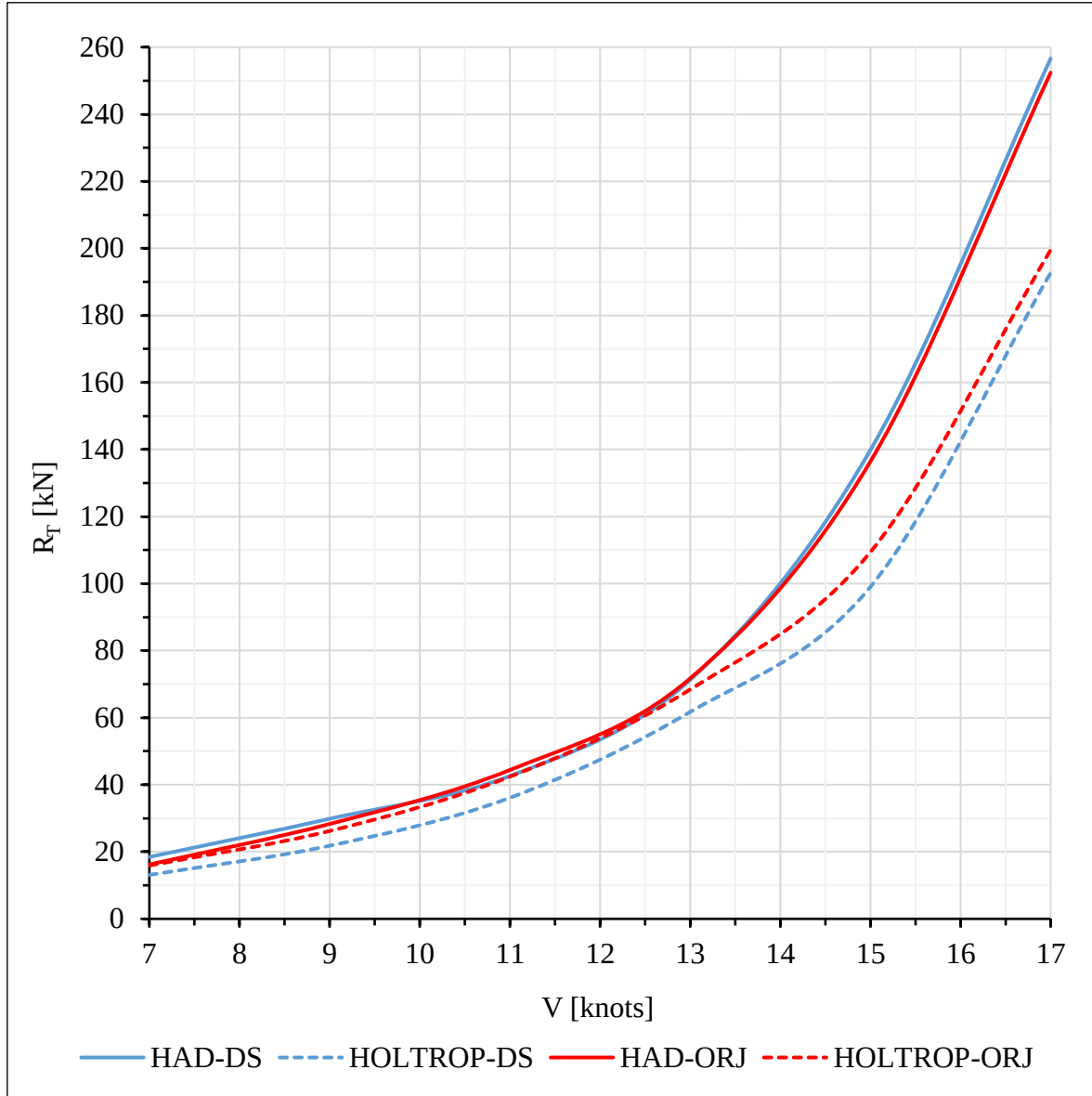


Şekil 3.7. KTBG-10-DS ve KTBG-10-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri

KTBG-10-DS ve KTBG-10-ORJ formlarının hem HAD hem de Holtrop yöntemi ile hesaplanan toplam direnç değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.8’de gösterilmiştir. Holtrop yöntemi ile hesaplanan direnç değerlerinde DS formunun toplam direnç değerleri ORJ formunkilerden daha az iken HAD ile hesaplanan toplam direnç değerlerinde ORJ formunkiler DS formunkilerden az hatta neredeyse aynıdır.

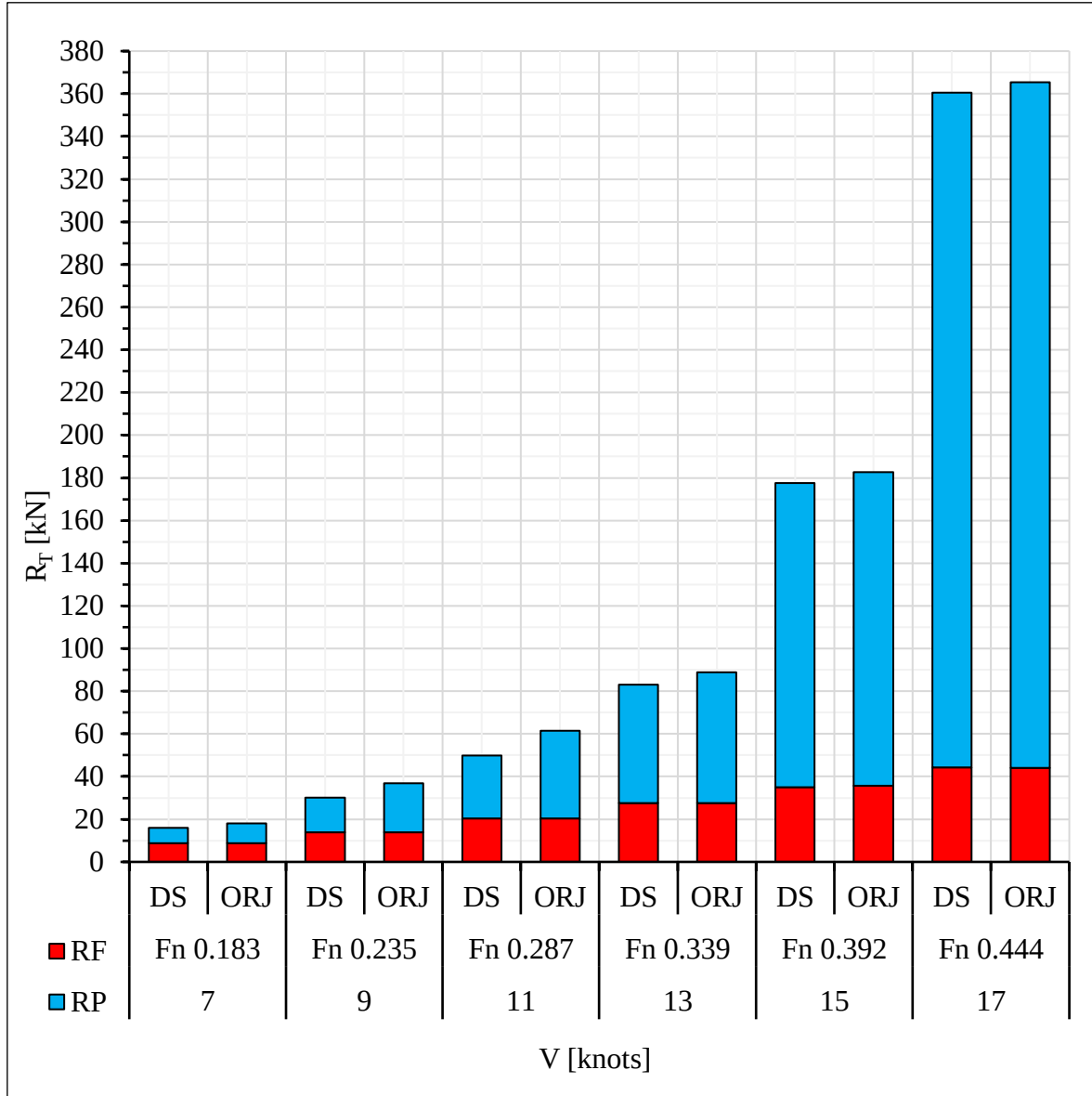
7-10 knots hız aralığında Holtrop toplam direnç değerleri HAD değerlerinin altında, 10-12.5 knots hız aralığında neredeyse aynı, 12.5 knots hızdan sonra ise HAD değerleri Holtrop değerlerinden fazladır. Sebebi ise 12.5 knots hızından sonra aşırı basınç direnci artışıdır.

ORJ formunun direnç açısından performansı her hızda DS formundan biraz fazla olmasıyla birlikte aradaki toplam direnç farkı fazla olmadığından dolayı performansları neredeyse eşittir denilebilir.



Şekil 3.8. KTBG-10 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması

KTBG-11-DS ve KTBG-11-ORJ formlarının sürtünme direnci (R_F), basınç direnci (R_P) ve toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Bütün hızlarda ORJ formunun toplam direnç değerleri DS formunkilerden fazladır. DS formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %54'e %46, 9 knots hızda %46'ya %54, 11 knots hızda %41'e %59, 13 knots hızda %33'e %67, 15 knots hızda %20'ye %80 ve 17 knots hızda %12'ye %88'dir. ORJ formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %48'e %52, 9 knots hızda %38'e %62, 11 knots hızda %33'e %67, 13 knots hızda %31'e %69, 15 knots hızda %20'ye %80 ve 17 knots hızda %12'ye %88'dir.

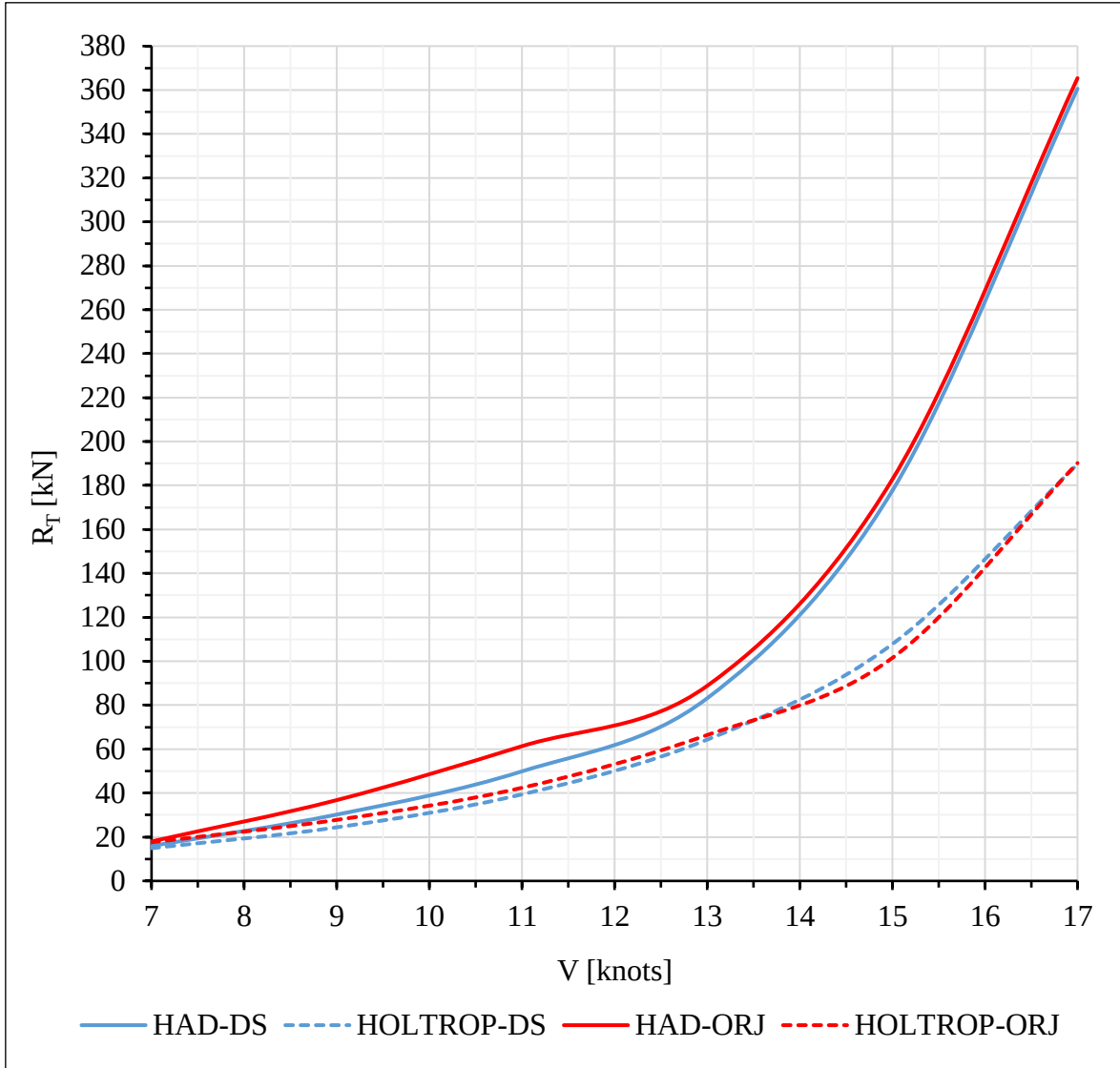


Şekil 3.9. KTBG-11-DS ve KTBG-11-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri

KTBG-11-DS ve KTBG-11-ORJ formlarının hem HAD hem de Holtrop yöntemi ile hesaplanan toplam direnç değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.10’da gösterilmiştir. Holtrop yöntemi ile hesaplanan direnç değerleri 7.0-13.5 knots hız aralığında DS formunkilerden az iken 13.5-17.0 knots hız aralığında ORJ formunkilerden daha azdır. HAD ile hesaplanan toplam direnç değerlerinde DS formunun toplam direnç değerleri ORJ formunkilerden her hızda daha azdır.

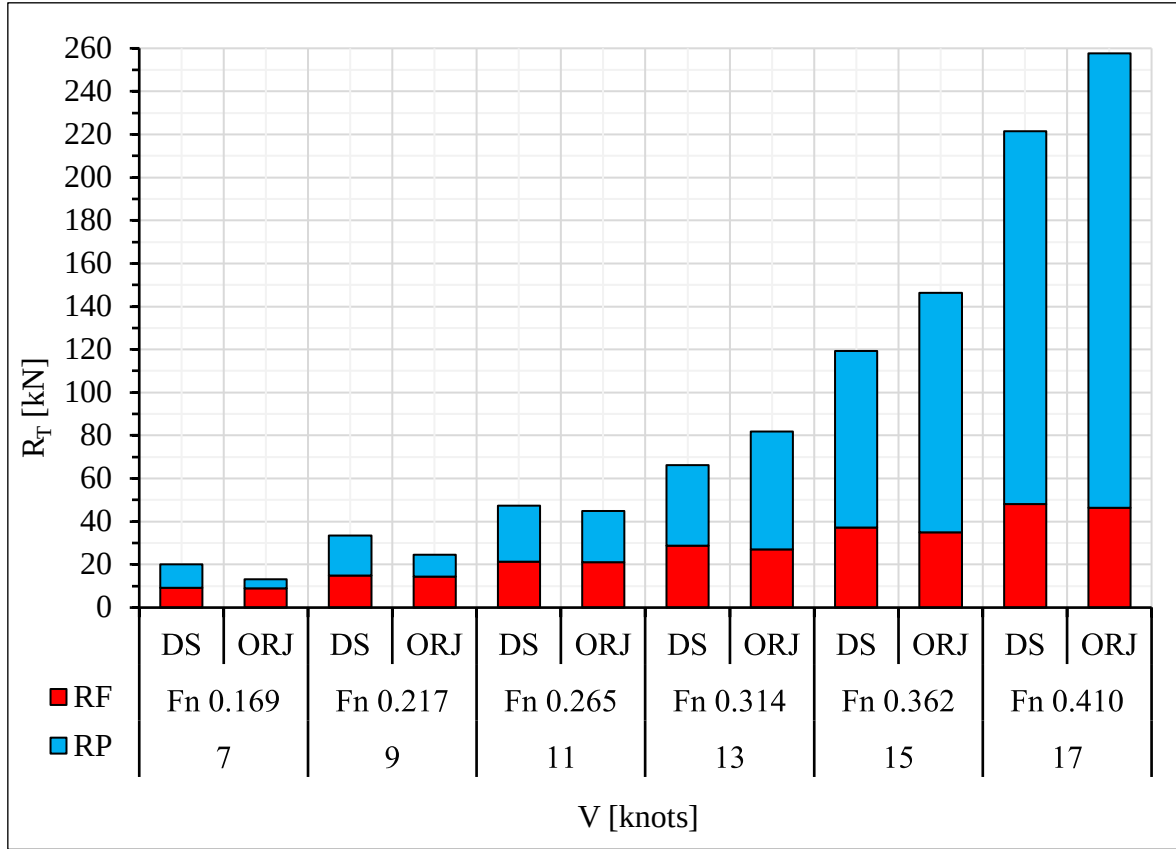
Her hızda Holtrop direnç değerleri HAD direnç değerlerinin altında kalmaktadır.

Direnç açısından ORJ formunun performansı her hızda ORJ formunkinden fazladır.



Şekil 3.10. KTBG-11 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması

KTBG-13-DS ve KTBG-13-ORJ formlarının sürtünme direnci (R_F), basınç direnci (R_P) ve toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.11’de gösterilmiştir. 7-11 knots hız aralığında ORJ formunun toplam direnç değerleri DS formununkilerden daha az iken, 13-17 knots hız aralığında DS formununkiler ORJ formununkilerden daha azdır. DS formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %45’e %55, 9 knots hızda %45’e %55, 11 knots hızda %45’e %55, 13 knots hızda %45’e %55, 15 knots hızda %31’e %69 ve 17 knots hızda %22’ye %78’dir. ORJ formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %68’e %32, 9 knots hızda %59’e %41, 11 knots hızda %47’ye %53, 13 knots hızda %33’e %67, 15 knots hızda %24’e %76 ve 17 knots hızda %18’e %82’dir.

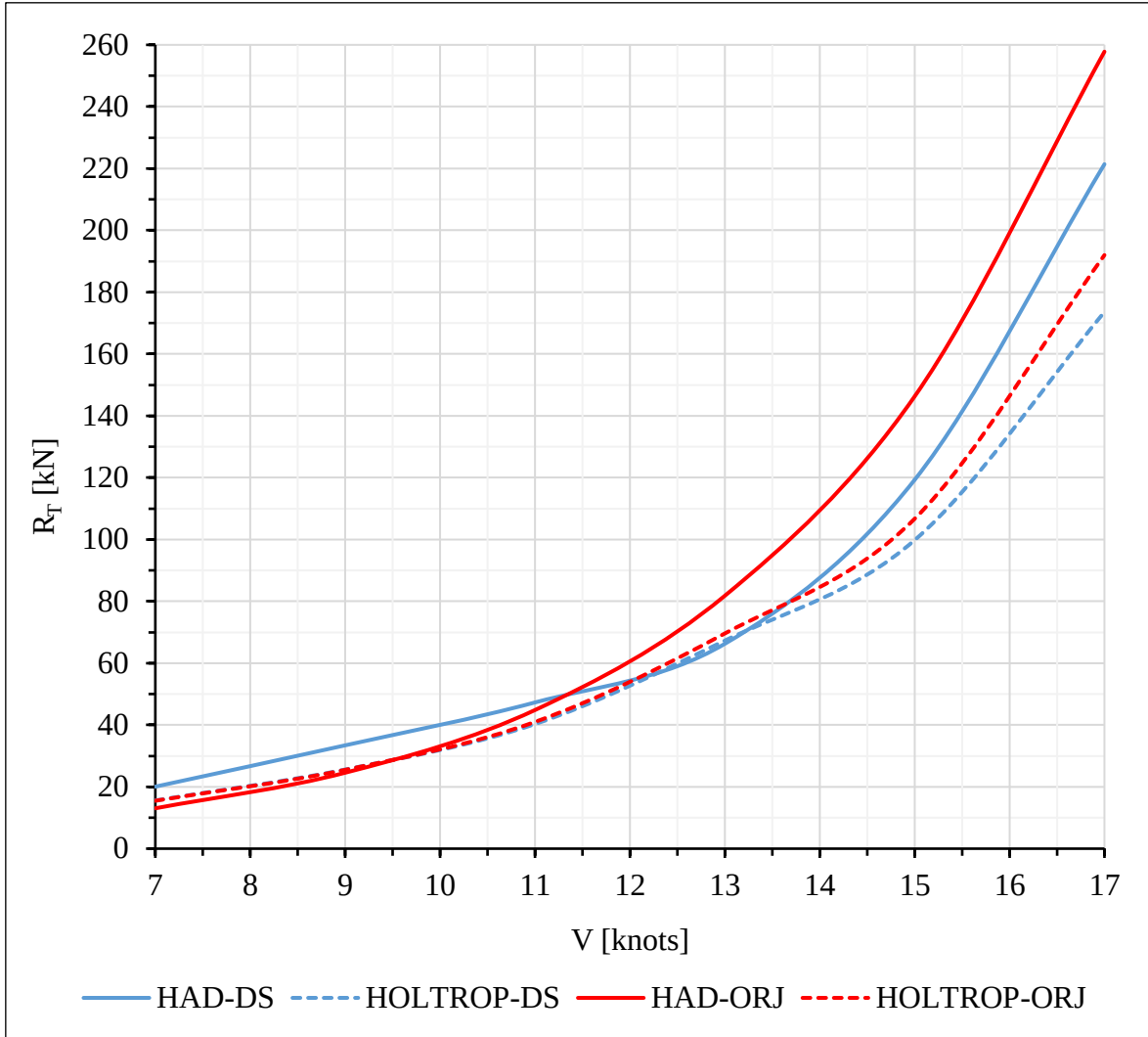


Şekil 3.11. KTBG-13-DS ve KTBG-13-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri

KTBG-13-DS ve KTBG-13-ORJ formlarının hem HAD hem de Holtrop yöntemi ile hesaplanan toplam direnç değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Holtrop yöntemi ile hesaplanan direnç değerleri 7-12.5 knots hız aralığında neredeyse aynı iken, 12.5 knots hızından sonra DS formunun toplam direnç değerleri ORJ formunkilerden daha azdır. HAD ile direnç hesabında ise 11.3 knots hıza kadar ORJ formunun toplam direnç değerleri DS formunkilerden az iken, 11.3 knots hızından sonra DS formunkiler ORJ formunkilerden daha azdır.

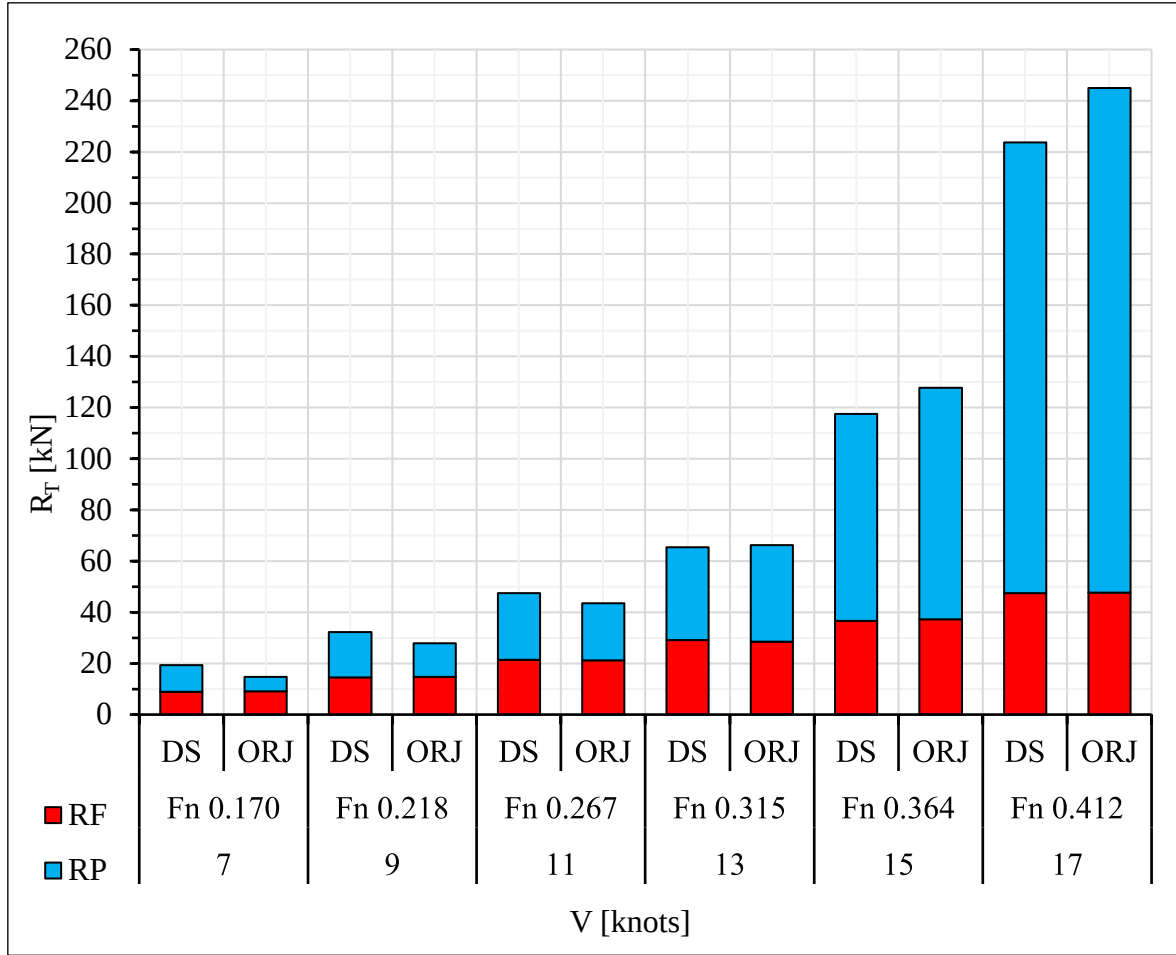
7-12 knots hız aralığında Holtrop toplam direnç değerleri HAD değerlerinden daha az, 12-13.5 knots hız aralığında neredeyse aynı, 13.5 knots hızdan sonra ise HAD değerleri Holtrop değerlerinden fazladır. 13.5 knots hızdan sonra HAD direnç değerlerinin fazla çıkması aşırı basınç direnci artışı sebebiyledir.

7-11.3 knots hız aralığında ORJ formunun direnç açısından performansı DS formunkinden fazla iken, 11.3 knots hızından sonra DS formunun performansı ORJ formundan daha fazladır.



Şekil 3.12. KTBG-13 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması

KTBG-14-DS ve KTBG-14-ORJ formlarının sürtünme direnci (R_F), basınç direnci (R_P) ve toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.13'te gösterilmiştir. 7-11 knots hız aralığında DS formunun toplam direnç değerleri ORJ formunkilerden fazla iken, 13-17 knots hız aralığında ise DS formunun toplam direnç değerleri ORJ formunkilerden daha azdır. DS formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %45'e %55, 9 knots hızda %45'e %55, 11 knots hızda %45'e %55, 13 knots hızda %44'e %56, 15 knots hızda %31'e %69 ve 17 knots hızda %21'e %79'dur. ORJ formunda sürtünme ve basınç direnci oranları; 7 knots hızda %61'e %39, 9 knots hızda %53'e %47, 11 knots hızda %49'a %51, 13 knots hızda %43'e %57, 15 knots hızda %29'a %71 ve 17 knots hızda %19'a %81'dir.

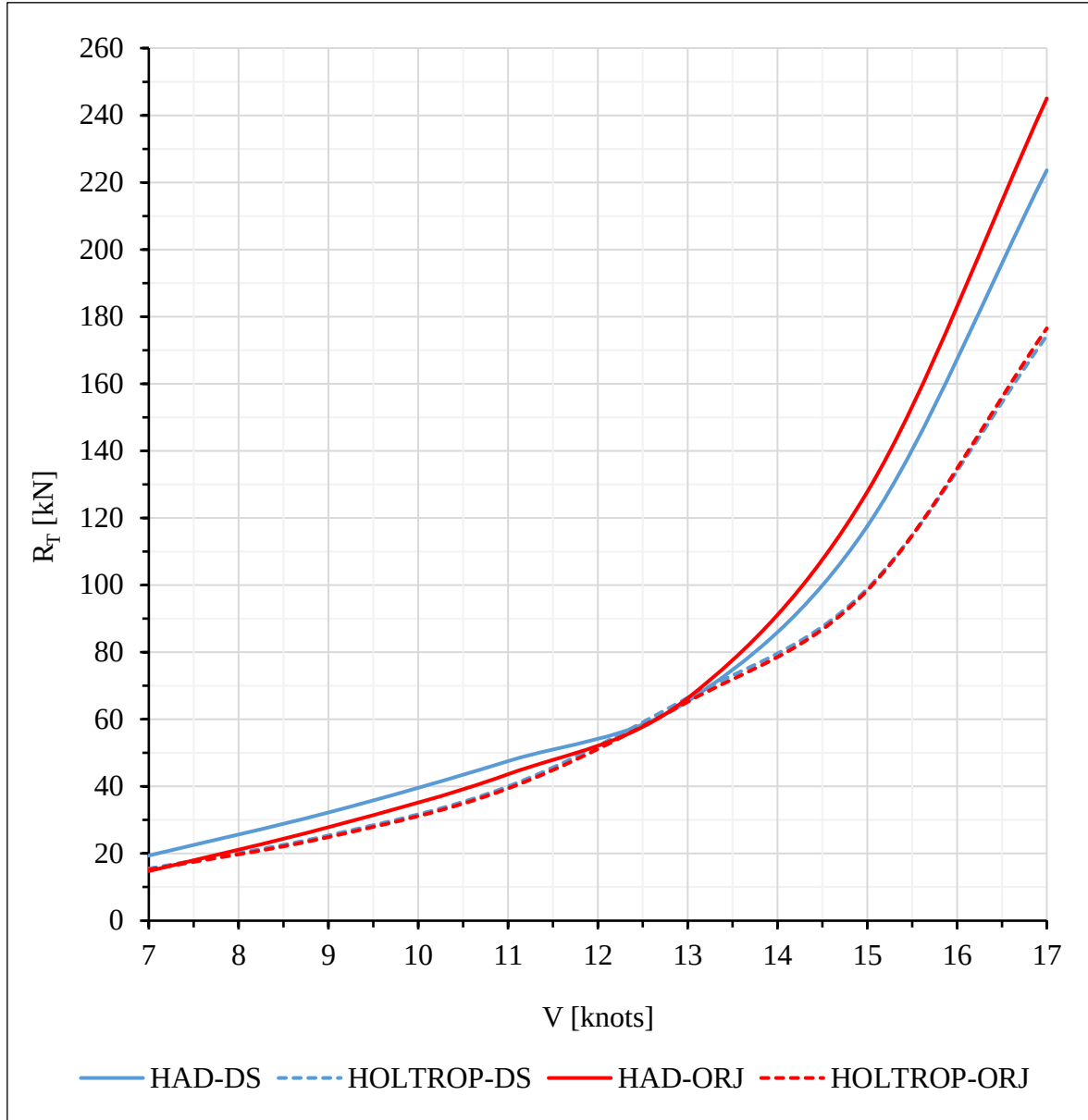


Şekil 3.13. KTBG-14-DS ve KTBG-14-ORJ formlarının sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri

KTBG-14-DS ve KTBG-14-ORJ formlarının hem HAD hem de Holtrop yöntemi ile hesaplanan toplam direnç değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.14'te gösterilmiştir. Holtrop yöntemi ile hesaplanan toplam direnç değerleri neredeyse aynıdır. HAD ile direnç hesabında ise 12.5 knots hıza kadar ORJ formunun toplam direnç değerleri DS formunkilerden az iken, 12.5 knots hızından sonra DS formunkiler ORJ formunkilerden daha azdır.

7-12 knots hız aralığında Holtrop toplam direnç değerleri HAD değerlerinden daha az, 12-13 knots hız aralığında neredeyse aynı, 13 knots hızdan sonra ise HAD değerleri Holtrop değerlerinden fazladır. 13 knots hızdan sonra HAD direnç değerlerinin fazla çıkması aşırı basınç direnci artışı sebebi ileler.

7-12.5 knots hız aralığında ORJ formunun direnç açısından performansı DS formunkinden fazla iken, 12.5 knots hızından sonra DS formunun performansı ORJ formundan daha fazladır.



Şekil 3.14. KTBG-14 formları için sabit deplasmanda hıza göre hem HAD analizlerinden hem de Holtrop yönteminden elde edilen toplam direnç (R_T) değerlerinin karşılaştırılması

KTBG-DS ve KTBG-ORJ formlarının HAD direnç analizlerinden elde edilen efektif güç değerleri (P_E) Tablo 3.7’de, efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.8’de ve toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.9’da verilmiştir.

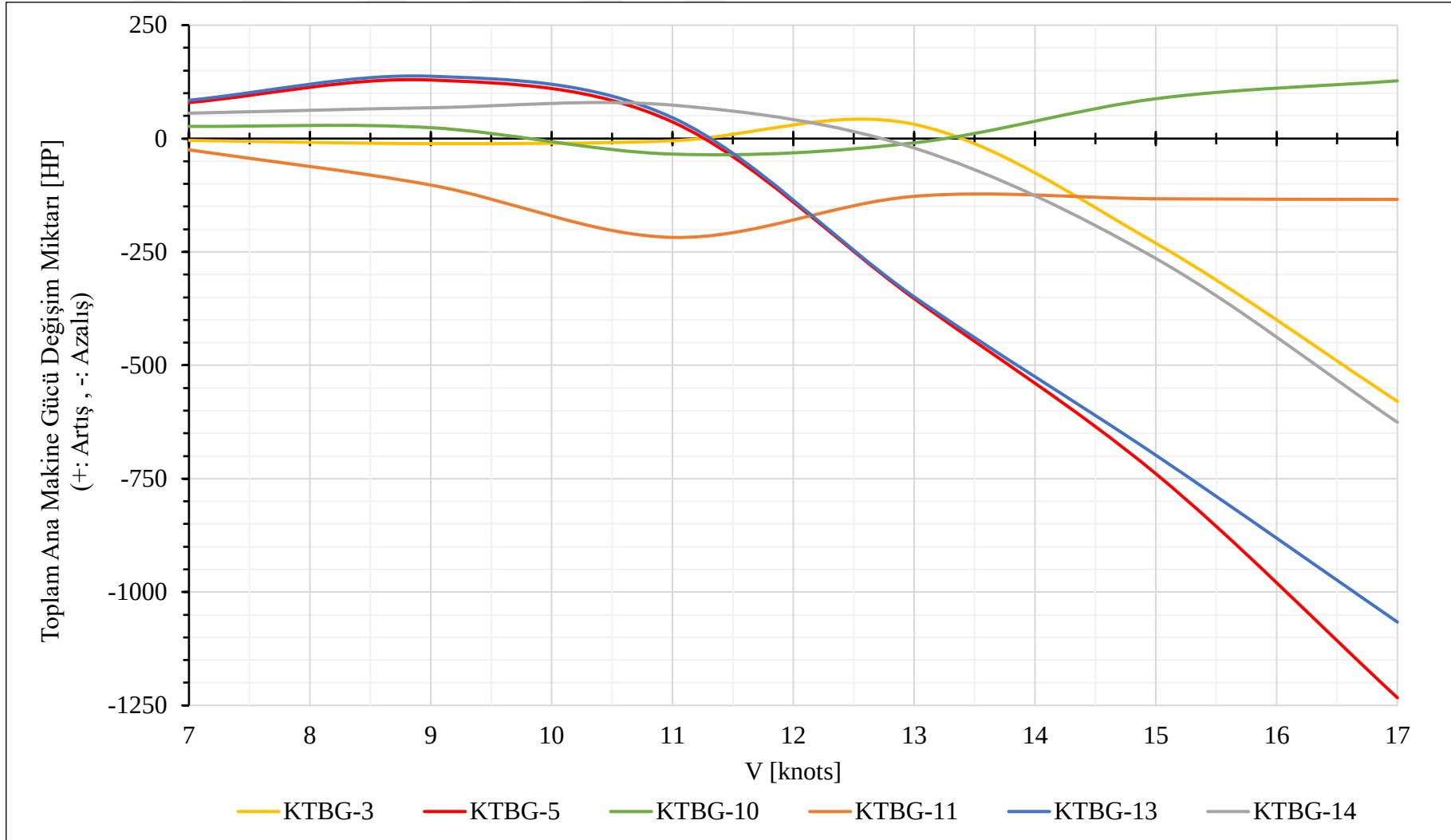
KTBG-DS ve KTBG-ORJ formlarının birbirlerine göre toplam ana makine gücü değişim miktarları Şekil 3.15’te, toplam ana makine gücüne göre hız değişim oranları ise Şekil 3.16’da gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
KTBG-3-ORJ	kW	79.78	164.06	300.00	464.60	942.00	2068.00
KTBG-3-DS	kW	78.58	160.76	298.60	474.00	873.20	1895.20
KTBG-5-ORJ	kW	46.40	112.02	249.20	536.00	1102.40	2216.00
KTBG-5-DS	kW	70.10	150.56	260.20	430.80	882.00	1848.20
KTBG-10-ORJ	kW	58.36	130.98	251.20	479.40	1052.60	2206.00
KTBG-10-DS	kW	66.40	138.16	241.00	476.60	1078.80	2244.00
KTBG-11-ORJ	kW	64.82	170.34	347.20	593.80	1410.00	3194.00
KTBG-11-DS	kW	57.40	139.80	282.20	555.80	1370.40	3154.00
KTBG-13-ORJ	kW	47.02	113.74	253.80	547.00	1128.80	2254.00
KTBG-13-DS	kW	72.24	154.74	267.60	443.00	920.60	1936.00
KTBG-14-ORJ	kW	53.22	128.96	247.00	443.20	985.60	2142.00
KTBG-14-DS	kW	69.92	149.26	269.00	437.00	906.80	1955.40

Tablo 3.8. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda hıza göre toplam ana makine gücü ($2.5 \times P_E$) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
KTBG-3-ORJ	HP	267.47	550.02	1005.77	1557.60	3158.11	6933.08
KTBG-3-DS	HP	263.44	538.96	1001.07	1589.11	2927.45	6353.76
KTBG-5-ORJ	HP	155.56	375.55	835.46	1796.97	3695.86	7429.26
KTBG-5-DS	HP	235.01	504.76	872.33	1444.28	2956.95	6196.19
KTBG-10-ORJ	HP	195.66	439.12	842.16	1607.21	3528.90	7395.74
KTBG-10-DS	HP	222.61	463.19	807.97	1597.83	3616.74	7523.13
KTBG-11-ORJ	HP	217.31	571.07	1164.01	1990.75	4727.10	10708.06
KTBG-11-DS	HP	192.44	468.69	946.09	1863.35	4594.34	10573.96
KTBG-13-ORJ	HP	157.64	381.32	850.88	1833.85	3784.36	7556.66
KTBG-13-DS	HP	242.19	518.77	897.14	1485.18	3086.36	6490.55
KTBG-14-ORJ	HP	178.42	432.35	828.08	1485.85	3304.28	7181.17
KTBG-14-DS	HP	234.41	500.40	901.84	1465.07	3040.10	6555.59



Şekil 3.15. Sabit deplasmanda, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarına referansla hıza göre toplam ana makine gücü değişim miktarları

Tablo 3.8 ve Şekil 3.15 birlikte incelendiğinde aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

KTBG-3 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7.0-11.2 knots hız aralığında ORJ formunun değeri DS formununkinden ortalama 7 HP daha fazla iken, 11.2-13.4 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formununkinden ortalama 30 HP daha fazladır. 13.4 knots hızdan sonra DS formunun performansı artmaktadır. 17 knots hızda ORJ formunun değeri DS formununkinden 580 HP daha fazladır.

KTBG-5 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7.0-11.3 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formunkinden ortalama 80 HP daha fazla iken, 11.3 knots hızdan sonra DS formunun performansı artmakta ve 17 knots hızda ORJ formunun değeri DS formununkinden 1233 HP daha fazla olmaktadır.

KTBG-10 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7.0-9.8 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formunkinden ortalama 25 HP daha fazla iken, 9.8-13.2 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formununkinden 22 HP daha azdır. 13.2 knots hızdan sonra DS formunun performansı düşmekte ve 17 knots hızda DS formunun değeri ORJ formununkinden 127 HP daha fazla çıkmaktadır.

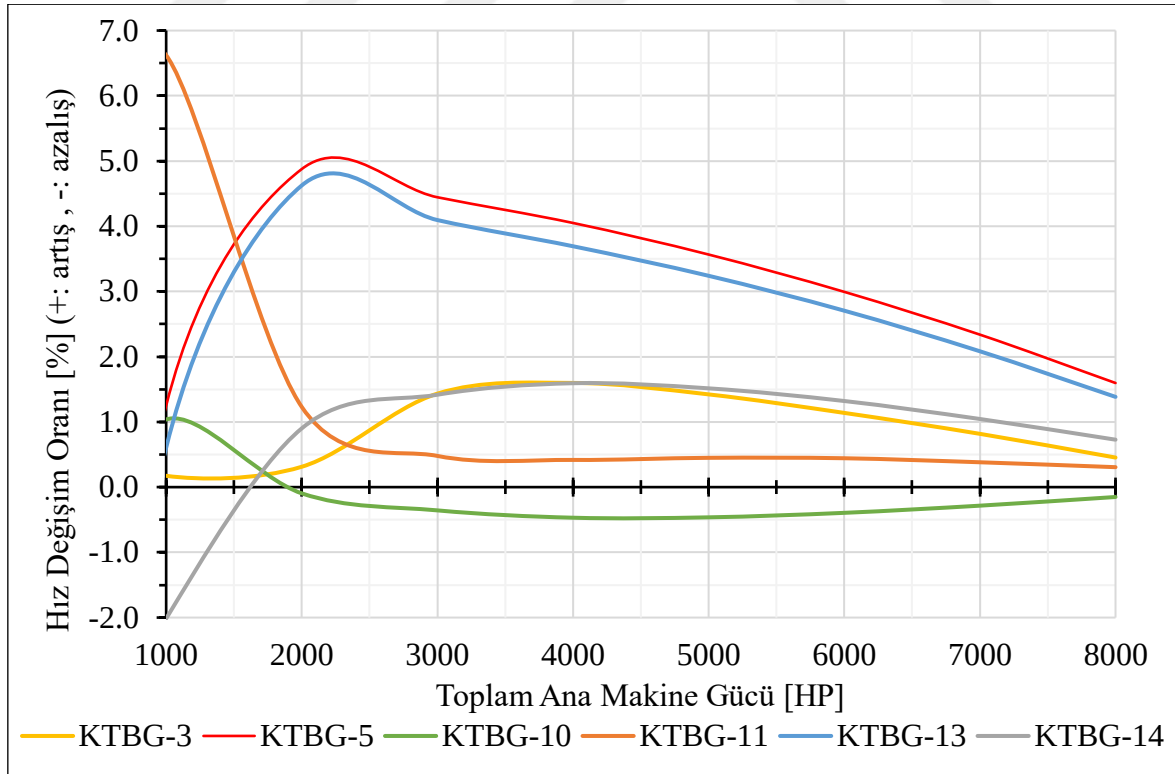
KTBG-11 formlarında, DS formunun performansı her hız değerinde ORJ formunkinden daha iyidir. DS formunun toplam ana makine gücü değeri ORJ formunkinden ortalama 120 HP daha azdır.

KTBG-13 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7.0-11.3 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formunkinden ortalama 90 HP daha fazladır. Ancak, 11.3 knots hız değerinden sonra DS formunun performansı hızla artmakta ve 17 knots hızda DS formunun toplam ana makine gücü ORJ formununkinden 1066 HP daha az çıkmaktadır.

KTBG-14 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7.0-12.7 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formunkinden ortalama 65 HP daha fazladır. Ancak, 12.7 knots hız değerinden sonra DS formunun performansı hızla artmakta ve 17 knots hızda DS formunun toplam ana makine gücü ORJ formununkinden 625 HP daha az çıkmaktadır.

Tablo 3.9. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit deplasmanda toplam ana makine gücüne göre hız değerleri

Gemi Kodu	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)								
	HP	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
KTBG-3-ORJ	knots	8.73	10.98	13.76	14.86	15.65	16.25	16.70	17.02	17.21
KTBG-3-DS	knots	8.80	11.00	13.81	15.07	15.90	16.48	16.89	17.16	17.29
KTBG-5-ORJ	knots	9.70	11.46	13.29	14.40	15.23	15.90	16.44	16.85	17.17
KTBG-5-DS	knots	8.98	11.61	13.94	15.04	15.85	16.47	16.93	17.25	17.44
KTBG-10-ORJ	knots	9.37	11.57	13.57	14.58	15.34	15.97	16.48	16.87	17.16
KTBG-10-DS	knots	9.27	11.69	13.55	14.53	15.27	15.90	16.41	16.83	17.13
KTBG-11-ORJ	knots	8.70	10.48	13.02	14.01	14.63	15.13	15.59	16.01	16.37
KTBG-11-DS	knots	9.17	11.17	13.18	14.08	14.69	15.20	15.66	16.07	16.42
KTBG-13-ORJ	knots	9.66	11.42	13.23	14.34	15.16	15.83	16.38	16.81	17.13
KTBG-13-DS	knots	8.89	11.48	13.84	14.92	15.72	16.35	16.82	17.16	17.37
KTBG-14-ORJ	knots	9.40	11.71	13.77	14.76	15.51	16.11	16.59	16.95	17.19
KTBG-14-DS	knots	9.00	11.47	13.89	14.96	15.75	16.36	16.81	17.13	17.32



Şekil 3.16. Sabit deplasmanda, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarına referansla toplam ana makine gücüne göre hız değişim oranları

Tablo 3.9 ve Şekil 3.16 birlikte incelendiğinde aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

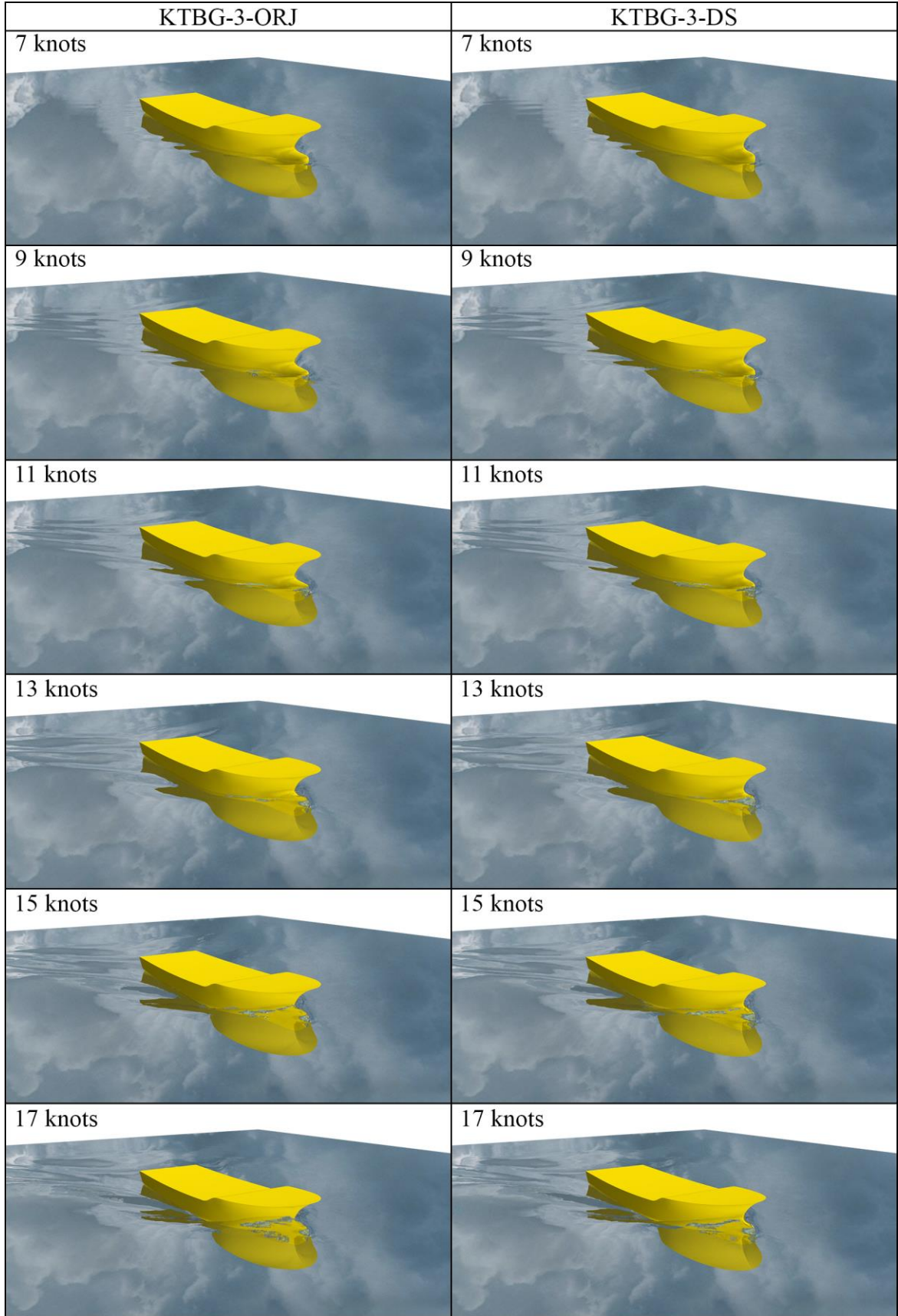
Tüm ORJ ve DS formlarının, toplam ana makine gücüne göre yaptıkları hızların ortalama değerleri alınınca; 500 HP’de 9.1 knots, 1000 HP’de 11.3 knots, 2000 HP’de 13.6 knots, 3000 HP’de 14.6 knots, 4000 HP’de 15.4 knots, 5000 HP’de 16 knots, 6000 HP’de 16.5 knots, 7000 HP’de 16.8 knots ve 8000 HP’de 17.1 knots hız yapabilecekleri hesaplanmıştır.

Toplam ana makine gücüne göre hız değerlerindeki artış miktarı; 500-1000 HP arasında 2.2 knots, 1000-2000 HP arasında 2.2 knots, 2000-3000 HP arasında 1.1 knots, 3000-4000 HP arasında 0.8 knots, 4000-5000 HP arasında 0.6 knots, 5000-6000 HP arasında 0.5 knots, 6000-7000 HP arasında 0.4 knots ve 7000-8000 HP arasında 0.3 knots olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 3.16 incelendiğinde, KTBG-10-ORJ formu haricinde DS formlarının tümünde %1.5 ila %5 oranları arasında hız artışları görülmüştür.

Sabit deplasmanda direnç açısından KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarından daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

KTBG formlarının HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile KTBG-3-ORJ ve KTBG-3-DS formlarının hıza göre serbest su yüzeyinde oluşturdukları dalga paternleri Şekil 3.17’de gösterilmiştir. Şekil 3.17’den görüldüğü üzere 13, 15 ve 17 knots hızlarda ORJ formunun yumrubaşı tamamen sulara gömülmüşken DS formunun yumrubaşı tamamen gömülmemiştir. Şekil 3.15’te de görüldüğü üzere 13.4 knots hızdan sonra DS formunun performansı ORJ formunkinden fazladır. 17 knots hızda ORJ formunun toplam ana makine gücü değeri DS formunununkinden 580 HP daha fazla olduğu bulunmuştur.



Şekil 3.17. KTBG-3-ORJ ve KTBG-3-DS formlarının hıza göre serbest su yüzeyinde oluşturdukları dalga paternleri

3.2.2.Sabit Su Çekimi Değerlerine Göre Karşılaştırma

Orijinal gemi formları (ORJ) ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların (DS) sabit su çekiminde HAD direnç analizleri yapılarak; toplam ana makine gücü değerleri ve birbirleri ile karşılaştırılmaları Tablo 3.10'da verilmiştir. DS formlarının ORJ formlarına göre toplam ana makine gücü değişim miktarları ise Şekil 3.18'de gösterilmiştir. Tablo 3.10 ve Şekil 3.18 birlikte incelendiğinde aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

KTBG-3 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7.0-10.5 knots hız aralığında ORJ formunun değeri DS formununkinden ortalama 13 HP daha fazla iken, 10.5-12.5 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formununkinden ortalama 4 HP daha fazladır. 12.5 knots hızdan sonra DS formunun performansı artmaktadır. 17 knots hızda ORJ formunun değeri DS formununkinden 1005 HP daha fazladır.

KTBG-5 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7.0-11.3 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formununkinden ortalama 55 HP daha fazla iken, 11.3 knots hızdan sonra DS formunun performansı artmakta ve 17 knots hızda ORJ formunun değeri DS formununkinden 1001 HP daha fazla olmaktadır.

KTBG-10 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7-13 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formununkinden ortalama 25 HP daha fazla iken, 13 knots hızdan sonra DS formunun performansı düşmekte ve 17 knots hızda DS formunun değeri ORJ formununkinden 275 HP daha fazla çıkmaktadır.

KTBG-11 formlarında, DS formunun performansı her hız değerinde ORJ formununkinden daha iyidir. DS formunun toplam ana makine gücü değeri ORJ formununkinden 7 knots hızda 101 HP daha az iken, 17 knots hızda 2420 HP'ye çıkmaktadır.

KTBG-13 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7.0-11.5 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formununkinden ortalama 73 HP daha fazladır. Ancak, 11.5 knots hız değerinden sonra DS formunun performansı hızla artmakta ve 17 knots hızda DS formunun toplam ana makine gücü ORJ formununkinden 680 HP daha az çıkmaktadır.

KTBG-14 formlarında toplam ana makine gücü değeri; 7.0-11.5 knots hız aralığında DS formunun değeri ORJ formununkinden ortalama 35 HP daha fazladır. Ancak, 11.5 knots hız değerinden sonra DS formunun performansı hızla artmakta ve 17 knots hızda DS formunun toplam ana makine gücü ORJ formununkinden 284 HP daha az çıkmaktadır.

Sabit su çekimine göre form performansları karşılaştırıldığında KTBG-10-ORJ haricindeki bütün formlarda DS formları daha üstündür.

Sabit deplasman ve sabit su çekiminde HAD direnç analiz sonuçları benzer çıkmakta ve KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların orijinal gemi formlarından 11.5 knots hızdan sonra daha az toplam dirence sahip oldukları net bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Sabit su çekiminde formların C_B değerlerindeki farklılıktan dolayı deplasmanları (Tablo 2.24) farklıdır. Sabit su çekiminde farklı deplasmana sahip formları karşılaştırmak için BHP/Deplasman oranı kullanılabilir (Kafalı vd., 1979).

Tablo 3.11’de ORJ ve DS formlarının BHP/Deplasman oranları ve birbirleri ile karşılaştırılmaları verilmiştir. Şekil 3.19’da ise DS formlarının ORJ formlarına göre BHP/Deplasman oranı değişim miktarları gösterilmiştir.

Şekil 3.19 incelendiğinde; KTBG-3 formunda 7-13 knots hız aralığında BHP/Deplasman oranı neredeyse aynı iken, 13 knots hızdan sonra DS formlarının oranı hızla düşmektedir. KTBG-5 formunda 11.1 knots hıza kadar DS formu oranı bir miktar fazla iken, bu hızdan sonra BHP/Deplasman oranı hızla düşmektedir. KTBG-10 formunda DS formu oranı 12 knots hıza kadar ORJ formunkinden biraz fazla iken, bu hızdan sonra BHP/Deplasman oranı artmaktadır. KTBG-11 formunda DS formunun oranı 16.4 knots hıza kadar ORJ formunkinden az iken, bu hızdan 17 knots hıza kadar DS formunun BHP/Deplasman oranı bir miktar yükselmektedir. KTBG-13 formunda 11.1 knots hıza kadar DS formunun oranı ORJ formundan biraz fazla iken bu hızdan sonra BHP/Deplasman oranı hızla azalmaktadır. KTBG-14 formunda 12.5 knots hıza kadar DS formunun oranı az biraz ORJ formunkinden fazla iken bu hızdan sonra BHP/Deplasman oranı hızla düşmektedir.

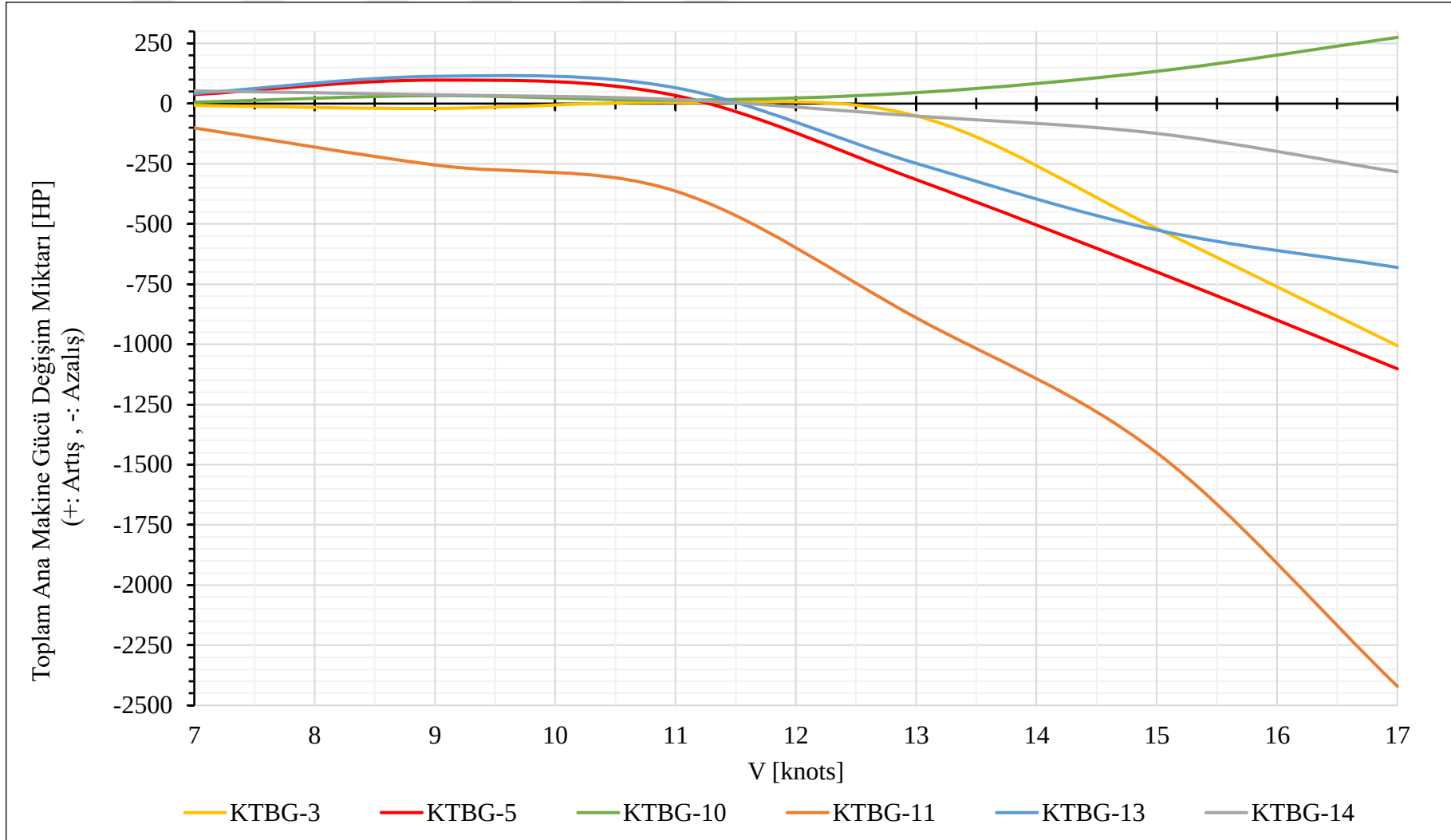
DS ve ORJ formlarının karşılaştırılmasında hem sabit deplasmanda hem de sabit su çekiminde benzer sonuçlar çıkmıştır. BHP/Deplasman oranı karşılaştırmasında yine sonuçlar benzerdir.

KTBG-3, 5, 10 ve 11 formları KTBG standart boyutsuz ofset tablosunun geliştirildiği formlar arasındadır. KTBG-10-ORJ formu haricinde KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlar direnç açısından başarılı sonuçlar vermiştir. KTBG-13 ve 14 formları KTBG standart boyutsuz ofset tablosunun oluşturulduğu formlar dışındadır. Bu iki formun karşılaştırılmasında yine KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların direnç açısından üstün oldukları görülmektedir.

KTBG formlarının HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile KTBG-11-ORJ ve KTBG-11-DS formlarının serbest su yüzeyinde oluşturdukları dalga paternleri Şekil 3.20’de gösterilmiştir. Şekil 3.20’de görüldüğü üzere her hız değerinde ORJ formunun oluşturduğu dalga çukuru derinlik ve dalga tepesi yükseklik değerleri serbest su yüzeyine göre DS formunkinden fazladır. Şekil 3.18’den de görüldüğü üzere DS formunun performansı her hız değerinde ORJ formunkinden daha iyidir. DS formunun toplam ana makine gücü değeri ORJ formunkinden 7 knots hızda 101 HP daha az iken, 17 knots hızda 2420 HP daha azdır.

Tablo 3.10. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit su çekiminde hıza göre toplam ana makine gücü ($2.5 \times P_E$) değerleri

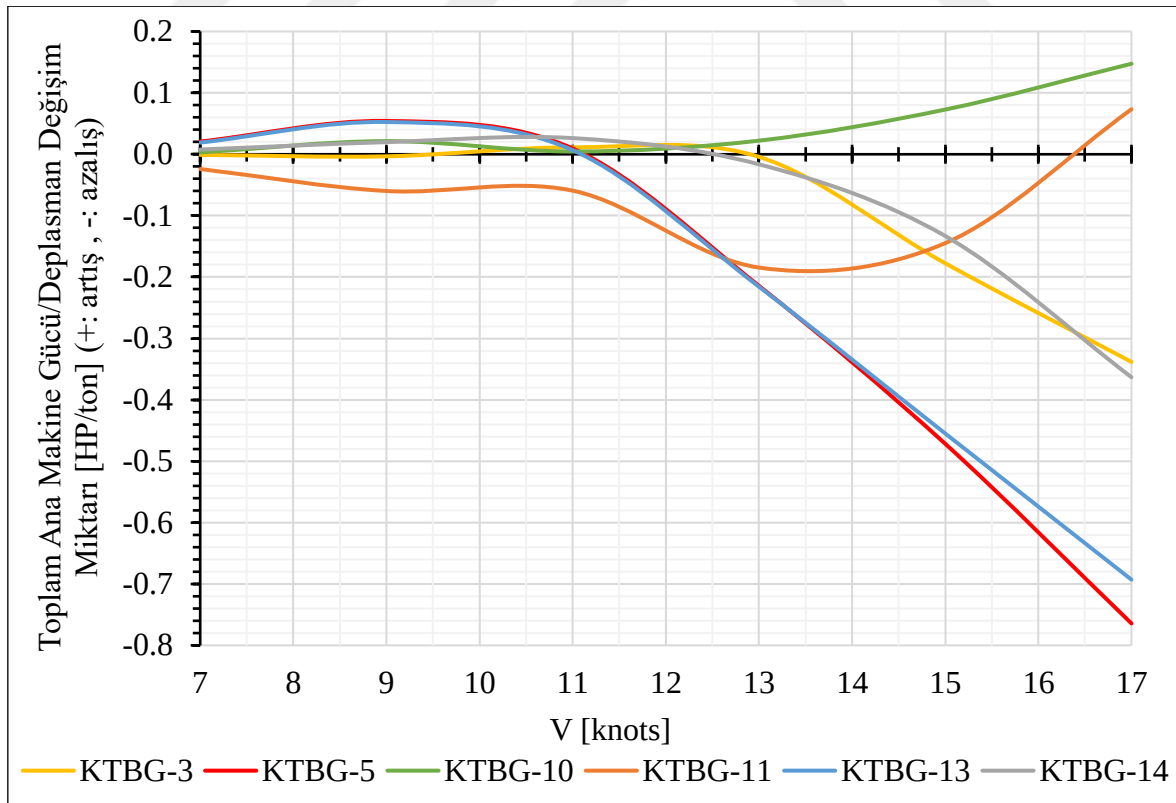
Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
KTBG-3-ORJ	HP	212.82	540.57	1030.58	1815.07	3913.10	8280.81
KTBG-3-DS	HP	205.58	520.32	1034.60	1764.11	3394.80	7275.04
KTBG-5-ORJ	HP	138.46	346.32	785.17	1714.50	3577.18	7187.88
KTBG-5-DS	HP	175.74	443.95	818.69	1398.69	2877.83	6086.23
KTBG-10-ORJ	HP	150.40	363.08	725.49	1402.71	3194.98	6772.16
KTBG-10-DS	HP	156.16	396.14	739.57	1448.30	3329.09	7047.07
KTBG-11-ORJ	HP	288.52	734.88	1341.02	2838.27	6387.29	14214.83
KTBG-11-DS	HP	187.34	479.88	977.61	1948.50	4936.97	11794.29
KTBG-13-ORJ	HP	137.72	343.91	775.78	1691.03	3534.93	7087.30
KTBG-13-DS	HP	179.70	457.29	841.49	1442.94	3009.92	6406.73
KTBG-14-ORJ	HP	181.71	463.59	885.07	1516.70	3164.14	6839.21
KTBG-14-DS	HP	234.41	500.40	901.84	1465.07	3040.10	6555.59



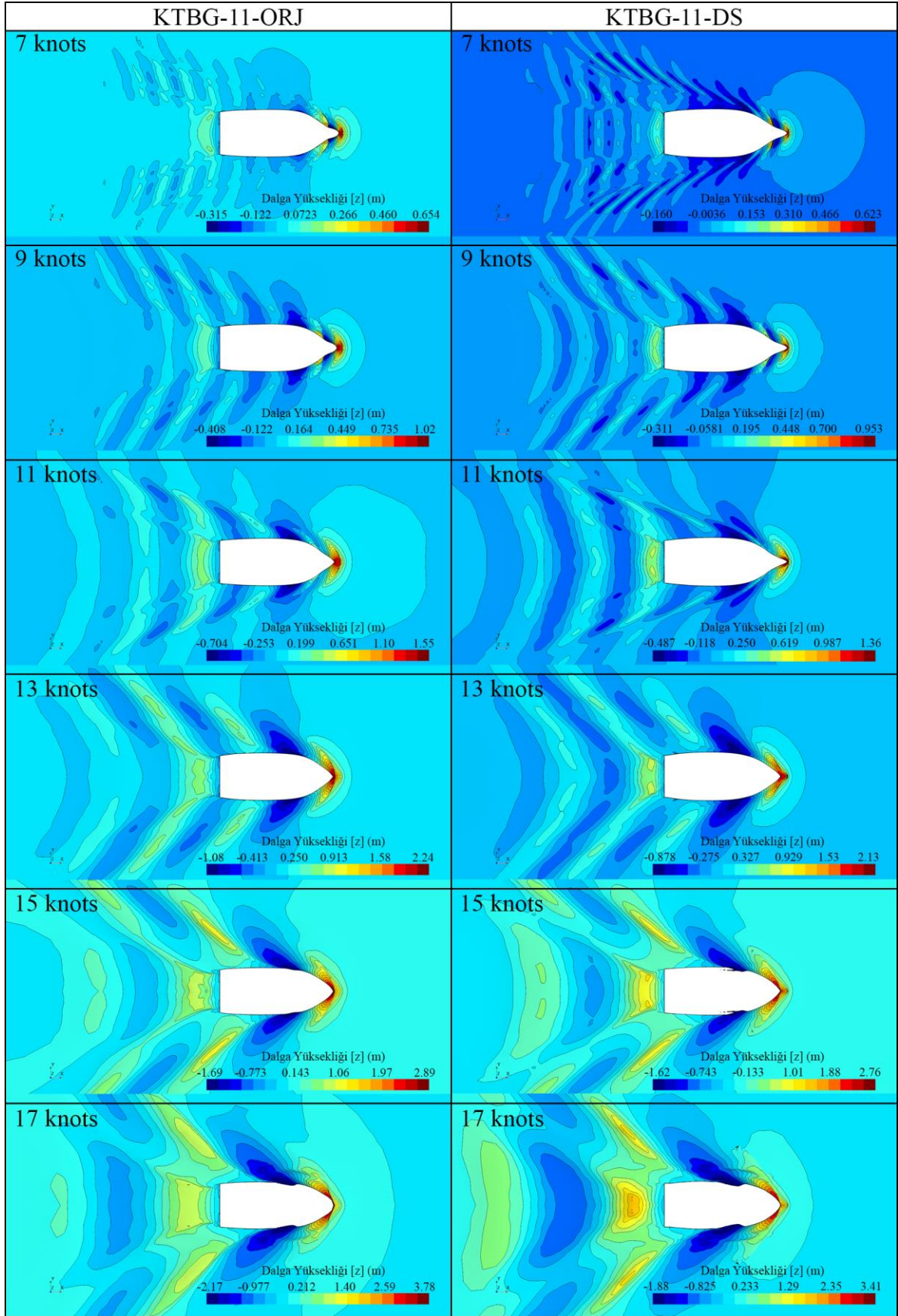
Şekil 3.18. Sabit su çekiminde, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarına referansla hıza göre toplam ana makine gücü değişim miktarları

Tablo 3.11. Orijinal gemi formları ile KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan eşdeğer formların sabit su çekiminde hıza göre BHP/Deplasman oranları

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
KTBG-3-ORJ	HP/ton	0.086	0.218	0.416	0.732	1.579	3.341
KTBG-3-DS	HP/ton	0.085	0.215	0.427	0.728	1.401	3.002
KTBG-5-ORJ	HP/ton	0.086	0.214	0.485	1.059	2.210	4.440
KTBG-5-DS	HP/ton	0.106	0.268	0.494	0.845	1.738	3.676
KTBG-10-ORJ	HP/ton	0.112	0.271	0.541	1.045	2.380	5.045
KTBG-10-DS	HP/ton	0.115	0.292	0.545	1.067	2.453	5.193
KTBG-11-ORJ	HP/ton	0.116	0.295	0.538	1.139	2.564	5.706
KTBG-11-DS	HP/ton	0.092	0.235	0.479	0.955	2.419	5.780
KTBG-13-ORJ	HP/ton	0.087	0.217	0.488	1.065	2.226	4.462
KTBG-13-DS	HP/ton	0.106	0.269	0.495	0.849	1.771	3.769
KTBG-14-ORJ	HP/ton	0.095	0.241	0.472	0.870	1.913	4.211
KTBG-14-DS	HP/ton	0.102	0.261	0.498	0.853	1.780	3.848



Şekil 3.19. Sabit su çekiminde, boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarına referansla hıza göre BHP/Deplasman oranı değişim miktarları



Şekil 3.20. KTBG-11-ORJ ve KTBG-11-DS formlarının hıza göre serbest su yüzeyinde oluşturdukları dalga paternleri

3.3. KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Formların Sistematik Direnç Analizleri

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre sistematik olarak oluşturulan formların kodları ve özellikleri Tablo 2.13'te, HAD direnç analizlerinde kullanılan hallerinin genel özellikleri ise Tablo 2.27'de verilmiştir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların direnç özelliklerini daha iyi anlayabilmek için Tablo 2.27'de verilen formların HAD direnç analizleri yapılmıştır.

HAD direnç analizleri sonucu elde edilen değerlerin karşılaştırılması için ilk olarak, $R_F + R_P = R_T$ bar grafikleri çizilmiştir. Sonra, bu formlar (Tablo 2.13) balık taşıma hacimlerine göre sınıflandırılmıştır. Her sınıfa düşen formların hız-toplam ana makine gücü eğrileri karşılaştırılarak, her sınıf için en uygun L-B-D değerleri belirlenmiştir. Son olarak, bu formların toplam ana makine gücüne göre yapabilecekleri hız değerleri hesaplanmıştır.

3.3.1. Üretilen Formların $R_F + R_P = R_T$ Bar Grafikleri

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre sistematik olarak üretilen formların HAD direnç analizlerinden elde edilen sürtünme, basınç ve toplam direnç değerleri: 40-2.50-4.0, 40-2.75-4.0 ve 40-3.00-4.0 kodlu gemiler için Şekil 3.21'de; 40-2.50-4.5, 40-2.75-4.5 ve 40-3.00-4.5 kodlu gemiler için Şekil 3.22'de; 40-2.50-5.0, 40-2.75-5.0 ve 40-3.00-5.0 kodlu gemiler için Şekil 3.23'te; 40-2.50-5.5, 40-2.75-5.5 ve 40-3.00-5.5 kodlu gemiler için Şekil 3.24'de; 45-2.50-4.0, 45-2.75-4.0 ve 45-3.00-4.0 kodlu gemiler için Şekil 3.27'de; 45-2.50-4.5, 45-2.75-4.5 ve 45-3.00-4.5 kodlu gemiler için Şekil 3.28'de; 45-2.50-5.0, 45-2.75-5.0 ve 45-3.00-5.0 kodlu gemiler için Şekil 3.29'da; 45-2.50-5.5, 45-2.75-5.5 ve 45-3.00-5.5 kodlu gemiler için Şekil 3.30'da; 50-2.50-4.0, 50-2.75-4.0, 50-3.00-4.0, 50-3.25-4.0 ve 50-3.50-4.0 kodlu gemiler için Şekil 3.33'te; 50-2.50-4.5, 50-2.75-4.5, 50-3.00-4.5, 50-3.25-4.5 ve 50-3.50-4.5 kodlu gemiler için Şekil 3.34'te; 50-2.50-5.0, 50-2.75-5.0, 50-3.00-5.0, 50-3.25-5.0 ve 50-3.50-5.0 kodlu gemiler için Şekil 3.35'te; 50-2.50-5.5, 50-2.75-5.5, 50-3.00-5.5, 50-3.25-5.5 ve 50-3.50-5.5 kodlu gemiler için Şekil 3.36'da; 55-2.50-4.0, 55-2.75-4.0 ve 55-3.00-4.0 kodlu gemiler için Şekil 3.39'da; 55-2.50-4.5, 55-2.75-4.5 ve 55-3.00-4.5 kodlu gemiler için Şekil 3.40'ta; 55-2.50-5.0, 55-2.75-5.0 ve 55-3.00-5.0 kodlu gemiler için Şekil 3.41'de; 55-2.50-5.5, 55-2.75-5.5 ve 55-3.00-5.5 kodlu gemiler için Şekil 3.42'de; 60-

2.50-4.0, 60-2.75-4.0 ve 60-3.00-4.0 kodlu gemiler için Şekil 3.45'te; 60-2.50-4.5, 60-2.75-4.5 ve 60-3.00-4.5 kodlu gemiler için Şekil 3.46'da; 60-2.50-5.0, 60-2.75-5.0 ve 60-3.00-5.0 kodlu gemiler için Şekil 3.47'de; 60-2.50-5.5, 60-2.75-5.5 ve 60-3.00-5.5 kodlu gemiler için Şekil 3.48'de gösterilmiştir.

Formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması; tam boyu 40 metre olan gemiler için Şekil 3.25'te, tam boyu 45 metre olan gemiler için Şekil 3.31'de, tam boyu 50 metre olan gemiler için Şekil 3.37'de, tam boyu 55 metre olan gemiler için Şekil 3.43'te ve tam boyu 60 metre olan gemiler için Şekil 3.49'da gösterilmiştir.

Formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri; tam boyu 40 metre olan gemiler için Şekil 3.26'da, tam boyu 45 metre olan gemiler için Şekil 3.32'de, tam boyu 50 metre olan gemiler için Şekil 3.38'de, tam boyu 55 metre olan gemiler için Şekil 3.44'te ve tam boyu 60 metre olan gemiler için Şekil 3.50'de gösterilmiştir.

Şekil 3.21 ve Şekil 3.50 arasındaki grafikler incelendiğinde KTBG formları için aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Tam boy (L) arttıkça toplam direnç değerlerinde; 7, 9 ve 11 knots hızlarda artış; 13 knots hızda 40 metreden 50 metreye kadar azalış ve 50 metreden 60 metreye artış; 15 ve 17 knots hızlarda ise azalış olmaktadır. Örneğin; L/B oranı 2.50 ve derinliği 4.5 metre olan formlarda, 40 m, 45 m, 50 m, 55 m ve 60 m boy değerlerinde sırasıyla toplam direnç; 7 knots hızda 14 kN, 15 kN, 16 kN, 18 kN ve 19 kN; 9 knots hızda 28 kN, 31 kN, 33 kN, 35 kN ve 37 kN; 11 knots hızda 47 kN, 52 kN, 56 kN, 61 kN ve 66 kN; 13 knots hızda 79 kN, 75 kN, 74 kN, 76 kN ve 87 kN; 15 knots hızda 168 kN, 146 kN, 133 kN, 122 kN ve 121 kN; 17 knots hızda 328 kN, 294 kN, 266 kN, 246 kN ve 229 kN değerlerindedir. Yine; L/B oranı 2.75 ve derinliği 5.0 metre olan formlarda, 40 m, 45 m, 50 m, 55 m ve 60 m boy değerlerinde sırasıyla toplam direnç; 7 knots hızda 13 kN, 14 kN, 16 kN, 17 kN ve 18 kN; 9 knots hızda 27 kN, 30 kN, 32 kN, 34 kN ve 36 kN; 11 knots hızda 44 kN, 49 kN, 54 kN, 58 kN ve 63 kN; 13 knots hızda 76 kN, 73 kN, 74 kN, 79 kN ve 85 kN; 15 knots hızda 163 kN, 137 kN, 123 kN, 116 kN ve 116 kN; 17 knots hızda 318 kN, 278 kN, 244 kN, 220 kN ve 206 kN değerlerindedir. Son olarak; L/B oranı 3.00 ve derinliği 5.5 metre olan formlarda, 40 m, 45 m, 50 m, 55 m ve 60 m boy değerlerinde sırasıyla toplam direnç; 7 knots hızda 13 kN, 14 kN, 15 kN, 16 kN ve 18 kN; 9 knots hızda 26 kN, 28 kN, 31 kN, 33 kN ve 35 kN; 11 knots hızda 42 kN, 46 kN, 52 kN, 56 kN ve 61 kN; 13 knots hızda 74 kN, 73 kN, 74 kN, 78 kN ve 84 kN; 15 knots hızda 156 kN, 132 kN, 118 kN, 113 kN ve 114 kN; 17 knots hızda 314 kN, 269 kN, 233 kN, 207 kN ve 189 kN değerlerindedir.

L/B oranı arttıkça her gemi boyu ve derinliğinde bütün hızlarda toplam direnç değerleri azalmıştır. Örneğin, 40 metre boy ve 4.5 metre derinlikte, 9 knots hızda, 2.50, 2.75 ve 3.00 L/B oranlarında toplam direnç sırasıyla 28 kN, 27 kN ve 26 kN değerlerindedir. Yine, 50 metre boy ve 5.0 metre derinlikte, 11 knots hızda, 2.50, 2.75 ve 3.00 L/B oranlarında toplam direnç sırasıyla 57 kN, 54 kN ve 50 kN değerlerindedir. Son olarak, 60 metre boy ve 5.5 metre derinlikte, 13 knots hızda, 2.50, 2.75 ve 3.00 L/B oranlarında toplam direnç sırasıyla 101 kN, 91 kN ve 84 kN değerlerindedir.

Gemi derinliği (D) arttıkça, her gemi boy ve L/B oranında bütün hızlarda toplam direnç değerleri artmıştır. Örneğin, 40 metre boy, L/B oranı 2.50 değerinde ve 11 knots hızda, 4.0 m, 4.5 m, 5.0 m, ve 5.5 m gemi derinliği değerlerinde toplam direnç sırasıyla 45 kN, 47 kN, 48 kN ve 48 kN değerlerindedir. Yine, 50 metre boy, L/B oranı 2.75 değerinde ve 13 knots hızda, 4.0 m, 4.5 m, 5.0 m, ve 5.5 m gemi derinliği değerlerinde toplam direnç sırasıyla 66 kN, 69 kN, 74 kN ve 80 kN değerlerindedir. Son olarak, 60 metre boy, L/B oranı 3.00 değerinde ve 15 knots hızda, 4.0 m, 4.5 m, 5.0 m, ve 5.5 m gemi derinliği değerlerinde toplam direnç sırasıyla 99 kN, 103 kN, 109 kN ve 114 kN değerlerindedir.

Tam boy (L) arttıkça, bütün hız değerlerinde, toplam direnci oluşturan sürtünme direncinin oranı artmakta, basınç direncinin oranı ise düşmektedir. Örneğin; 9 knots hızında, L/B oranı 2.50 olan ve 4.5 metre derinliği sahip 40 m, 45 m, 50 m, 55 m, ve 60 m boydaki formların; sürtünme direnci/basınç direnci oranları sırasıyla %47/%53, %51/%49, %55/%45, %60/%40 ve %63/%37 değerlerindedir. Yine, 11 knots hızında, L/B oranı 2.75 olan ve 5.0 metre derinliği sahip 40 m, 45 m, 50 m, 55 m, ve 60 m boydaki formların; sürtünme direnci/basınç direnci oranları sırasıyla %42/%58, %45/%55, %48/%52, %51/%49 ve %54/%46 değerlerindedir. Son olarak, 13 knots hızında, L/B oranı 3.00 olan ve 5.5 metre derinliği sahip 40 m, 45 m, 50 m, 55 m, ve 60 m boydaki formların; sürtünme direnci/basınç direnci oranları sırasıyla %33/%67, %40/%60, %46/%54, %50/%50 ve %53/%47 değerlerindedir.

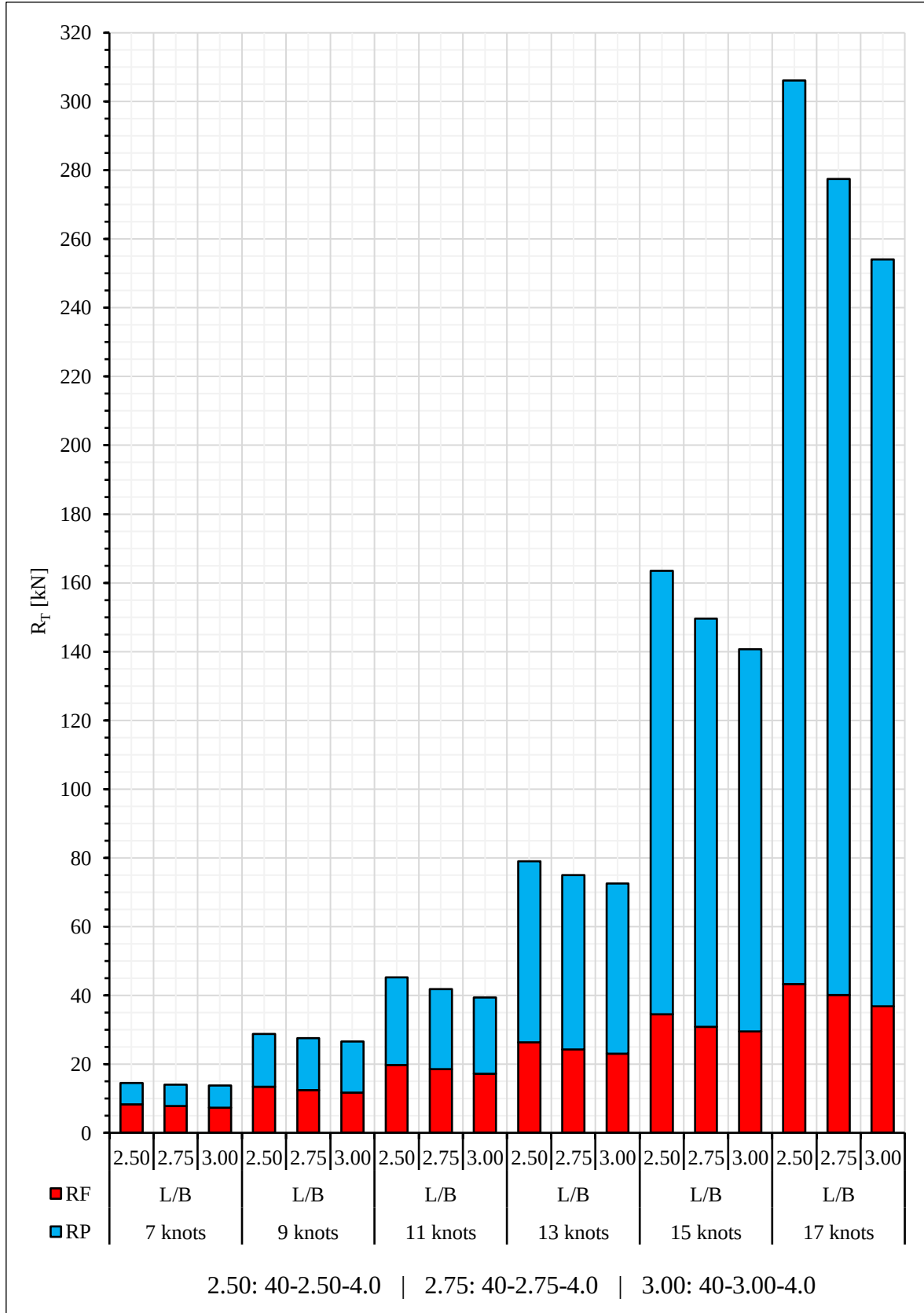
L/B oranı arttıkça her boy ve derinlikte 7 knots ve 9 knots hızlarda toplam direnci oluşturan sürtünme direnci oranı düşmekte, basınç direnci oranı ise artmaktadır. 11 knots, 13 knots, 15 knots ve 17 knots hızlarda ise ya aynı kalmakta ya da %1-2 oranında artmakta veya azalmaktadır. Örneğin, 40 metre boy ve 5.0 metre derinliğe sahip formun 9 knots hız değerinde, sürtünme direnci/basınç direnci oranı L/B 2.50 değerinde %46/%54, 2.75 değerinde %45/%55 ve 3.00 değerinde ise %44/%56 oranlarındadır. Barka bir örnekte ise, 50 metre boy ve 5.0 metre derinliğe sahip formun 11 knots hız değerinde, sürtünme

direnci/basınç direnci oranı, L/B oranı 2.50, 2.75 ve 3.00 değerlerinde sabittir ve %48/%52 oranındadır. Son örnekte, 60 metre boy ve 5.5 metre derinliğe sahip formun 17 knots hız değerinde, sürtünme direnci/basınç direnci oranı L/B 2.50 değerinde %48/%52, 2.75 değerinde %51/%49 ve 3.00 değerinde ise %51/%49 oranlarındadır.

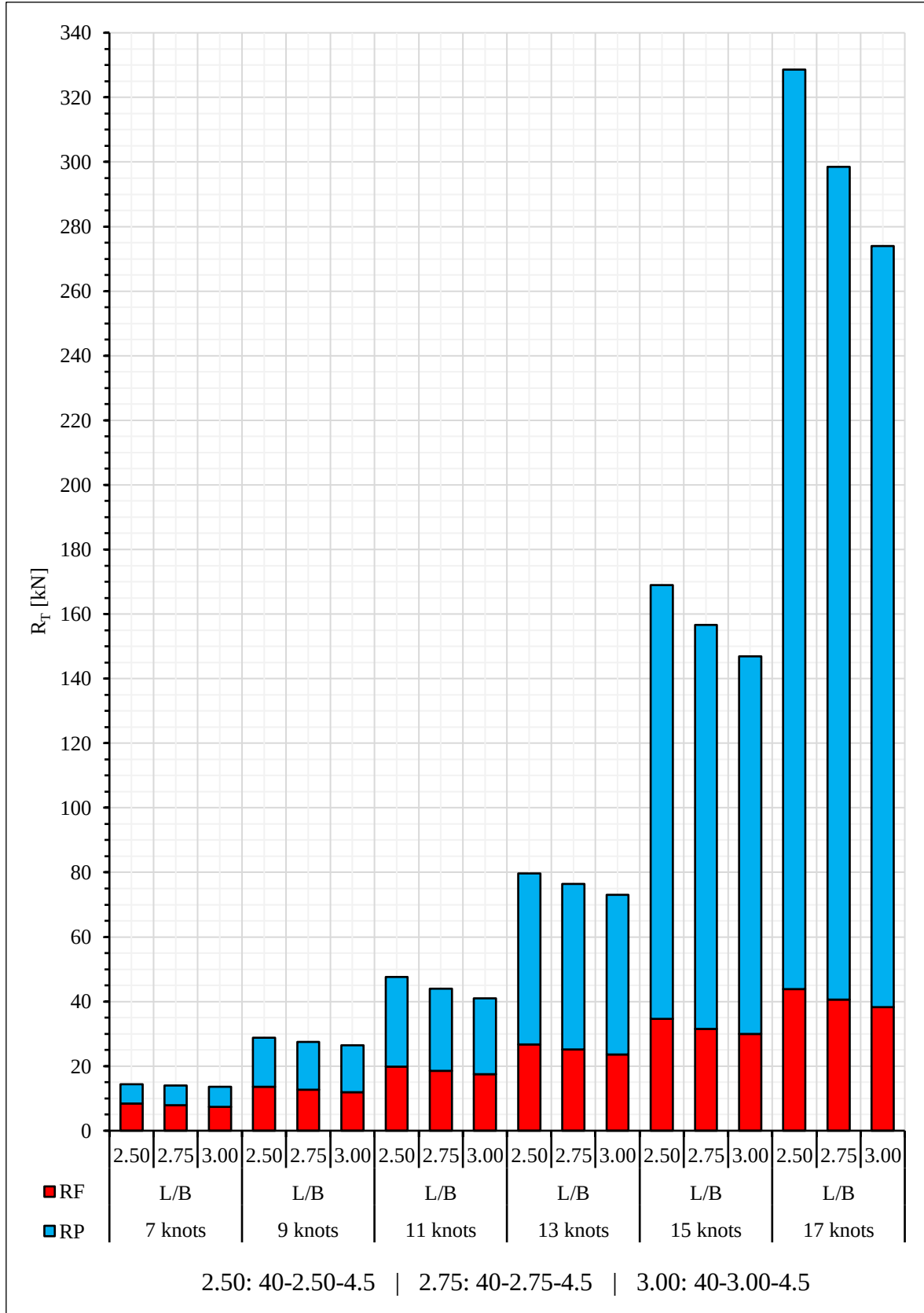
Gemi derinliği (D) arttıkça belirlenen boylarda ve L/B oranlarında belirli bir düzen olmamakla beraber 7 knots ve 9 knots hızlarda toplam dirençteki sürtünme direnci oranı artmakta, basınç direnci oranı ise azalmaktadır. 11 knots, 13 knots, 15 knots ve 17 knots hızlarda ise ya sabit kalmakta ya da %1-2 oranında artmakta veya azalmaktadır.

Gemi hızı arttıkça her formda toplam direnç içindeki sürtünme direnci oranı düşmekte ve basınç direnci oranı ise artmaktadır. Örneğin, Tam boyu 40 metre, L/B oranı 2.50 ve derinliği 4.5 metre olan formda sürtünme direnci/basınç direnci oranları 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla %58/%42, %47/%53, %42/%58, %34/%66, %21/%79 ve %13/%87 değerlerindedir. Yine, Tam boyu 50 metre, L/B oranı 2.75 ve derinliği 5.0 metre olan formda sürtünme direnci/basınç direnci oranları 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla %68/%32, %55/%45, %48/%52, %48/%52, %36/%64 ve %24/%76 değerlerindedir. Son olarak, Tam boyu 60 metre, L/B oranı 3.00 ve derinliği 5.5 metre olan formda sürtünme direnci/basınç direnci oranları 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla %74/%26, %62/%38, %53/%47, %53/%47, %51/%49 ve %38/%62 değerlerindedir.

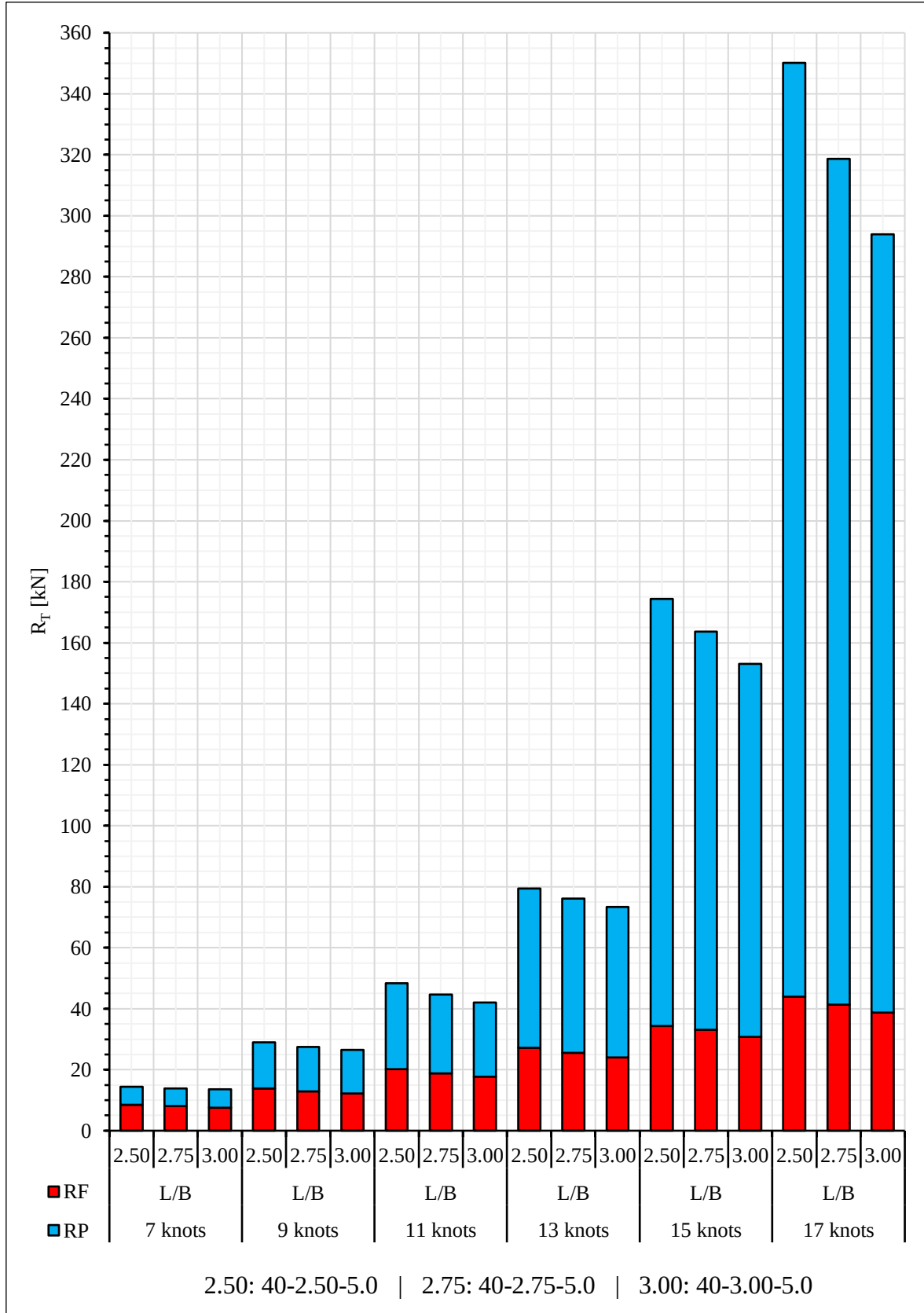
Formların efektif güç (P_E) değerleri; gemi boyu uzadıkça artmakta, L/B oranı yükseldikçe azalmakta ve D değeri yükseldikçe artmaktadır. Örneğin, 11 knots hızda, L/B oranı 2.75 değerinde, gemi derinliği 5 m ve tam boyu 40 m, 45 m, 50 m, 55 m ve 60 m olan formların efektif güç (P_E) değerleri sırasıyla 252 kW, 278 kW, 305 kW, 333 kW ve 360 kW'tır. Başka bir örnekte, 7 knots hızda, boyu 50 metre ve derinliği 4.0 metre olan formun L/B oranı 2.50, 2.75, 3.00, 3.25 ve 3.50 değerlerinde efektif güç (P_E) değerleri sırasıyla 60 kW, 57 kW, 55 kW, 53 kW ve 52 kW'tır. Son örnekte, 15 knots hızda, tam boyu 55 metre ve L/B oranı 2.75 olan formun 4.0 m, 4.5 m, 5.0 m ve 5.5 m derinlik değerlerinde efektif güç (P_E) değerleri sırasıyla 857 kW, 869 kW, 897 kW ve 949 kW'tır.



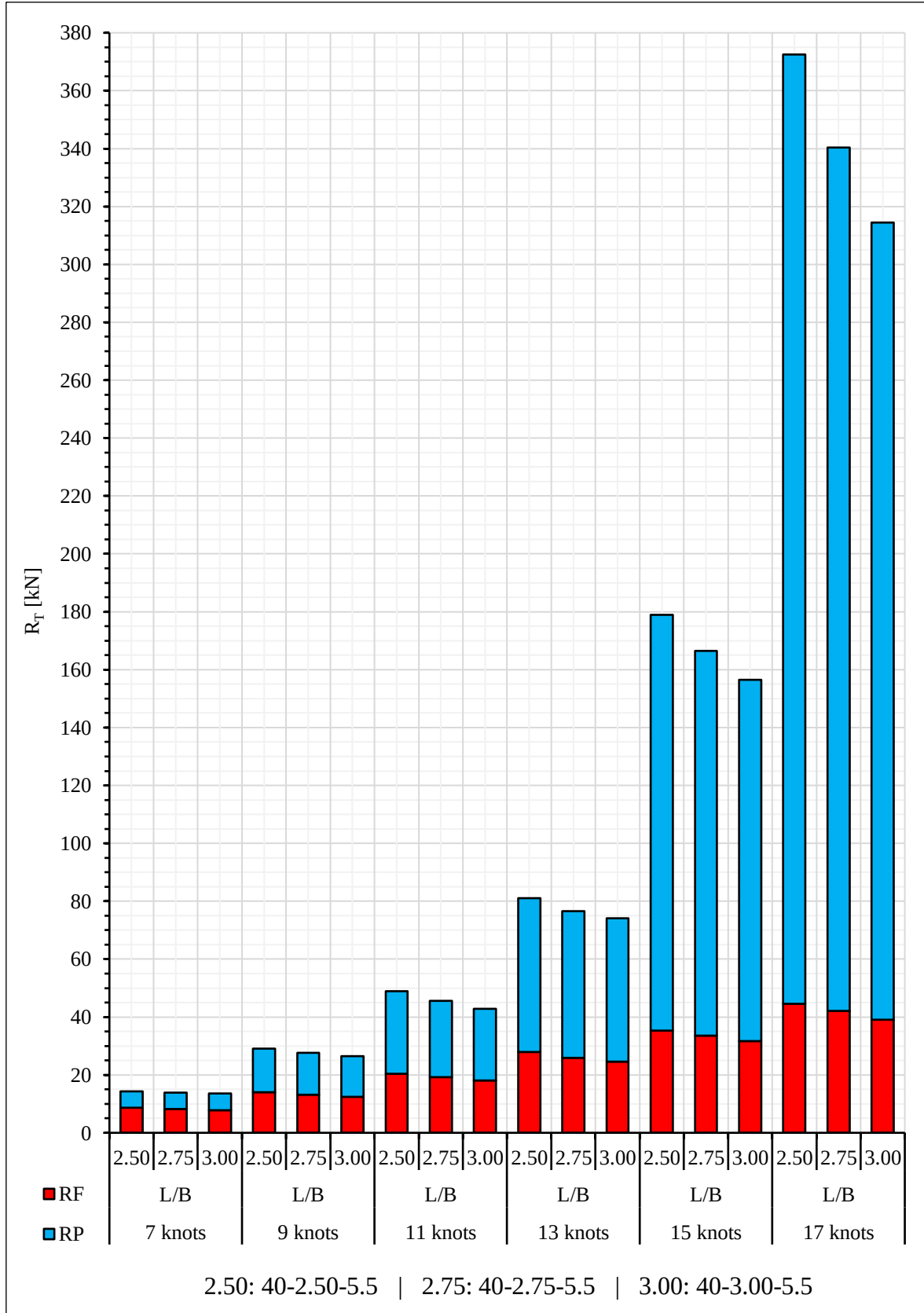
Şekil 3.21. 40-2.50-4.0, 40-2.75-4.0 ve 40-3.00-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



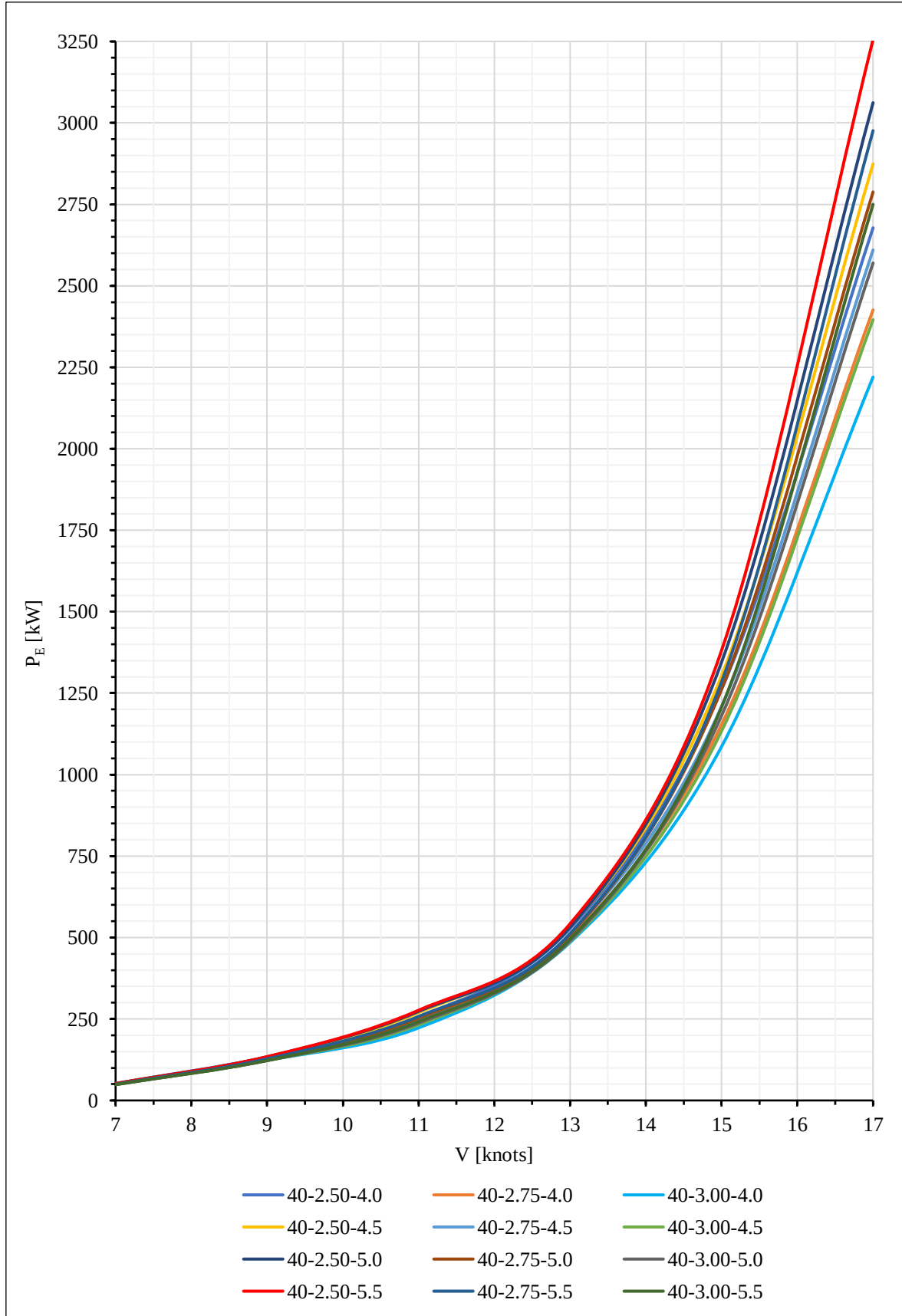
Şekil 3.22. 40-2.50-4.5, 40-2.75-4.5 ve 40-3.00-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



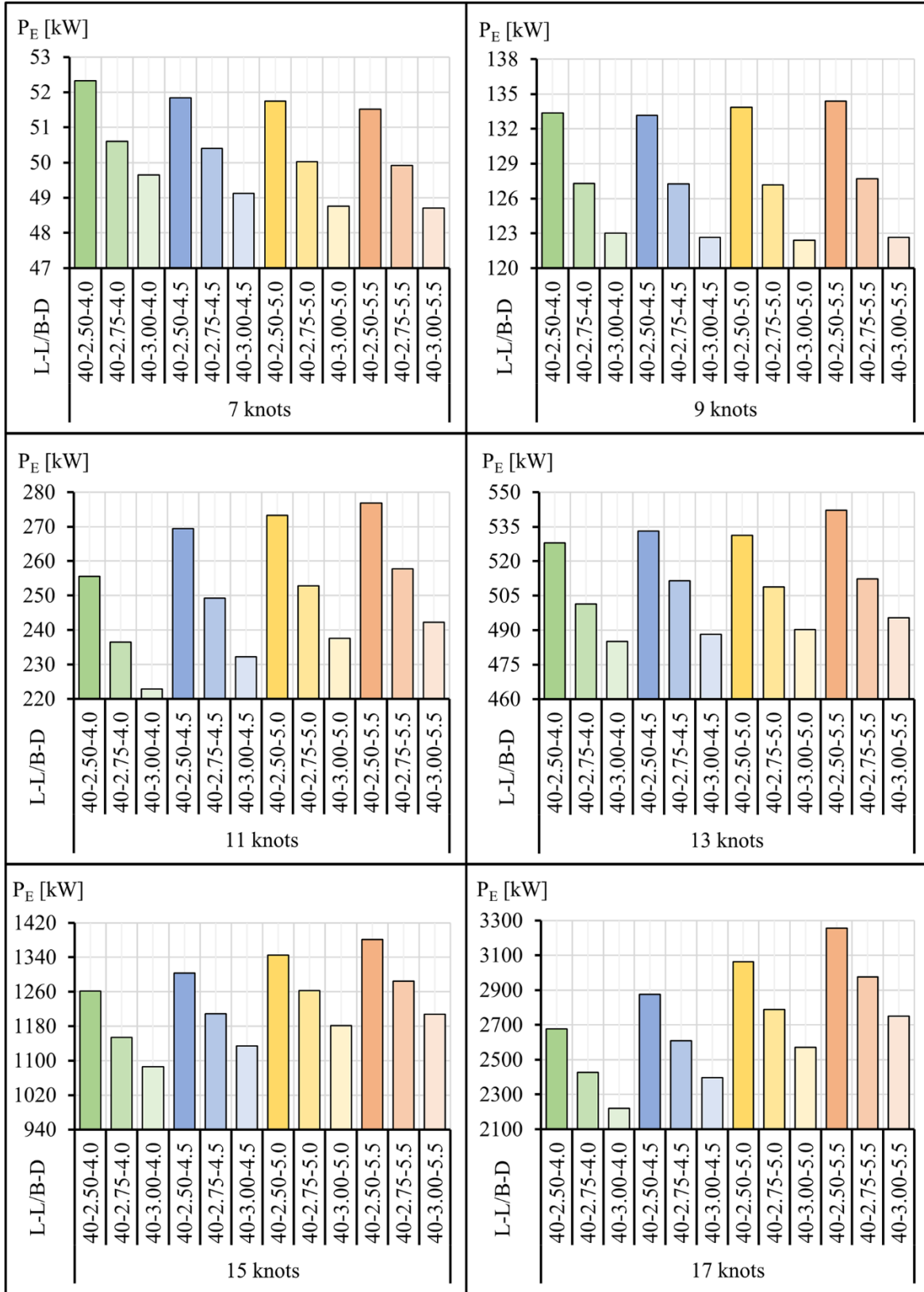
Şekil 3.23. 40-2.50-5.0, 40-2.75-5.0 ve 40-3.00-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



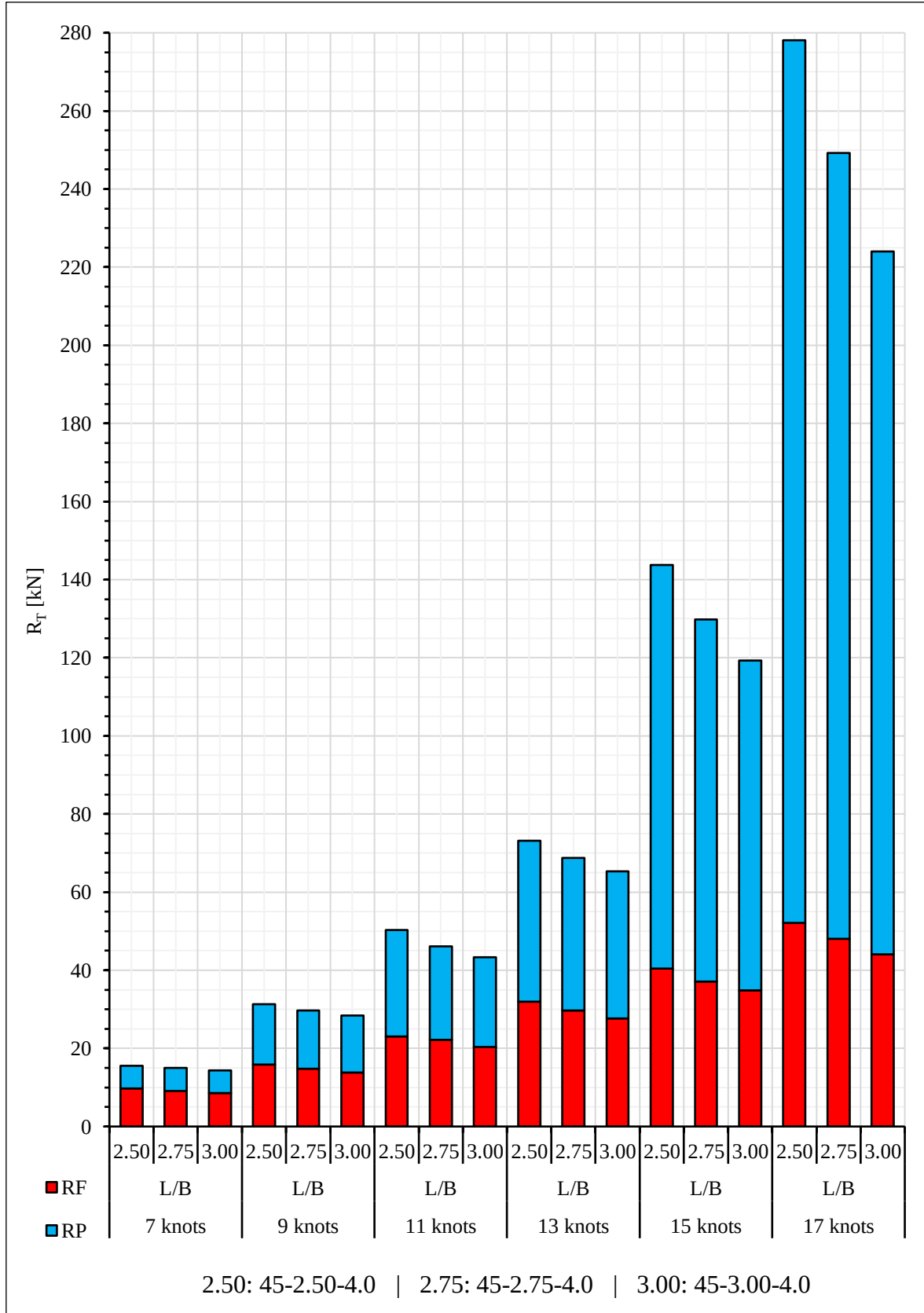
Şekil 3.24. 40-2.50-5.5, 40-2.75-5.5 ve 40-3.00-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



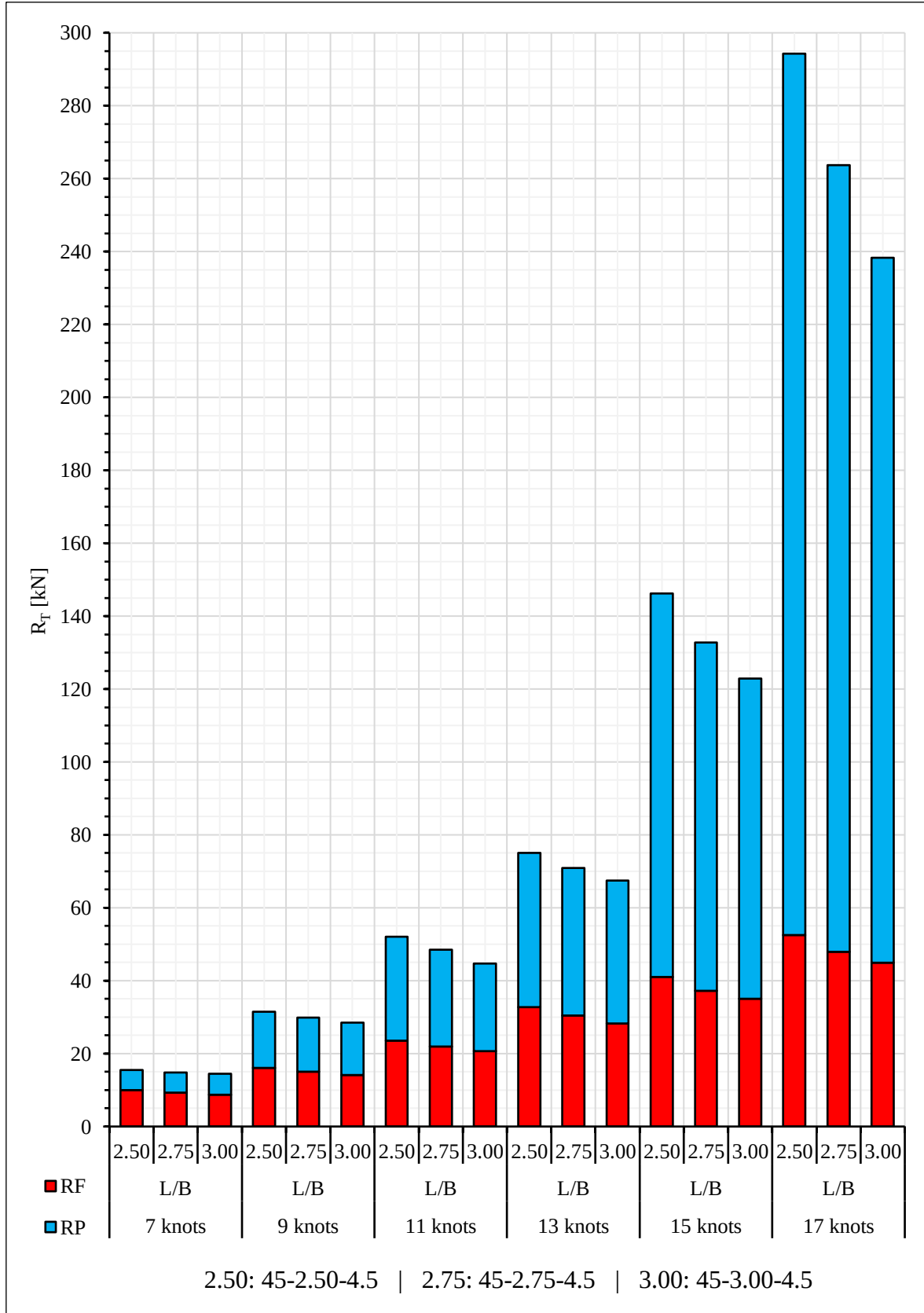
Şekil 3.25. Tam boyu 40 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması



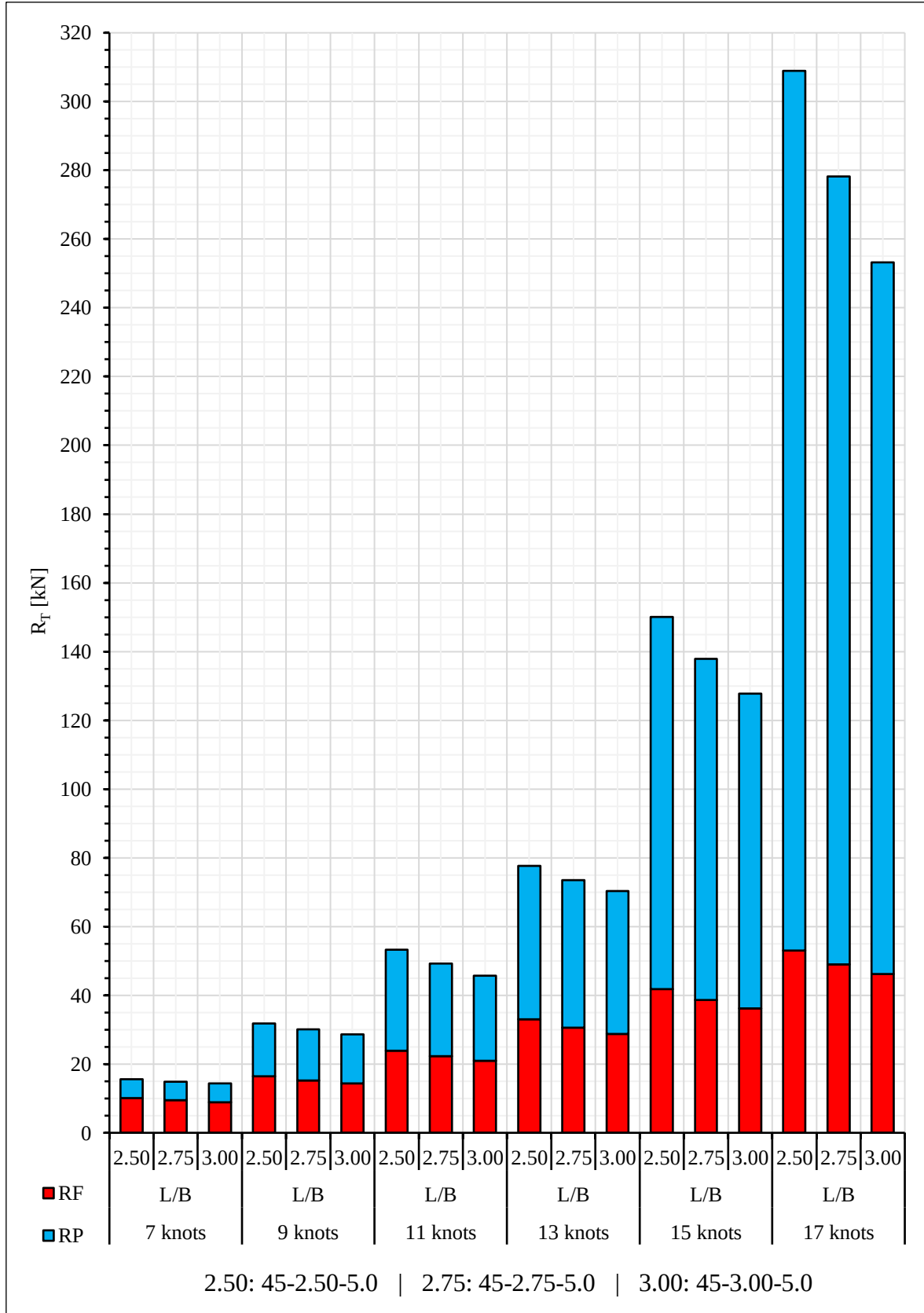
Şekil 3.26. Tam boyu 40 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri



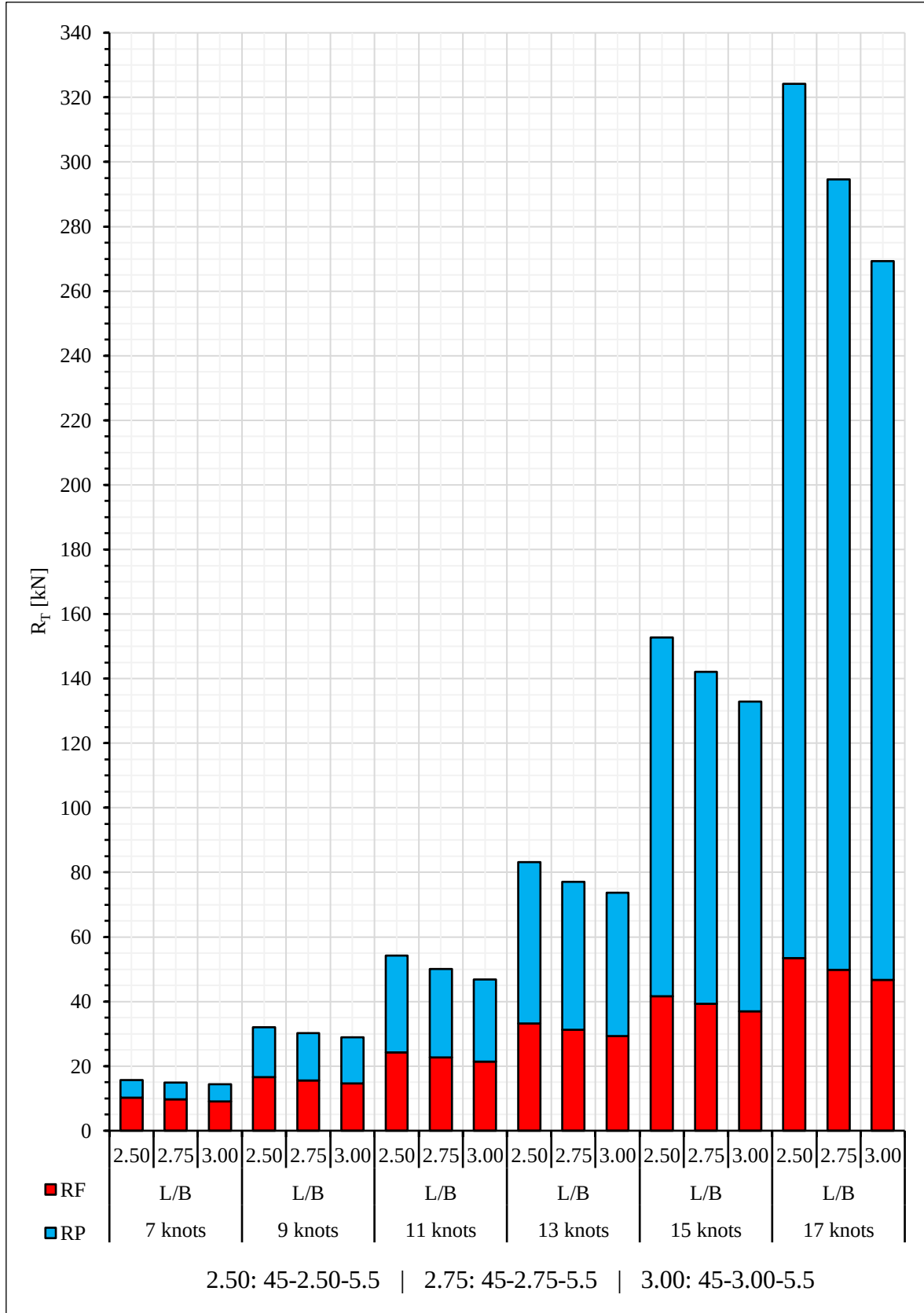
Şekil 3.27. 45-2.50-4.0, 45-2.75-4.0 ve 45-3.00-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



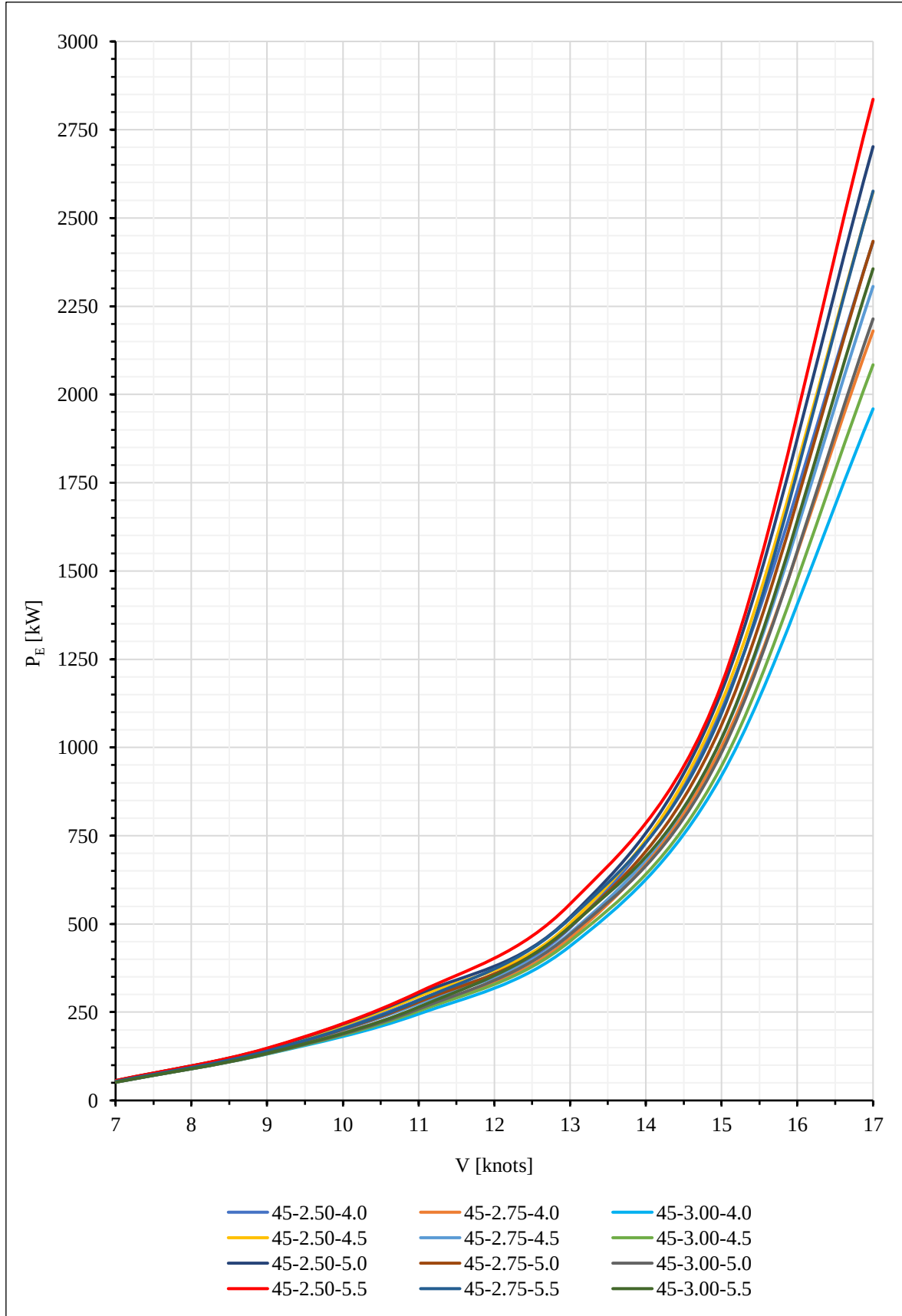
Şekil 3.28. 45-2.50-4.5, 45-2.75-4.5 ve 45-3.00-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



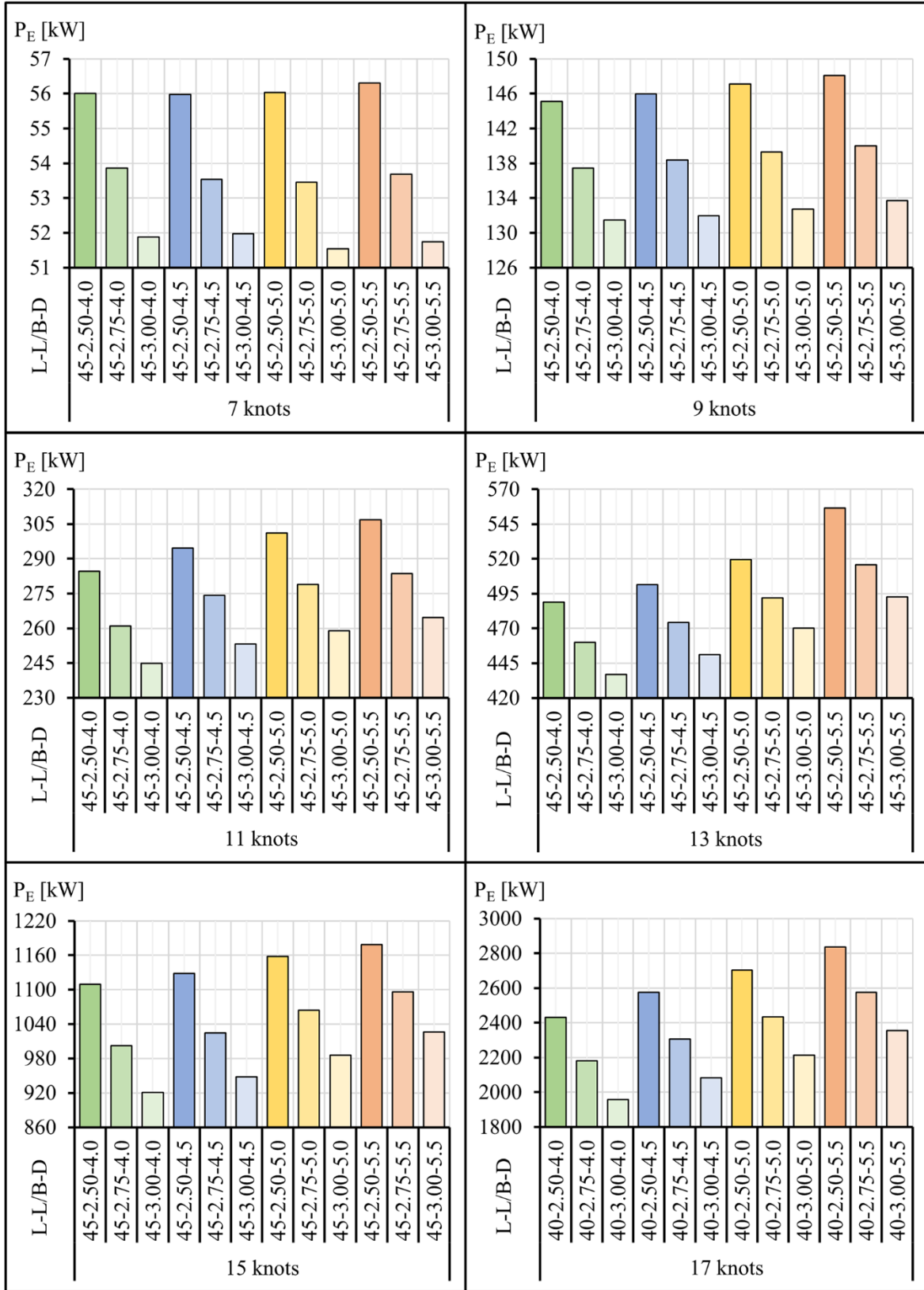
Şekil 3.29. 45-2.50-5.0, 45-2.75-5.0 ve 45-3.00-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



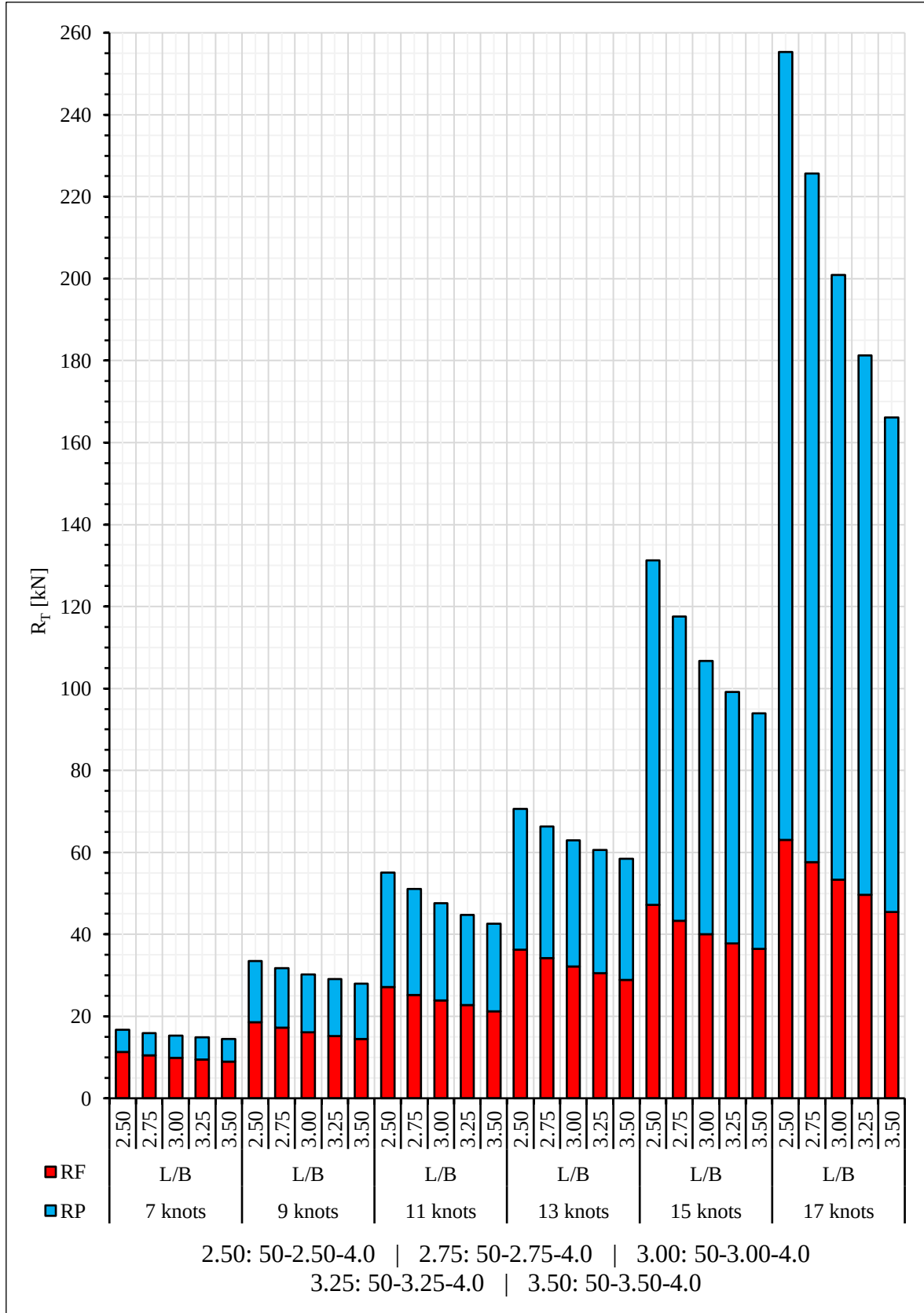
Şekil 3.30. 45-2.50-5.5, 45-2.75-5.5 ve 45-3.00-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (R_F), basınç direnci (R_P) ve toplam direnç (R_T) değerleri



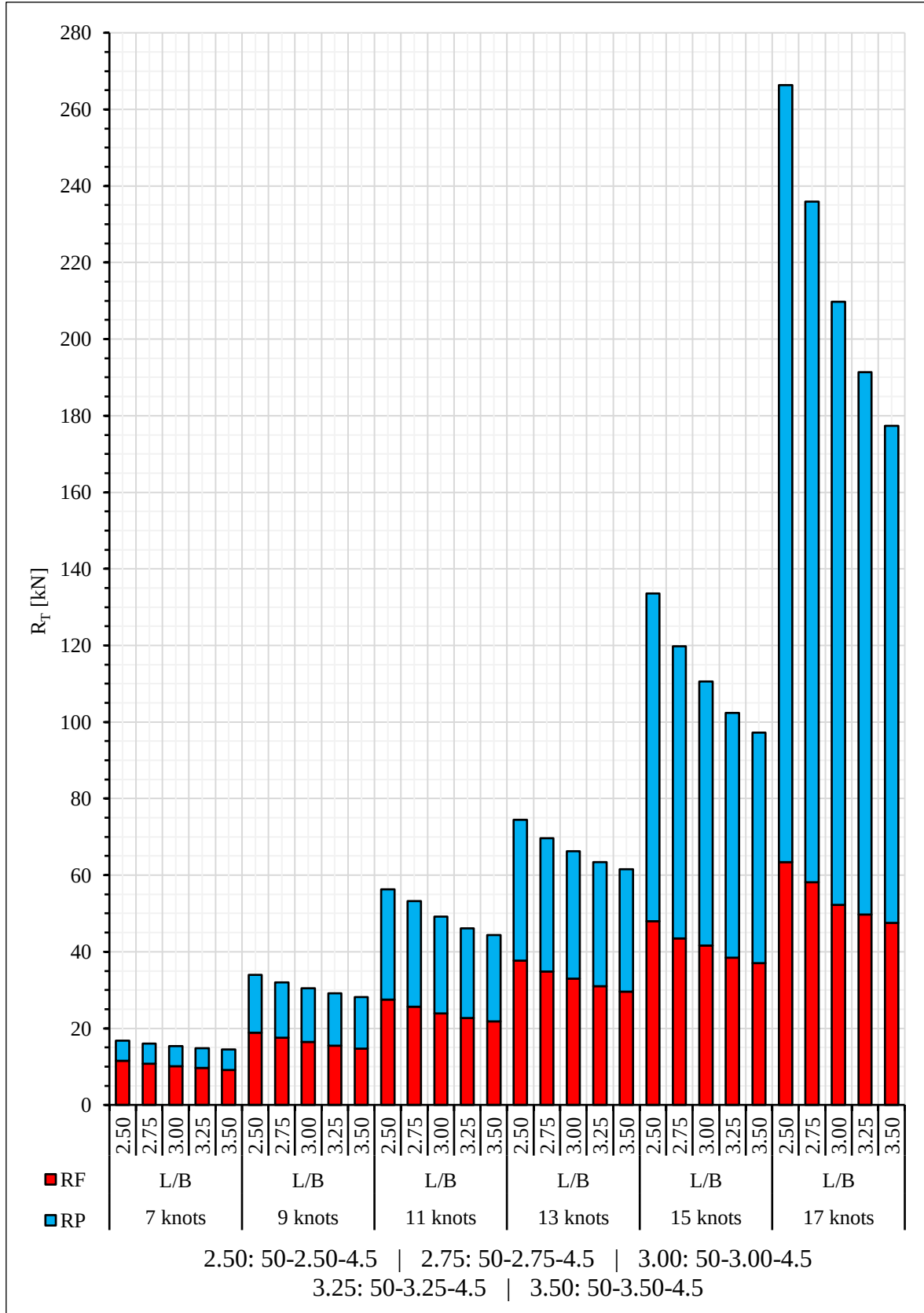
Şekil 3.31. Tam boyu 45 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması



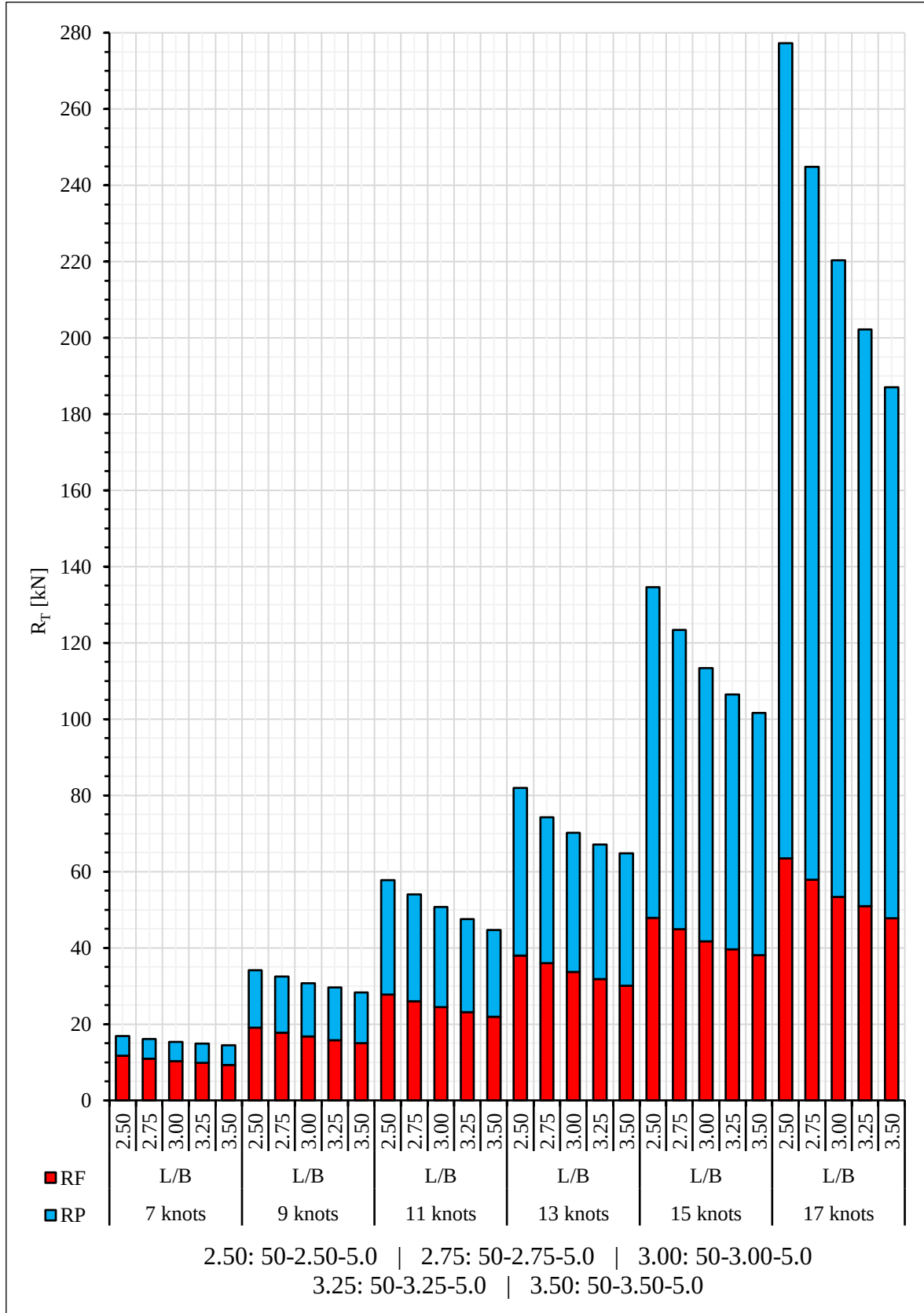
Şekil 3.32. Tam boyu 45 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri



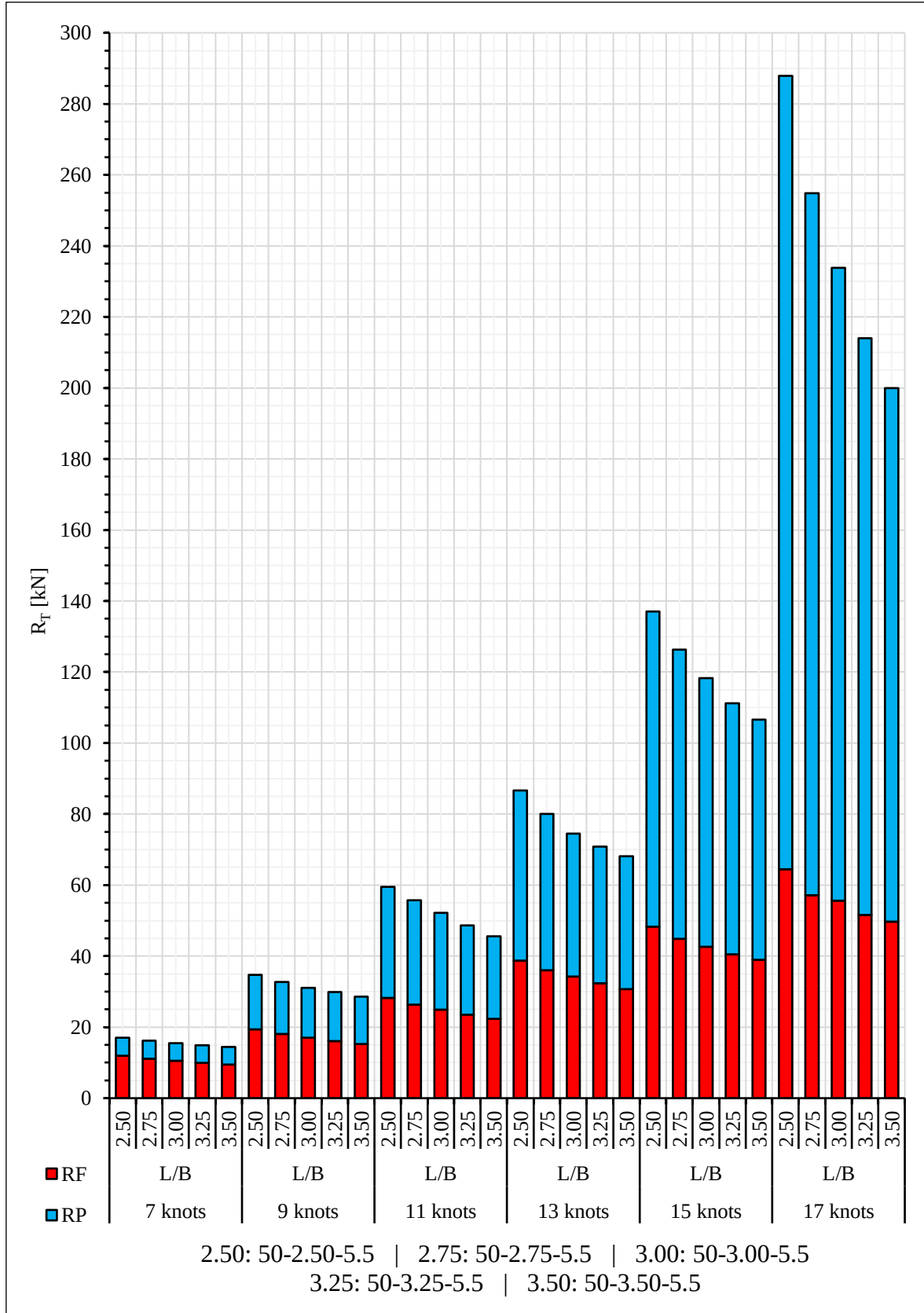
Şekil 3.33. 50-2.50-4.0, 50-2.75-4.0, 50-3.00-4.0, 50-3.25-4.0 ve 50-3.50-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (R_F), basınç direnci (R_P) ve toplam direnç (R_T) değerleri



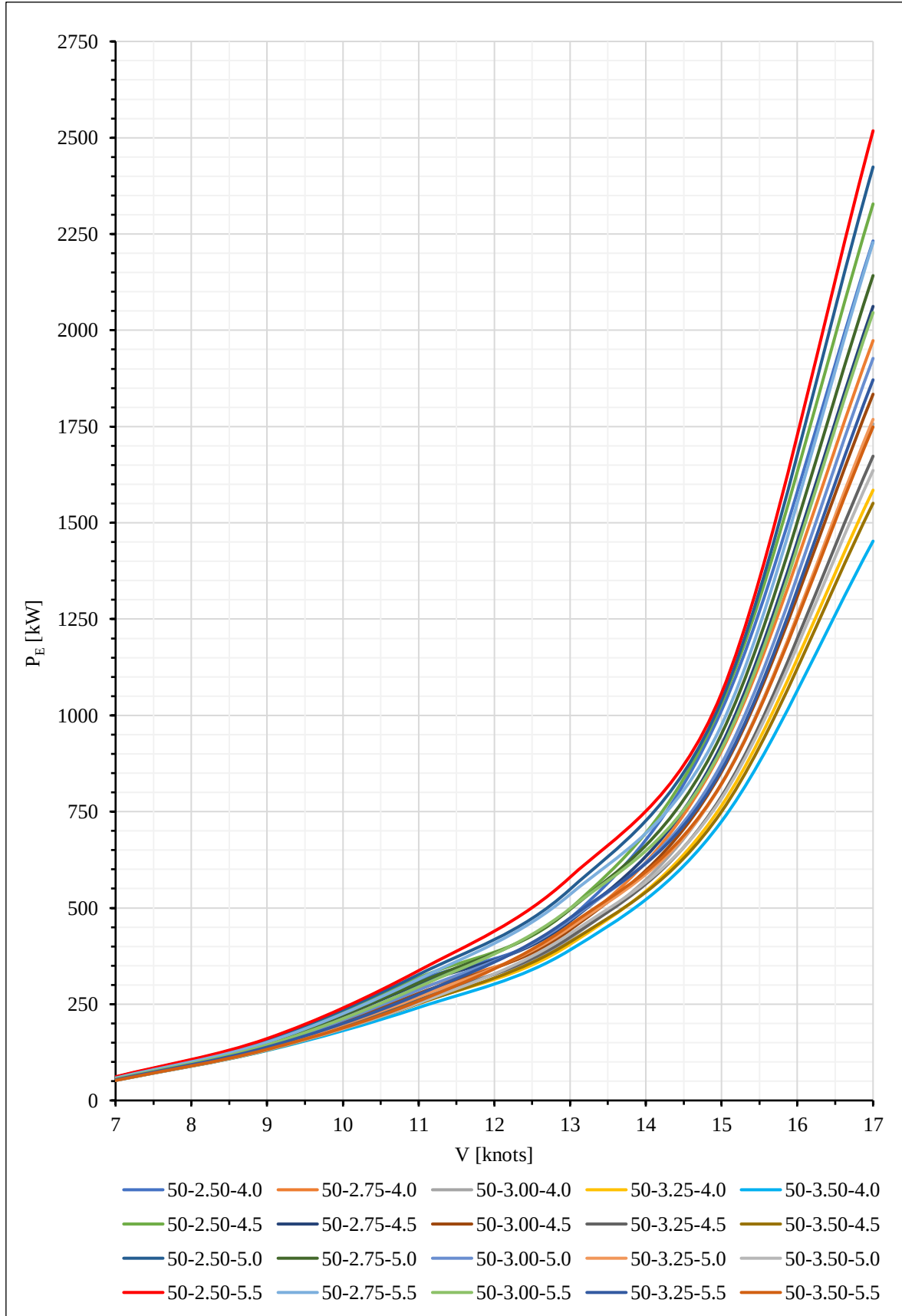
Şekil 3.34. 50-2.50-4.5, 50-2.75-4.5, 50-3.00-4.5, 50-3.25-4.5 ve 50-3.50-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



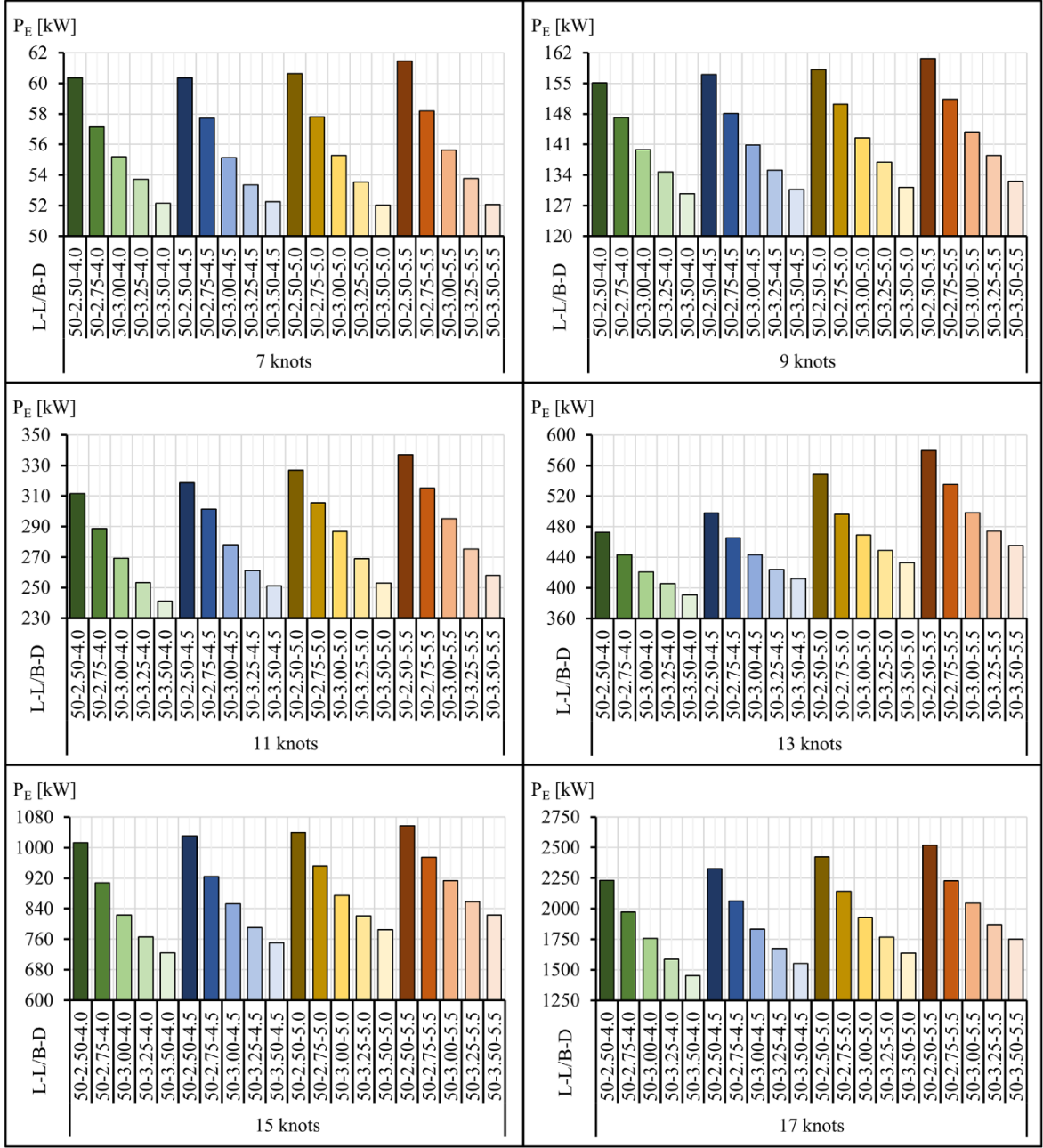
Şekil 3.35. 50-2.50-5.0, 50-2.75-5.0, 50-3.00-5.0, 50-3.25-5.0 ve 50-3.50-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



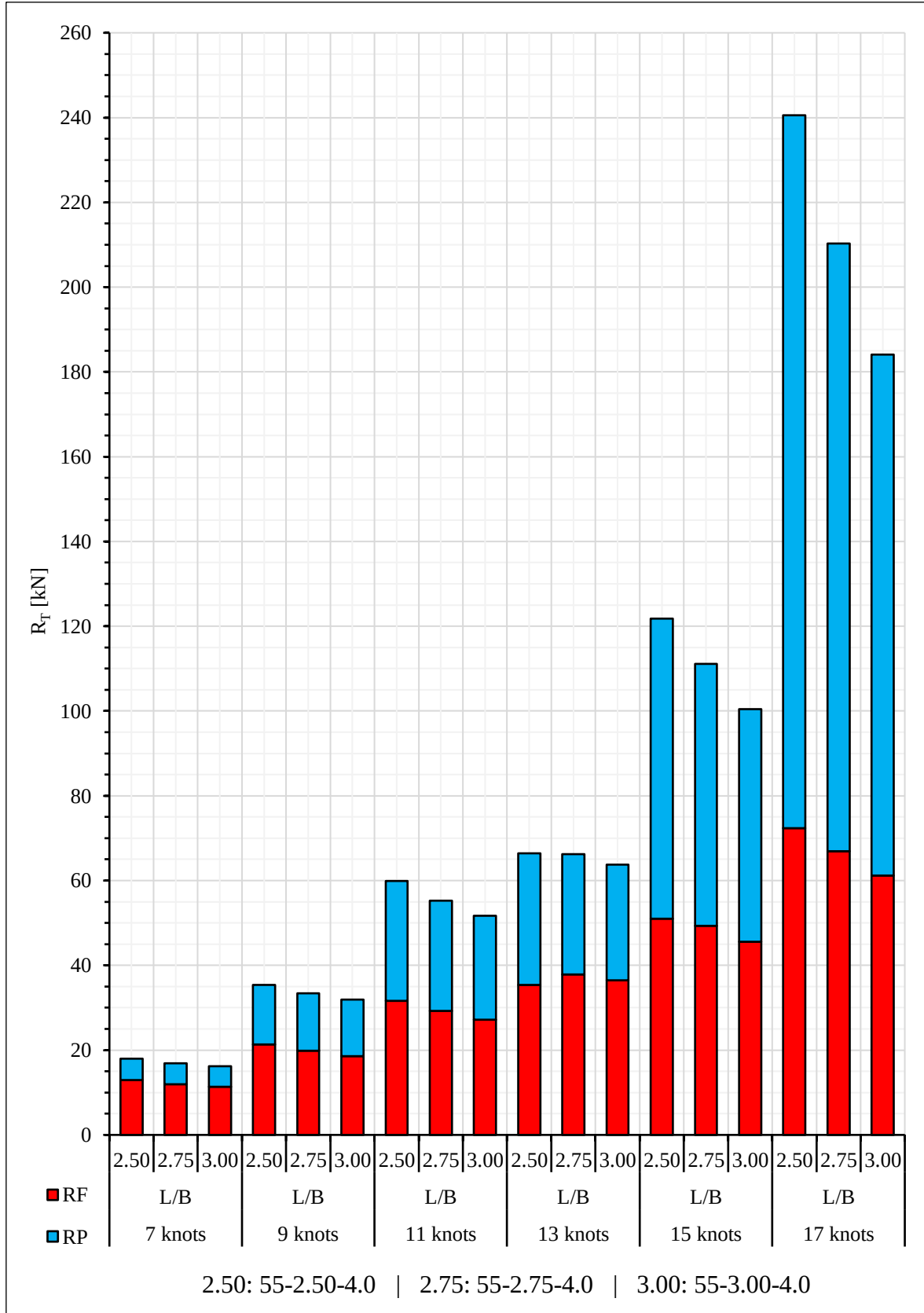
Şekil 3.36. 50-2.50-5.5, 50-2.75-5.5, 50-3.00-5.5, 50-3.25-5.5 ve 50-3.50-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



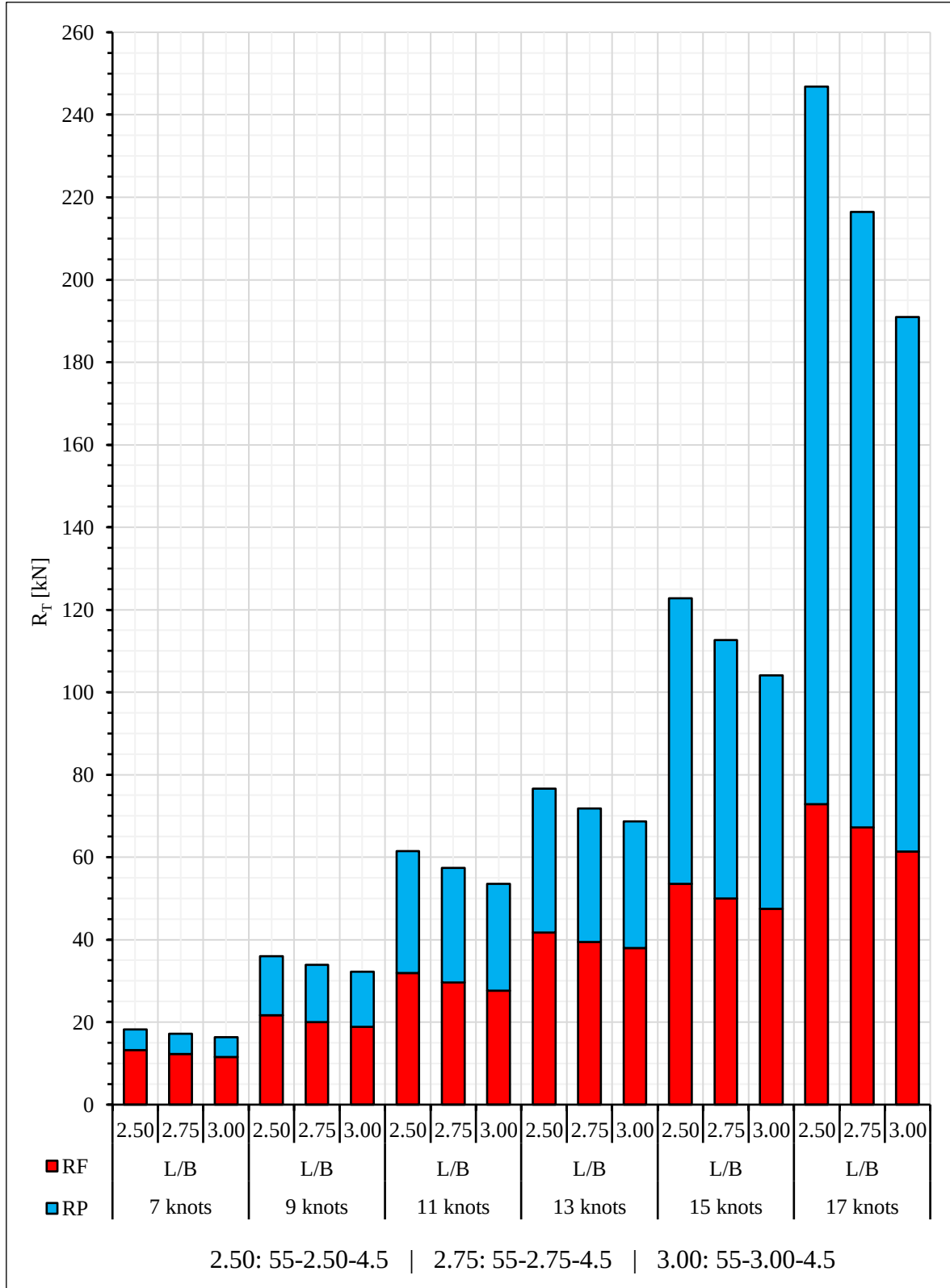
Şekil 3.37. Tam boyu 50 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması



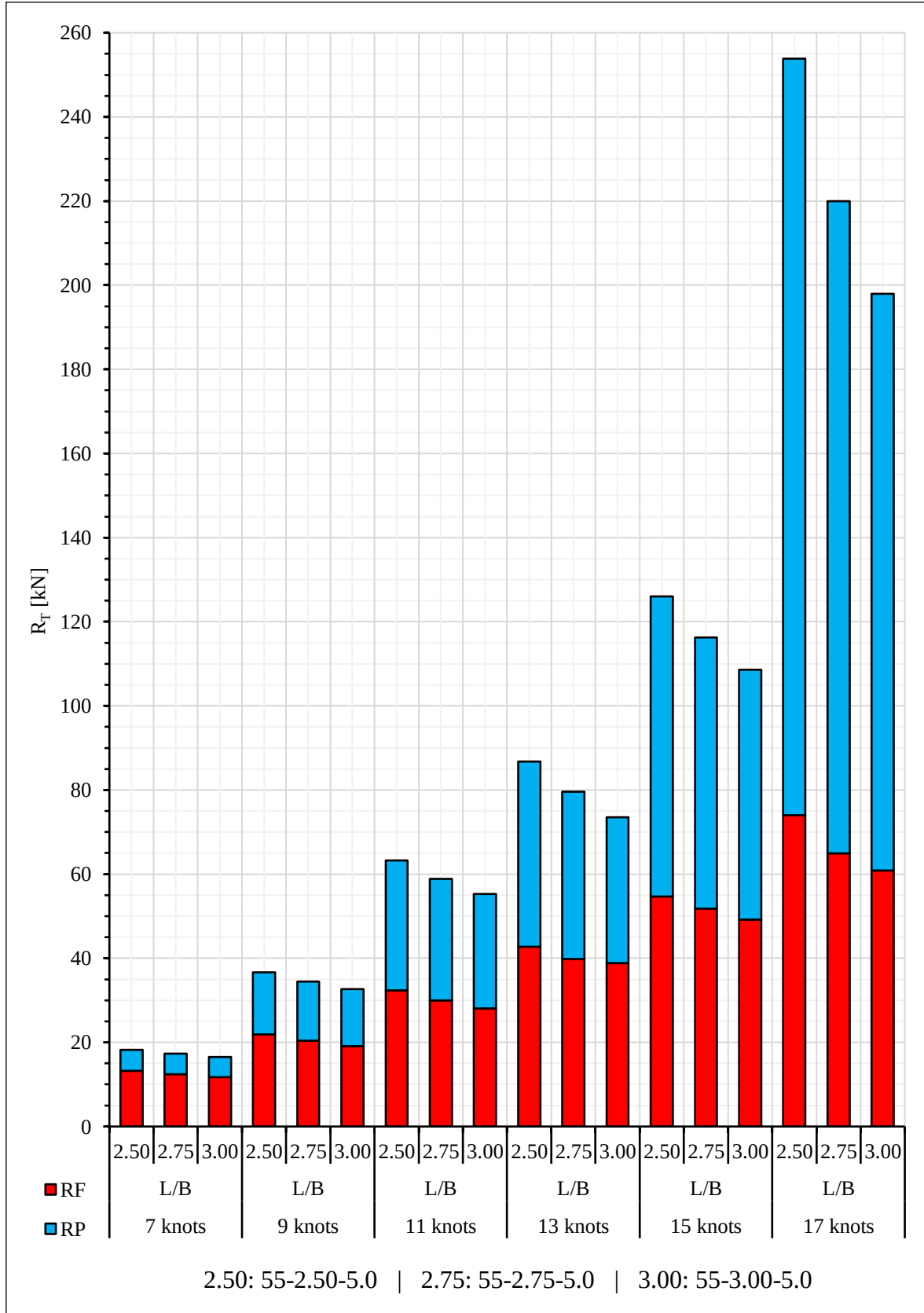
Şekil 3.38. Tam boyu 50 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri



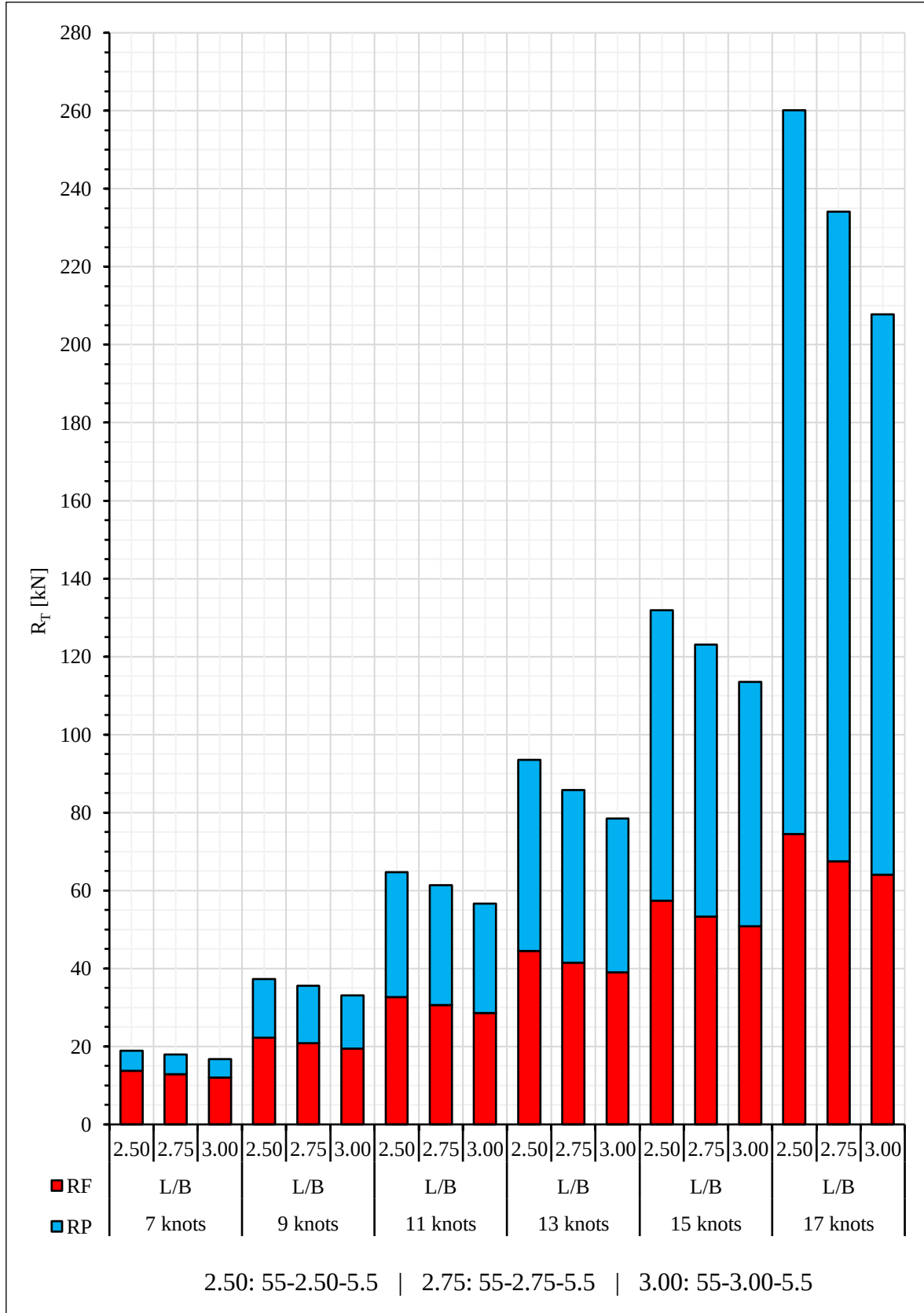
Şekil 3.39. 55-2.50-4.0, 55-2.75-4.0 ve 55-3.00-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



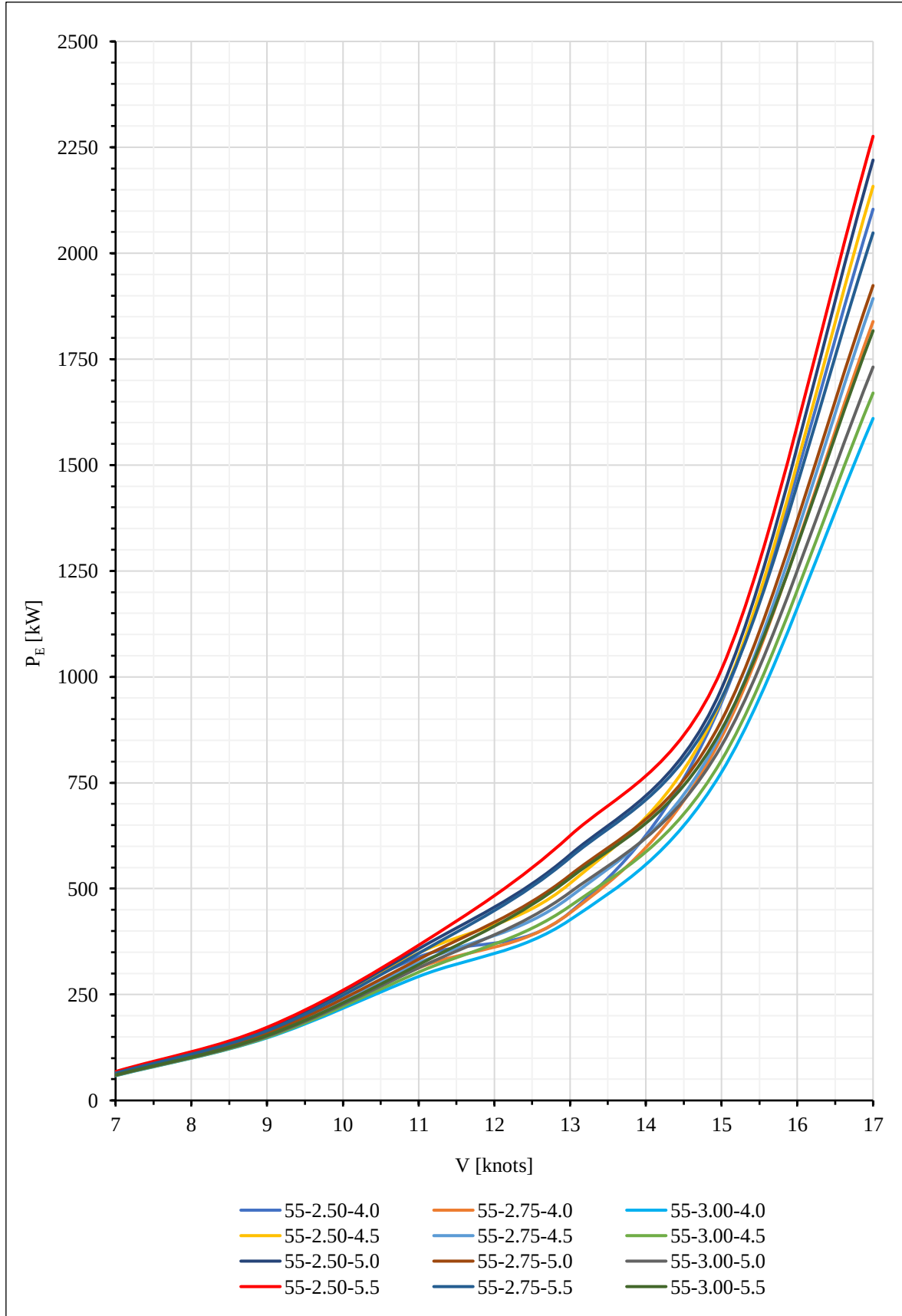
Şekil 3.40. 55-2.50-4.5, 55-2.75-4.5 ve 55-3.00-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



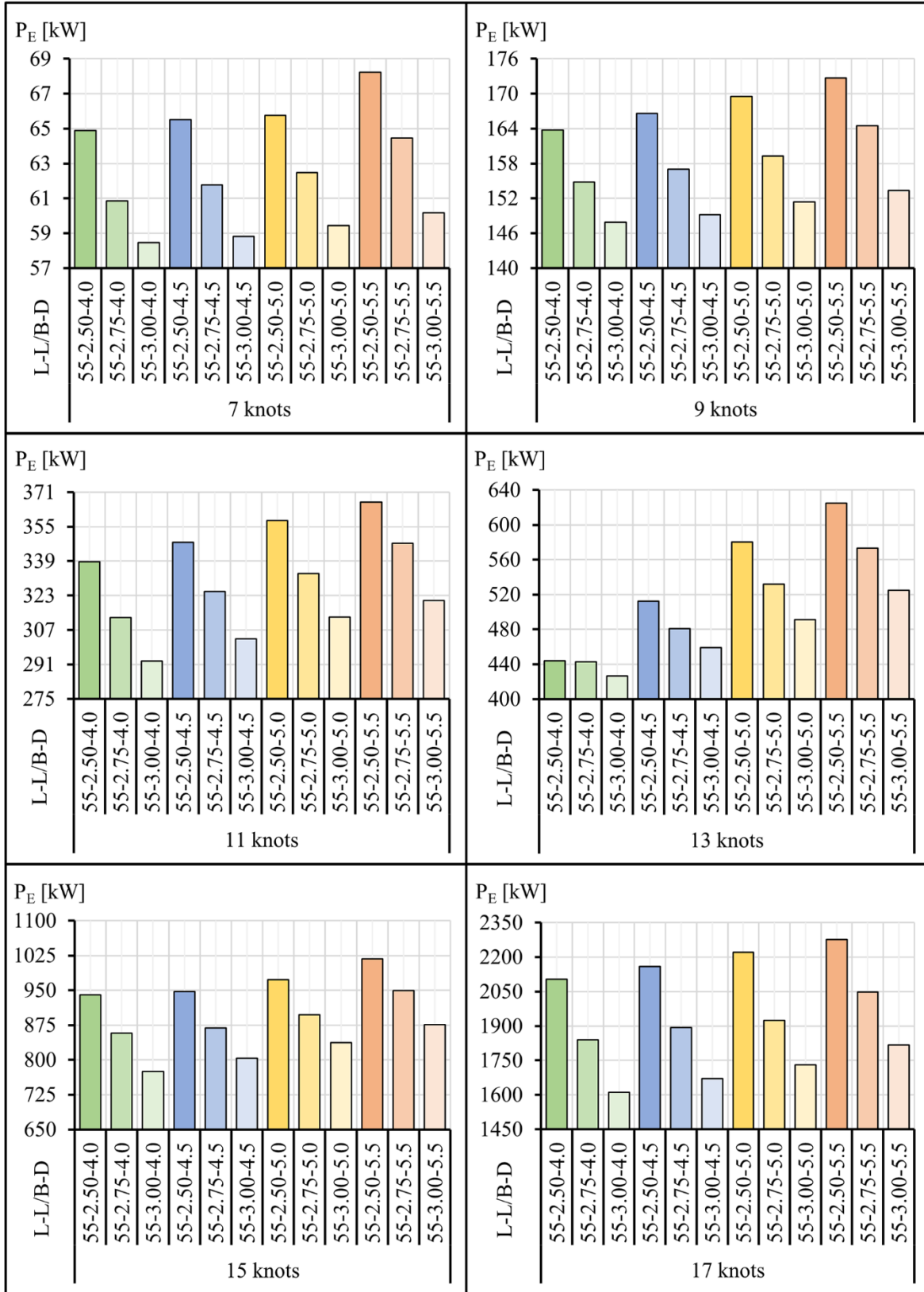
Şekil 3.41. 55-2.50-5.0, 55-2.75-5.0 ve 55-3.00-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



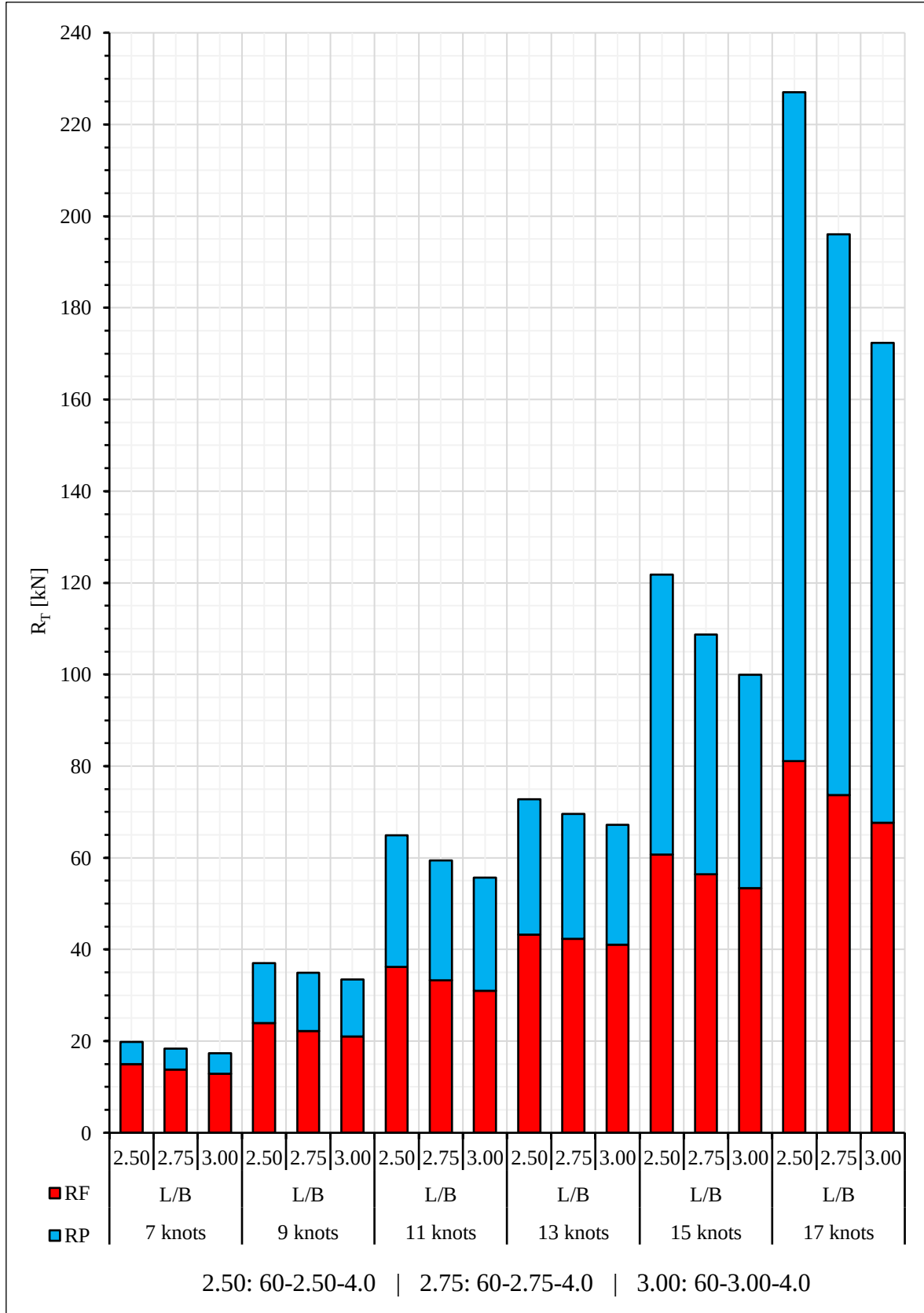
Şekil 3.42. 55-2.50-5.5, 55-2.75-5.5 ve 55-3.00-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



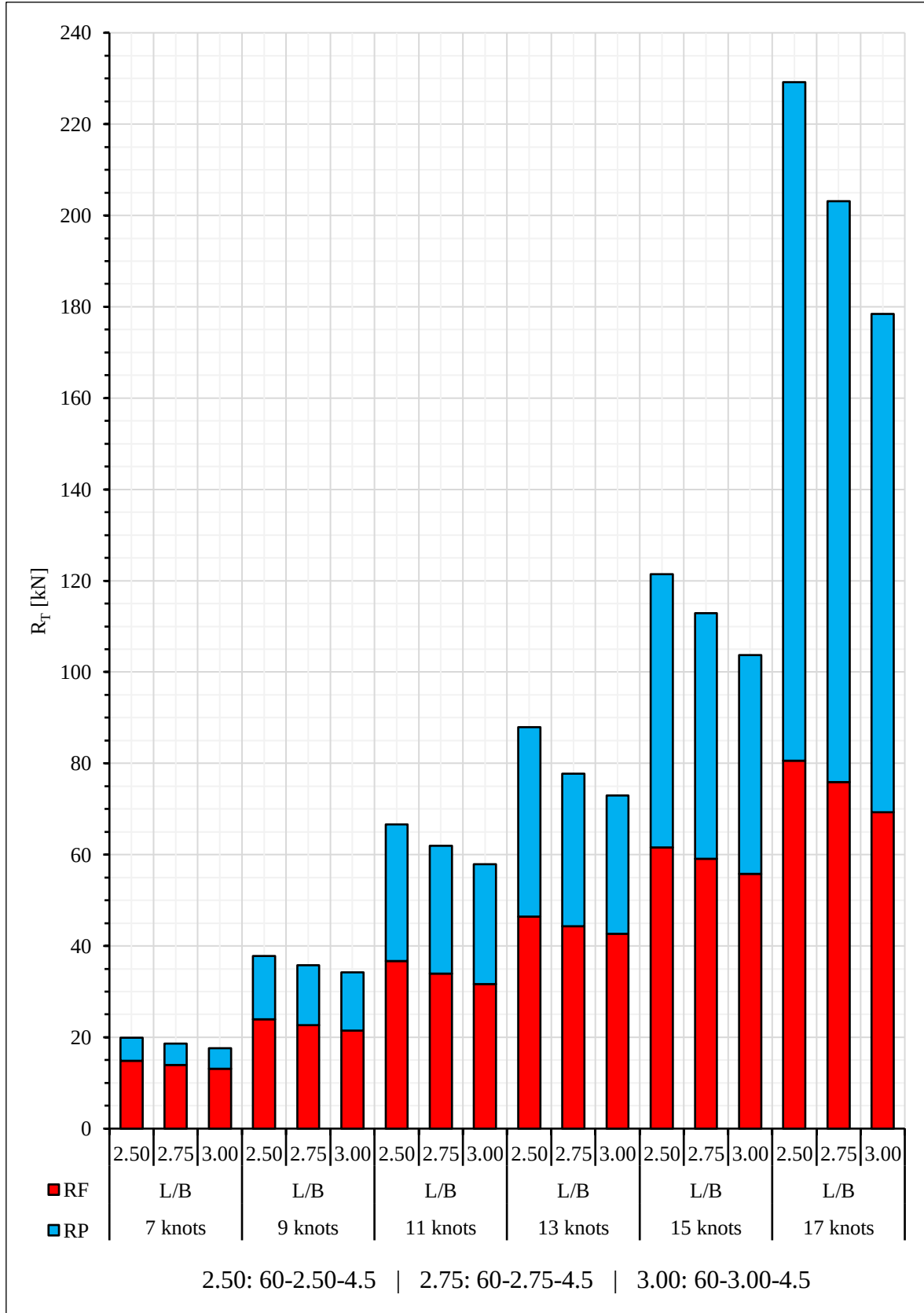
Şekil 3.43. Tam boyu 55 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması



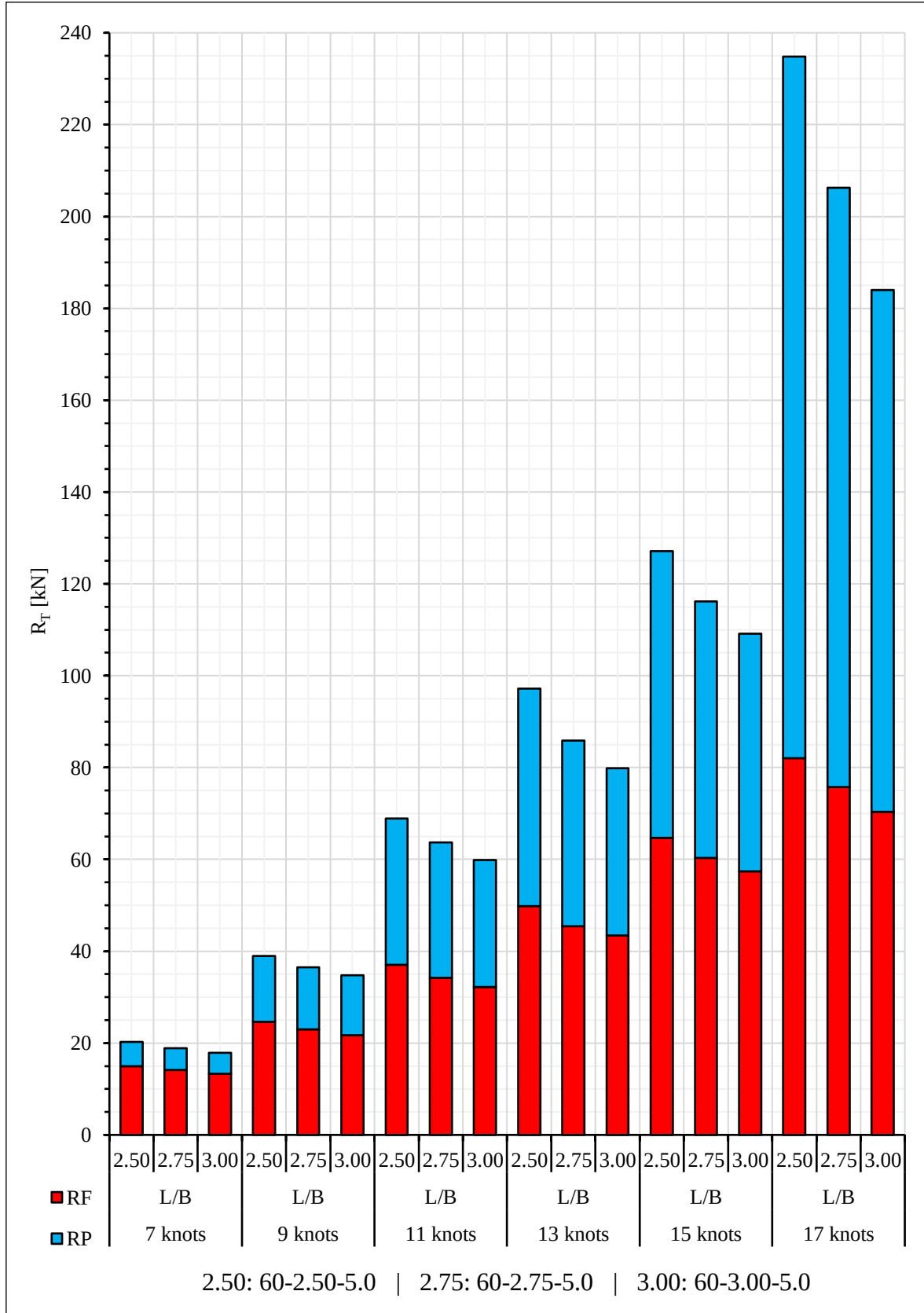
Şekil 3.44. Tam boyu 55 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri



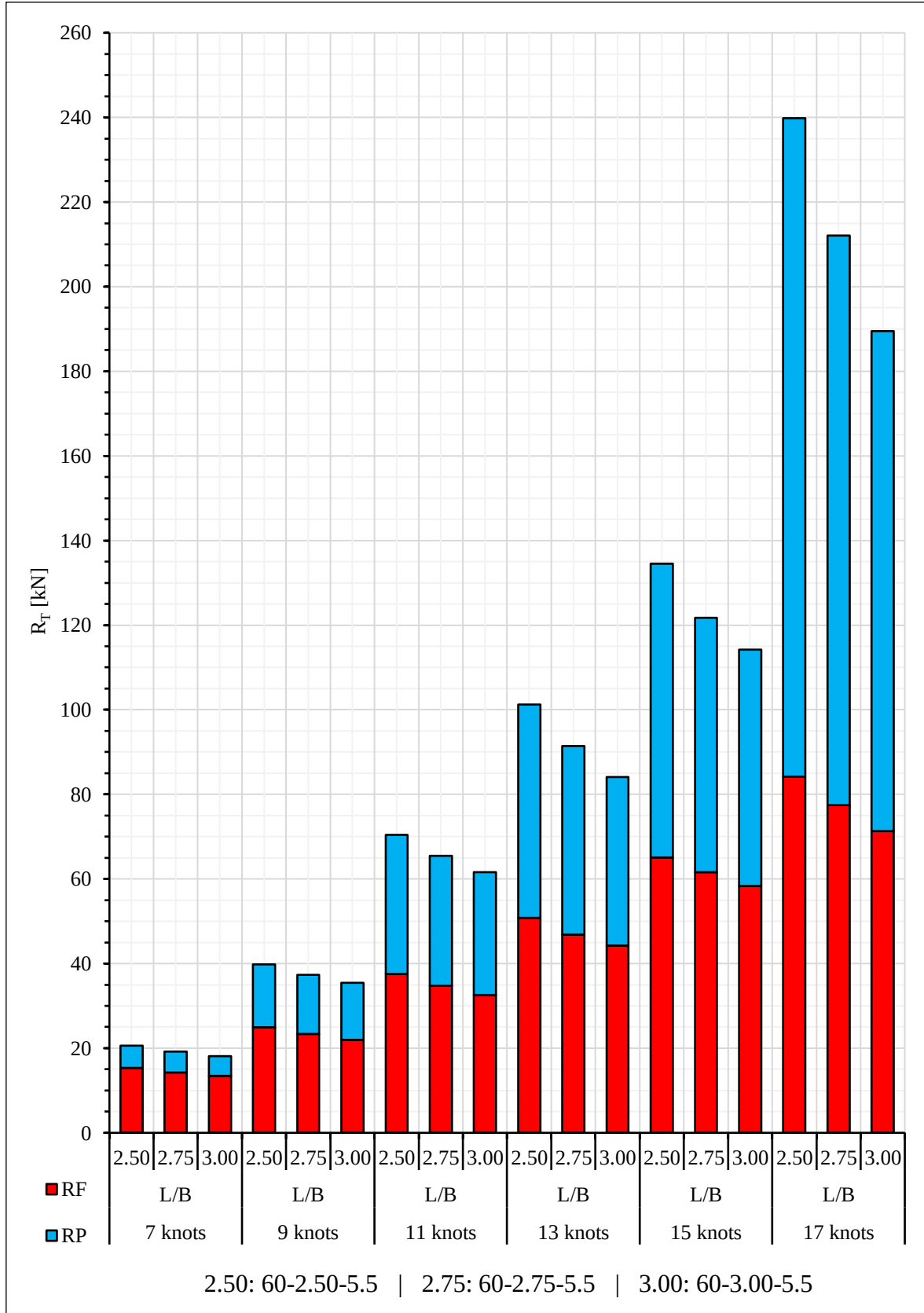
Şekil 3.45. 60-2.50-4.0, 60-2.75-4.0 ve 60-3.00-4.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



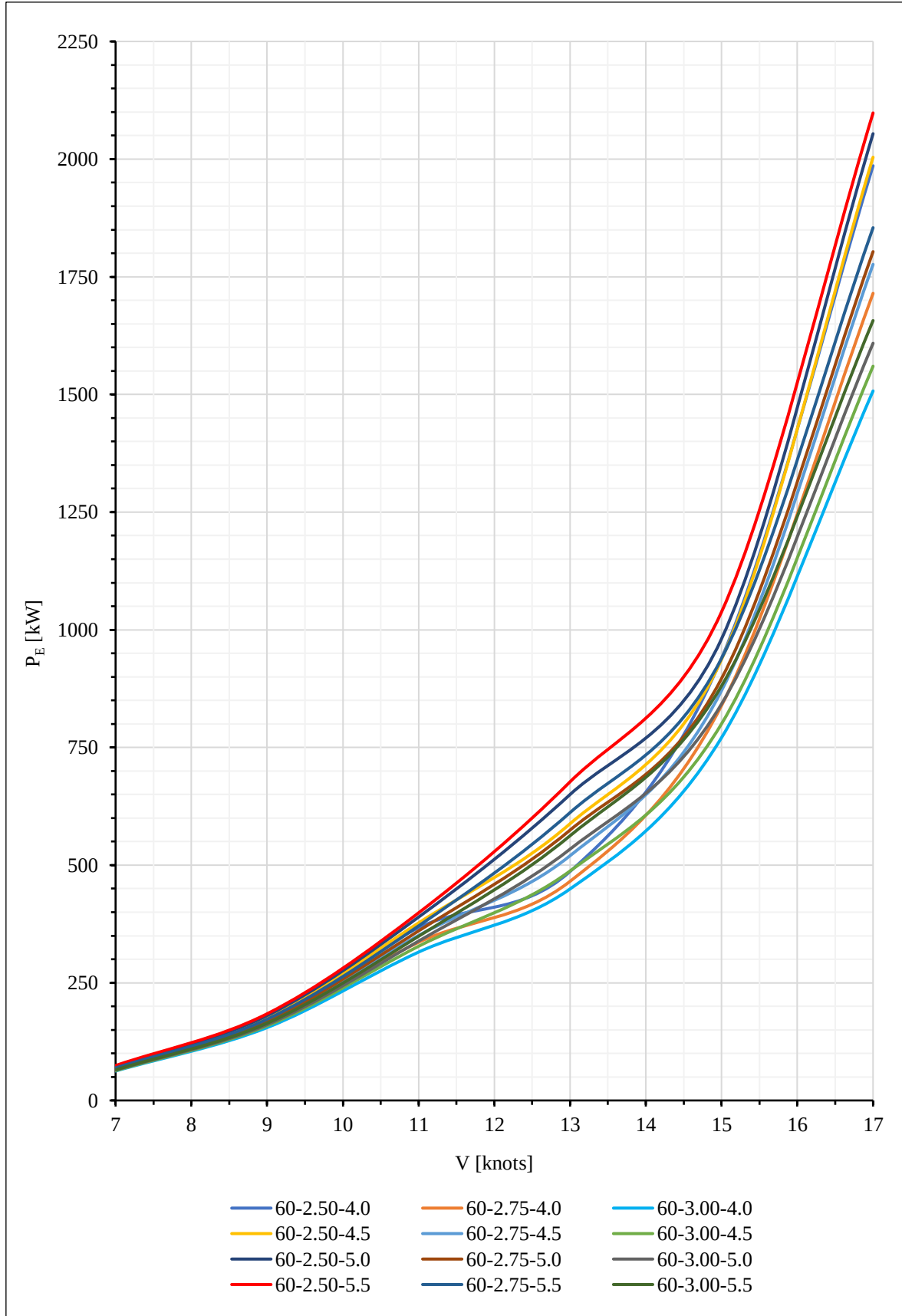
Şekil 3.46. 60-2.50-4.5, 60-2.75-4.5 ve 60-3.00-4.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



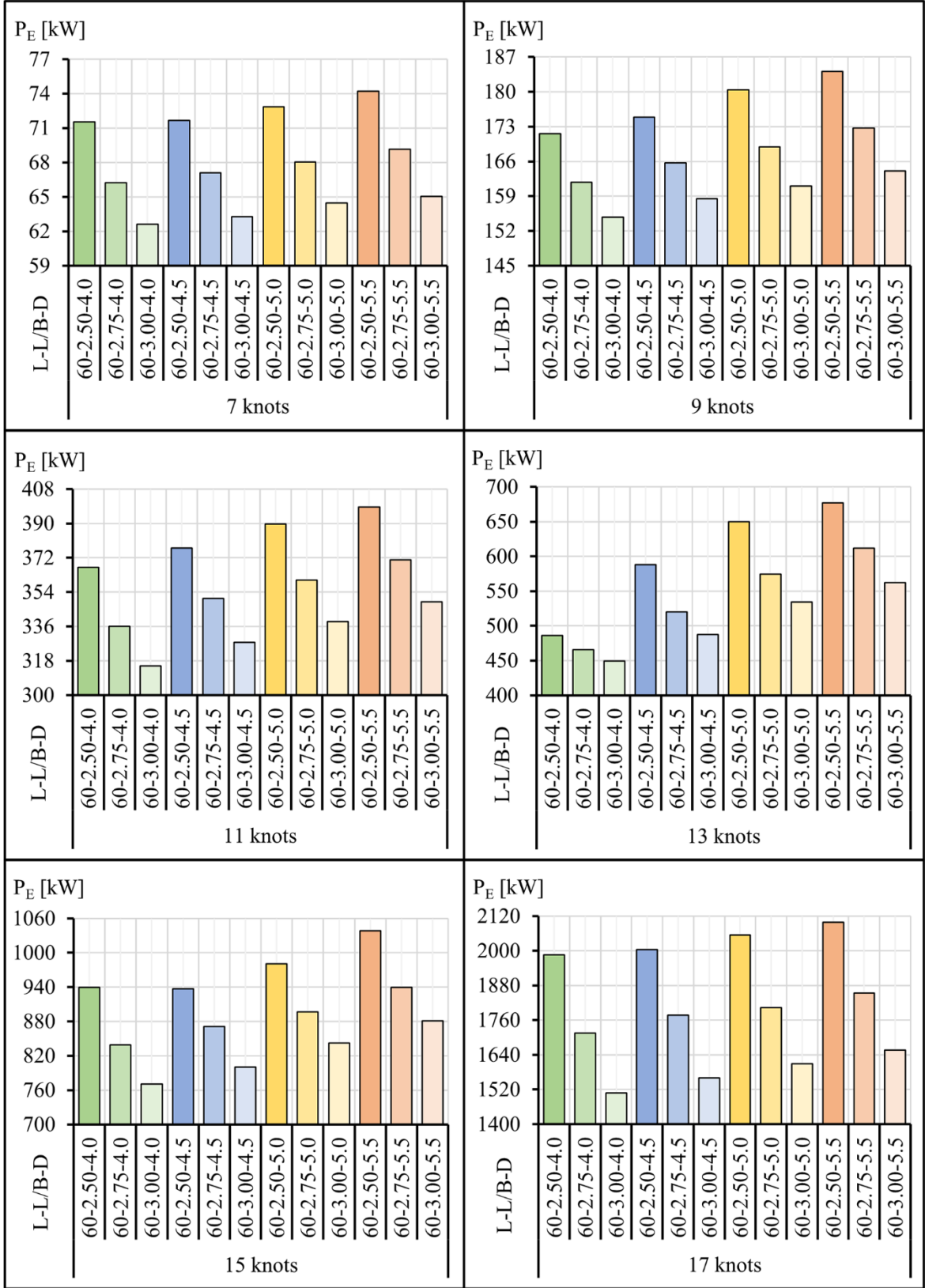
Şekil 3.47. 60-2.50-5.0, 60-2.75-5.0 ve 60-3.00-5.0 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



Şekil 3.48. 60-2.50-5.5, 60-2.75-5.5 ve 60-3.00-5.5 kodlu gemilerin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen sürtünme direnci (RF), basınç direnci (RP) ve toplam direnç (R_T) değerleri



Şekil 3.49. Tam boyu 60 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 3.50. Tam boyu 60 metre olan formların hıza göre efektif güç (P_E) değerleri

3.3.2. Sistematik Olarak Üretilen KTBG Formlarının Balık Taşıma Hacimlerine Göre Sınıflandırılması

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların (Tablo 2.13) balık taşıma hacimlerine göre sınıflandırılması Tablo 3.12’de verilmiştir. Tabloda verilen toplam balık ambarı hacmi değerleri Denklem (2.8)’e göre hesaplanmıştır. Ortalama toplam ana makine gücü değerleri ise 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hız değerlerinde hesaplanan toplam ana makine gücü değerlerinin aritmetik ortalamalarıdır.

501-600 m³ arası, 601-700 m³ arası, 701-800 m³ arası, 801-900 m³ arası, 901-1000 m³ arası, 1001-1100 m³ arası, 1101-1200 m³ arası, 1201-1300 m³ arası, 1301-1400 m³ arası, 1401-1500 m³ arası ve 1501 m³’ten fazla balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine gücü değerlerinin karşılaştırılması sırasıyla Şekil 3.51, Şekil 3.52, Şekil 3.53, Şekil 3.54, Şekil 3.55, Şekil 3.56, Şekil 3.57, Şekil 3.58, Şekil 3.59, Şekil 3.60 ve Şekil 3.61’de gösterilmiştir.

Tablo 3.12 ve Şekil 3.51’de görüldüğü üzere, 501-600 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 40-3.00-4.5 (2471 HP), 40-2.75-4.0 (2512 HP), 40-3.00-5.0 (2598 HP), 40-2.75-4.5 (2658 HP) ve 40-2.50-4.0 (2743 HP).

Tablo 3.12 ve Şekil 3.52’de görüldüğü üzere, 601-700 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 50-3.50-4.0 (1671 HP), 50-3.25-4.0 (1787 HP), 45-3.00-4.0 (2092 HP), 45-3.00-4.5 (2190 HP), 45-2.75-4.0 (2288 HP), 40-3.00-5.5 (2719 HP), 40-2.75-5.0 (2788 HP) ve 40-2.50-4.5 (2886 HP).

Tablo 3.12 ve Şekil 3.53’te görüldüğü üzere, 701-800 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 50-3.50-4.5 (1758 HP), 50-3.50-5.0 (1838 HP), 50-3.25-4.5 (1864 HP), 50-3.00-4.0 (1936 HP), 45-3.00-5.0 (2298 HP), 45-2.75-4.5 (2386 HP), 45-2.50-4.0 (2523 HP), 40-2.75-5.5 (2910 HP), 40-2.50-5.0 (3016 HP) ve 40-2.50-5.5 (3152 HP).

Tablo 3.12 ve Şekil 3.54’te görüldüğü üzere, 801-900 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 50-3.50-5.5 (1939 HP), 50-3.25-5.0 (1955 HP), 50-3.00-4.5 (2014 HP), 50-2.75-4.0 (2133 HP), 50-2.50-4.0 (2371 HP), 45-3.00-5.5 (2416 HP), 45-2.75-5.0 (2493 HP) ve 45-2.50-4.5 (2626 HP).

Tablo 3.12 ve Şekil 3.55'te görüldüğü üzere, 901-1000 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 55-3.00-4.0 (1850 HP), 55-2.75-4.0 (2049 HP), 50-3.25-5.5 (2051 HP), 50-3.00-5.0 (2098 HP), 50-2.75-4.5 (2212 HP), 45-2.75-5.5 (2607 HP) 45-2.50-5.0 (2729 HP) ve 45-2.50-5.5 (2840 HP).

Tablo 3.12 ve Şekil 3.56'da görüldüğü üzere, 1001-1100 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 60-3.00-4.0 (1822 HP), 55-3.00-4.5 (1924 HP), 50-3.00-5.5 (2208 HP), 55-2.50-4.0 (2266 HP), 50-2.75-5.0 (2293 HP) ve 50-2.50-4.5 (2454 HP).

Tablo 3.12 ve Şekil 3.57'de görüldüğü üzere, 1101-1200 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 60-2.75-4.0 (2002 HP), 55-3.00-5.0 (2003 HP), 55-2.75-4.5 (2116 HP), 50-2.75-5.5 (2382 HP) ve 50-2.50-5.0 (2546 HP).

Tablo 3.12 ve Şekil 3.58'de görüldüğü üzere, 1201-1300 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 60-3.00-4.5 (1898 HP), 55-3.00-5.5 (2096 HP), 55-2.75-5.0 (2183 HP), 60-2.50-4.0 (2247 HP), 55-2.50-4.5 (2345 HP) ve 50-2.50-5.5 (2634 HP).

Tablo 3.12 ve Şekil 3.59'da görüldüğü üzere, 1301-1400 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 60-3.00-5.0 (1983 HP), 60-2.75-4.5 (2096 HP), 55-2.75-5.5 (2317 HP) ve 55-2.50-5.0 (2439 HP).

Tablo 3.12 ve Şekil 3.60'ta görüldüğü üzere, 1401-1500 m³ arası balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 60-3.00-5.5 (2055 HP), 60-2.75-5.0 (2163 HP), 60-2.50-4.5 (2320 HP) ve 55-2.50-5.5 (2529 HP).

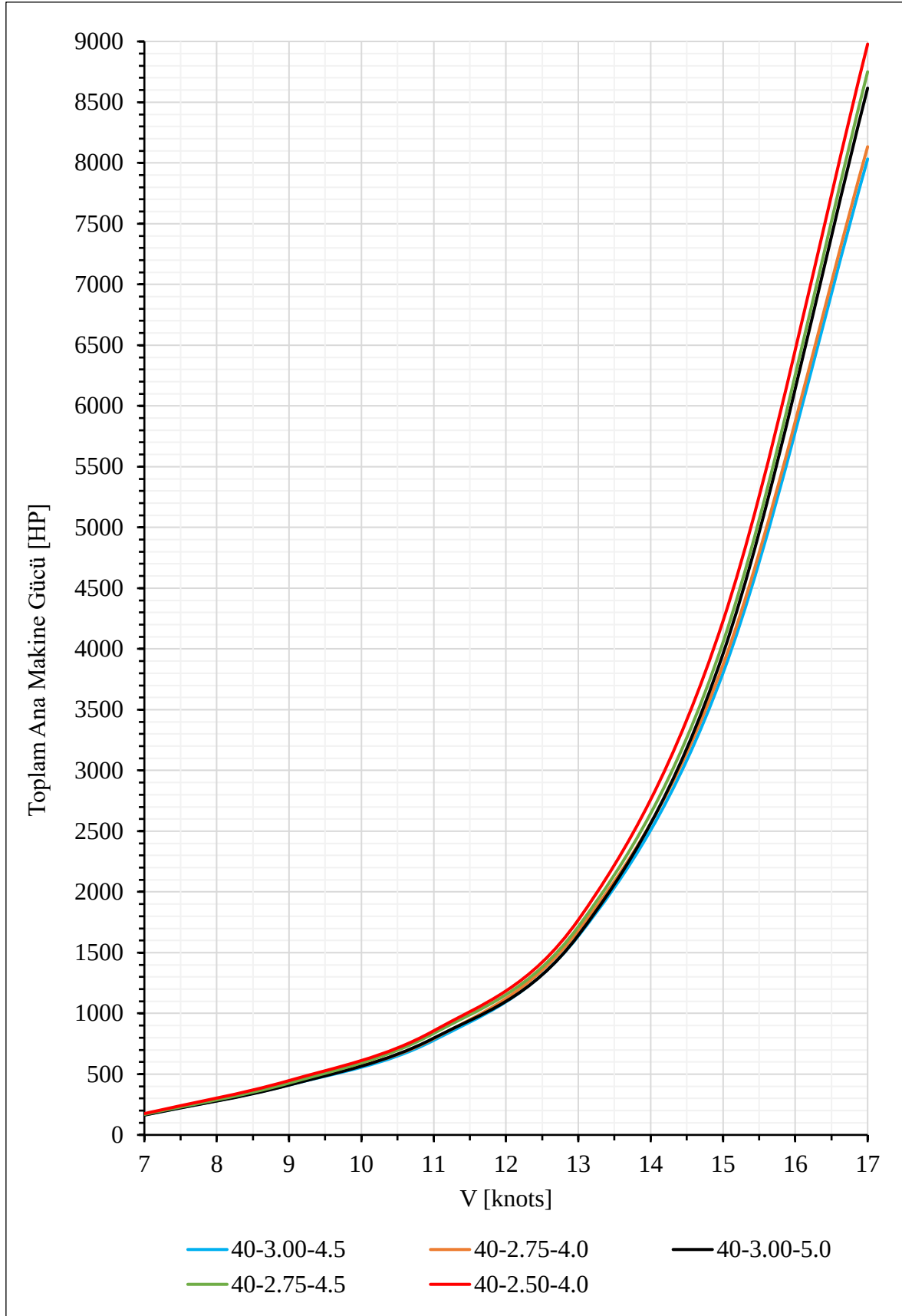
Tablo 3.12 ve Şekil 3.61'de görüldüğü üzere, 1501 m³'ten fazla balık taşıma hacmine sahip formların direnç açısından iyiden kötüye doğru sıralanışı ortalama toplam ana makine gücü değerlerine göre şöyledir: 60-2.75-5.5 (2245 HP), 60-2.50-5.0 (2418 HP) ve 60-2.50-5.5 (2498 HP).

Tablo 3.12. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların balık taşıma hacimlerine göre sınıflandırılması

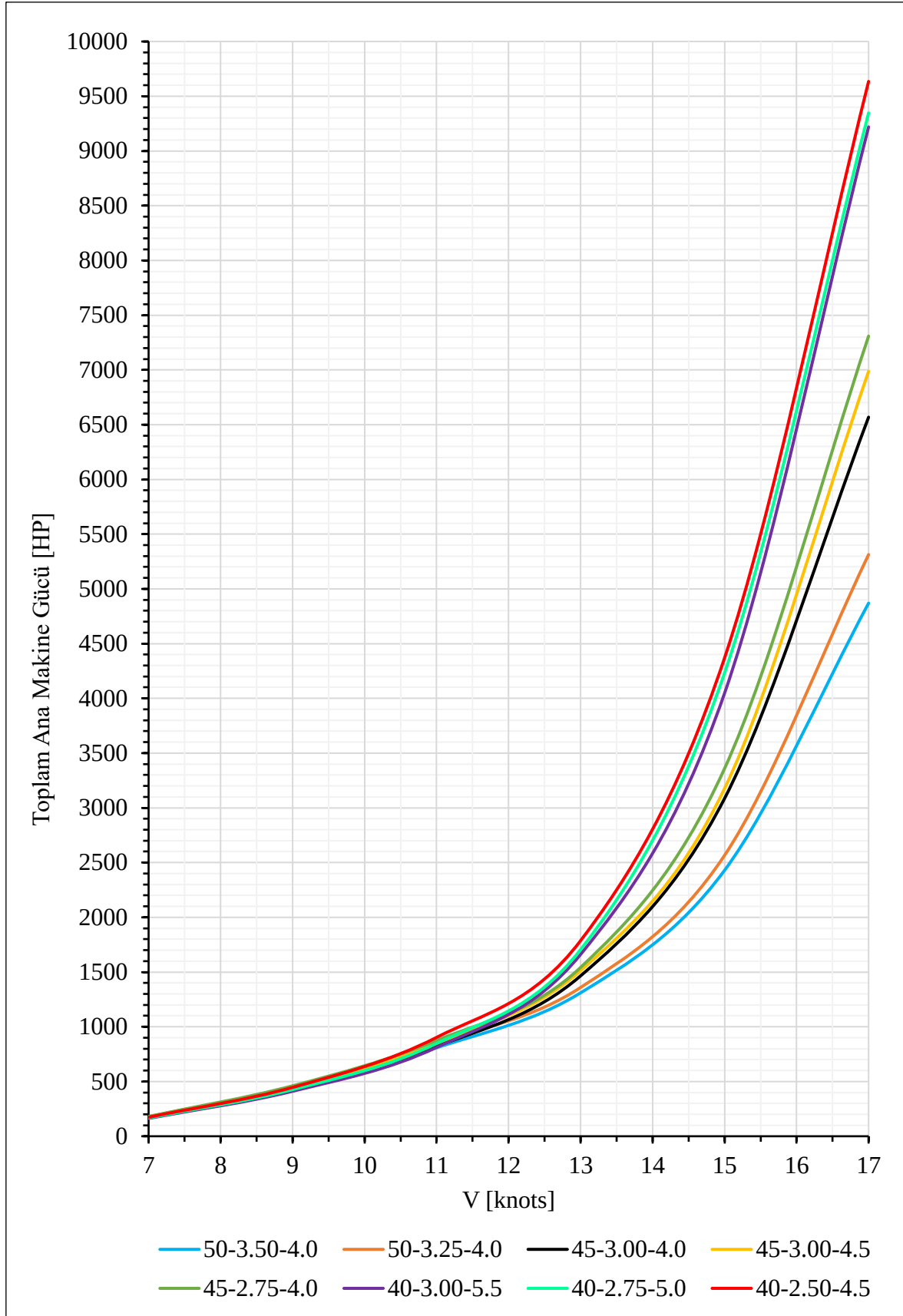
400-500 m ³	Gemi Kodu	40-3.00-4.0									
	Ambar Hacmi	478									
	BHP	2339 HP									
501-600 m ³	Gemi Kodu	40-3.00-4.5	40-2.75-4.0	40-3.00-5.0	40-2.75-4.5	40-2.50-4.0					
	Ambar Hacmi	538	521	597	586	573					
	BHP	2471	2512	2598	2658	2743					
601-700 m ³	Gemi Kodu	50-3.50-4.0	50-3.25-4.0	45-3.00-4.0	45-3.00-4.5	45-2.75-4.0	40-3.00-5.5	40-2.75-5.0	40-2.50-4.5		
	Ambar Hacmi	640	689	605	680	660	657	652	645		
	BHP	1671	1787	2092	2190	2288	2719	2788	2886		
701-800 m ³	Gemi Kodu	50-3.50-4.5	50-3.50-5.0	50-3.25-4.5	50-3.00-4.0	45-3.00-5.0	45-2.75-4.5	45-2.50-4.0	40-2.75-5.5	40-2.50-5.0	40-2.50-5.5
	Ambar Hacmi	720	800	775	747	756	742	726	717	717	788
	BHP	1758	1838	1864	1936	2298	2386	2523	2910	3016	3152
801-900 m ³	Gemi Kodu	50-3.50-5.5	50-3.25-5.0	50-3.00-4.5	50-2.75-4.0	50-2.50-4.0	45-3.00-5.5	45-2.75-5.0	45-2.50-4.5		
	Ambar Hacmi	880	862	840	815	896	832	825	816		
	BHP	1939	1955	2014	2133	2371	2416	2493	2626		
901-1000 m ³	Gemi Kodu	55-3.00-4.0	55-2.75-4.0	50-3.25-5.5	50-3.00-5.0	50-2.75-4.5	45-2.75-5.5	45-2.50-5.0	45-2.50-5.5		
	Ambar Hacmi	903	986	948	933	916	907	907	998		
	BHP	1850	2049	2051	2098	2212	2607	2729	2840		
1001-1100 m ³	Gemi Kodu	60-3.00-4.0	55-3.00-4.5	50-3.00-5.5	55-2.50-4.0	50-2.75-5.0	50-2.50-4.5				
	Ambar Hacmi	1075	1016	1027	1084	1018	1008				
	BHP	1822	1924	2208	2266	2293	2454				
1101-1200 m ³	Gemi Kodu	60-2.75-4.0	55-3.00-5.0	55-2.75-4.5	50-2.75-5.5	50-2.50-5.0					
	Ambar Hacmi	1173	1129	1109	1120	1120					
	BHP	2002	2003	2116	2382	2546					

Tablo 3.12'nin devamı

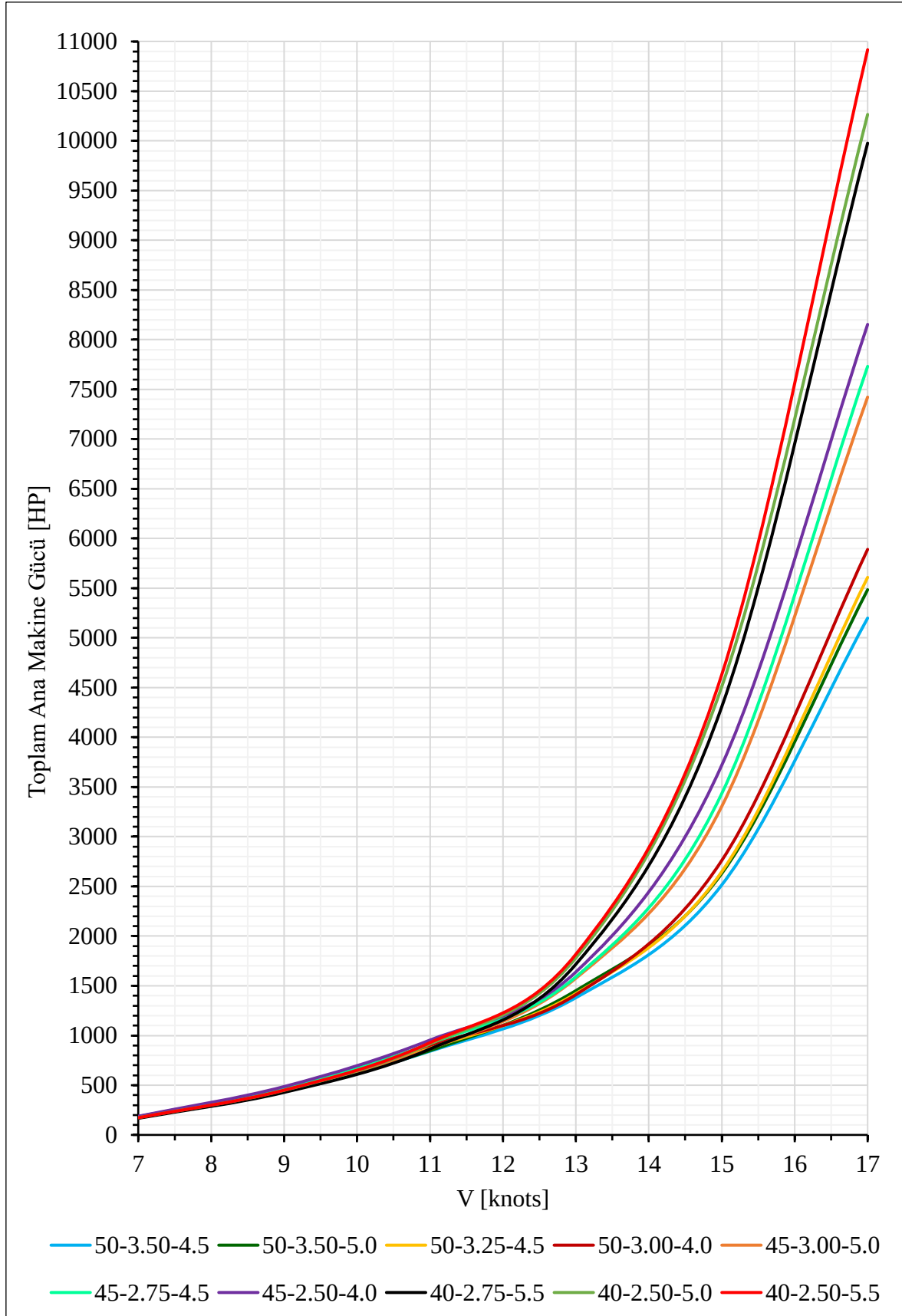
1201-1300 m ³	Gemi Kodu	60-3.00-4.5	55-3.00-5.5	55-2.75-5.0	60-2.50-4.0	55-2.50-4.5	50-2.50-5.5				
	Ambar Hacmi	1210	1242	1232	1290	1220	1232				
	BHP	1898	2096	2183	2247	2345	2634				
1301-1400 m ³	Gemi Kodu	60-3.00-5.0	60-2.75-4.5	55-2.75-5.5	55-2.50-5.0						
	Ambar Hacmi	1344	1320	1355	1355						
	BHP	1983	2096	2317	2439						
1401-1500 m ³	Gemi Kodu	60-3.00-5.5	60-2.75-5.0	60-2.50-4.5	55-2.50-5.5						
	Ambar Hacmi	1478	1466	1452	1491						
	BHP	2055	2163	2320	2529						
>1500 m ³	Gemi Kodu	60-2.75-5.5	60-2.50-5.0	60-2.50-5.5							
	Ambar Hacmi	1613	1613	1774							
	BHP	2245	2418	2498							



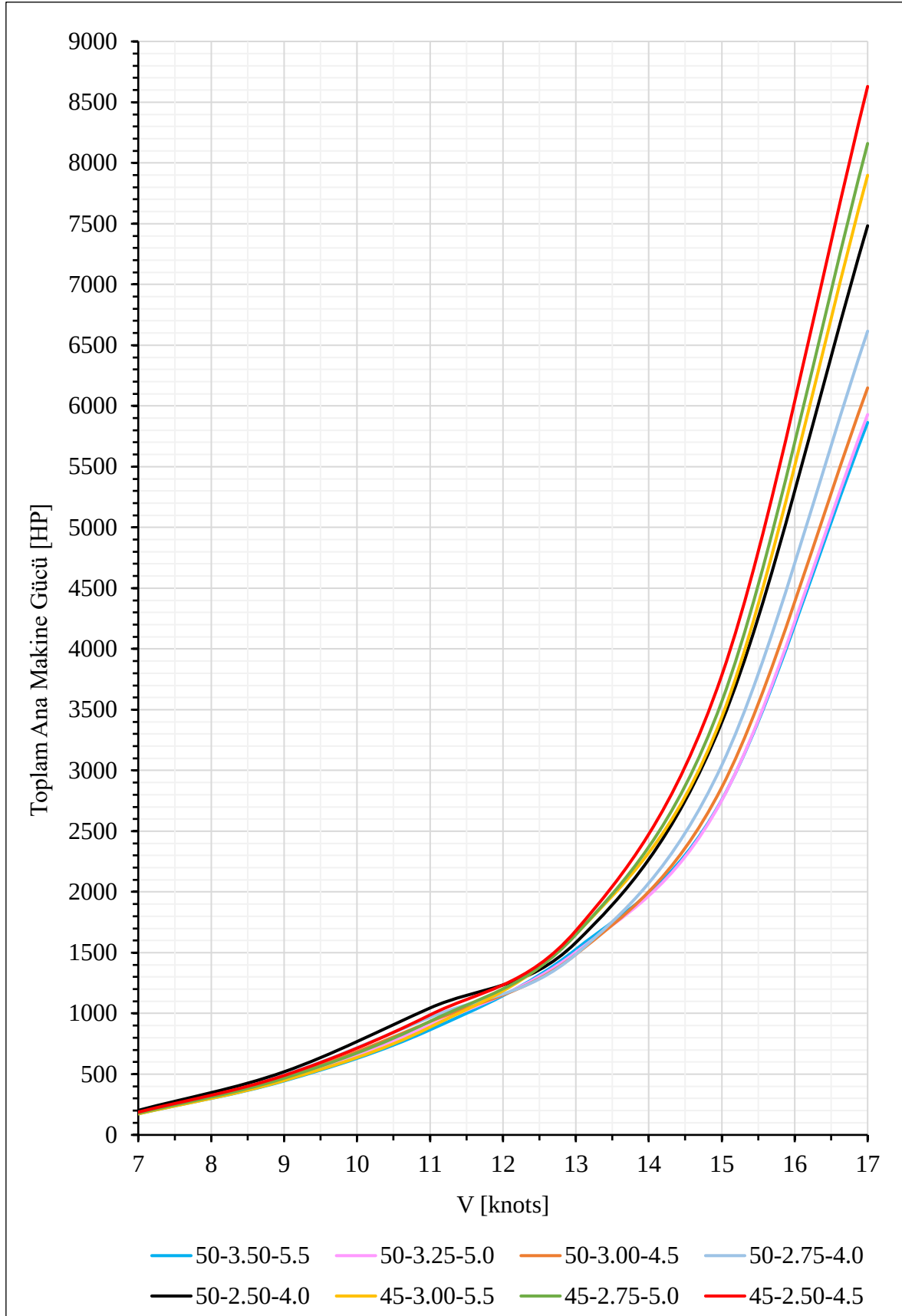
Şekil 3.51. 501-600 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



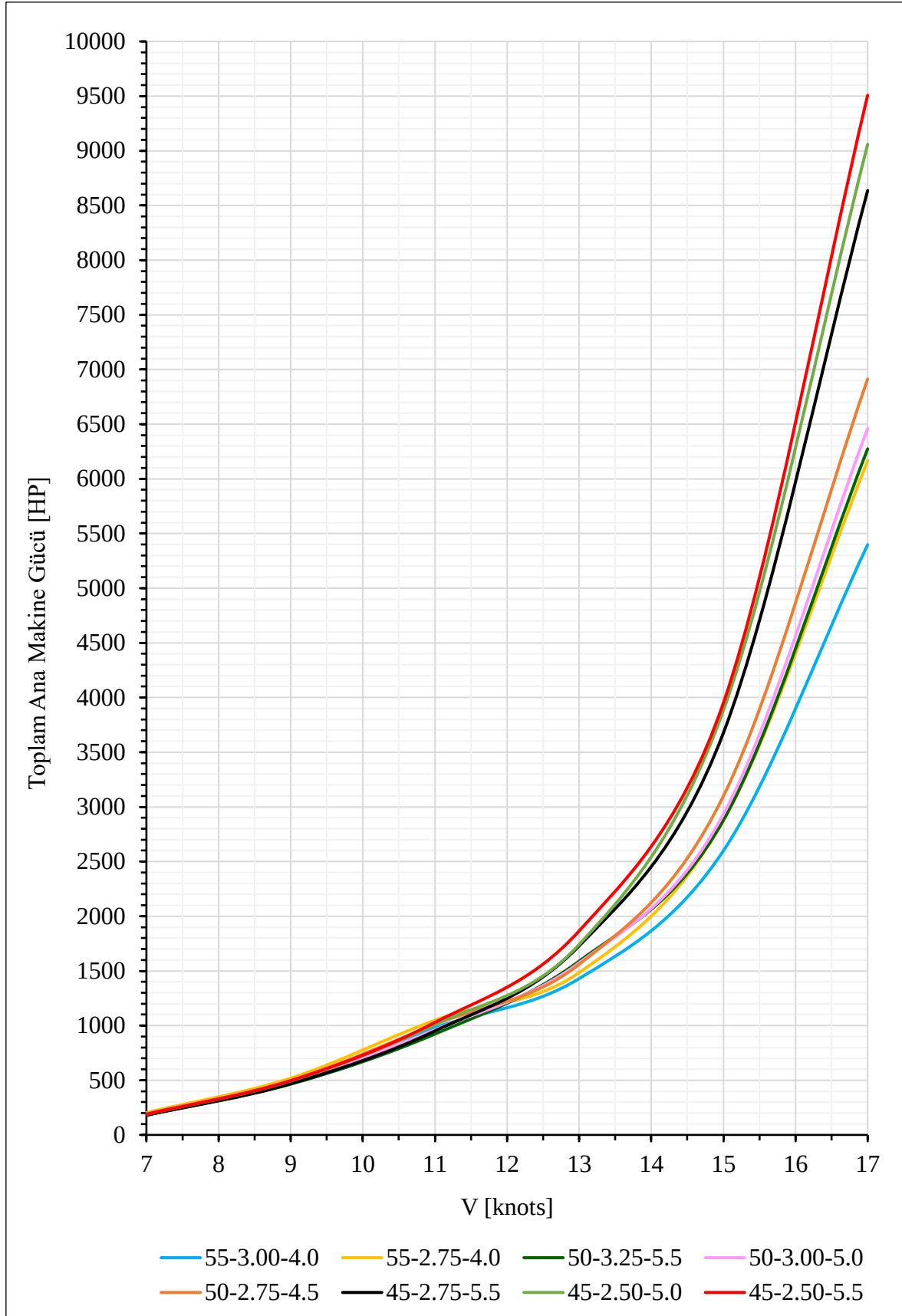
Şekil 3.52. 601-700 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



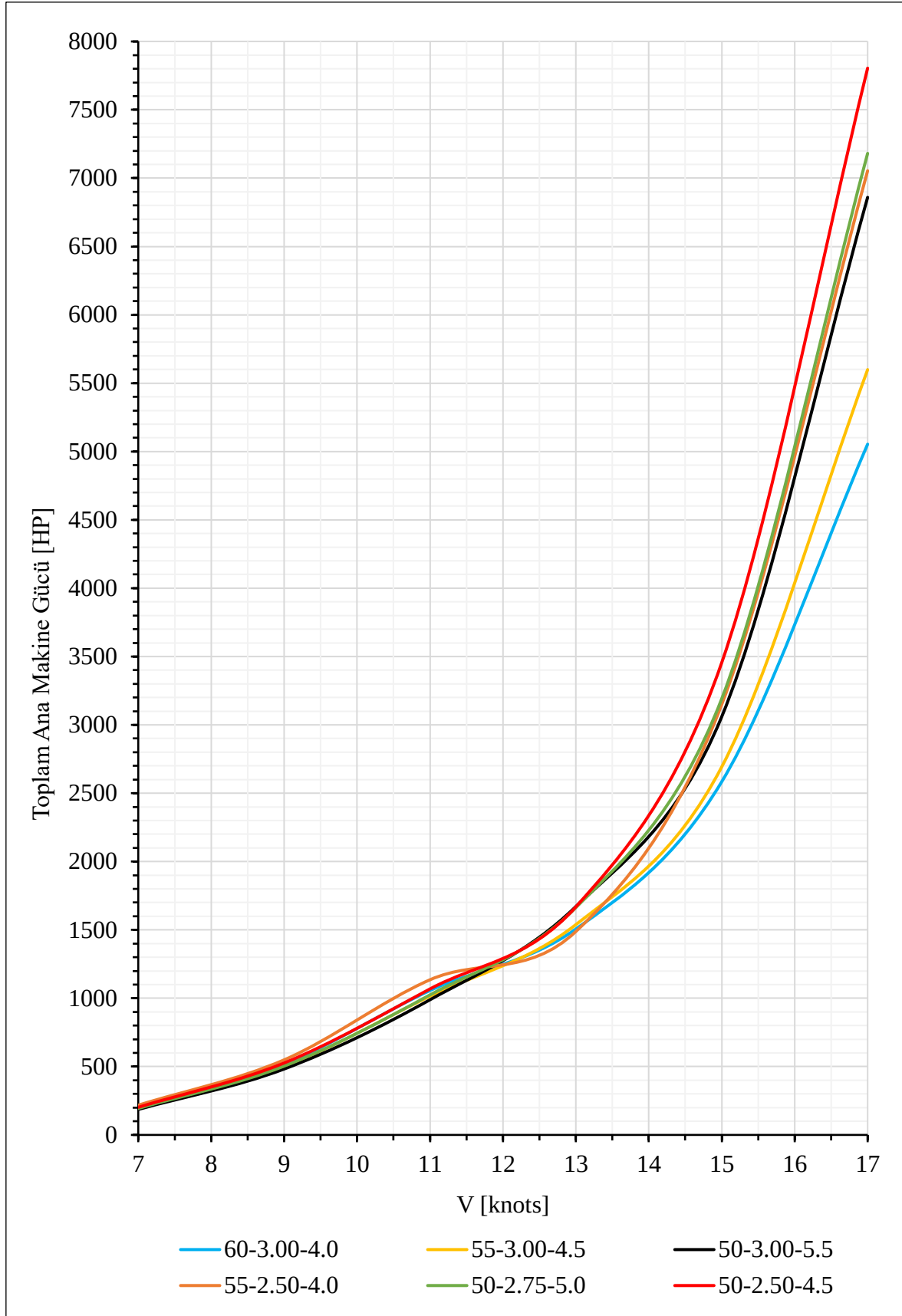
Şekil 3.53. 701-800 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



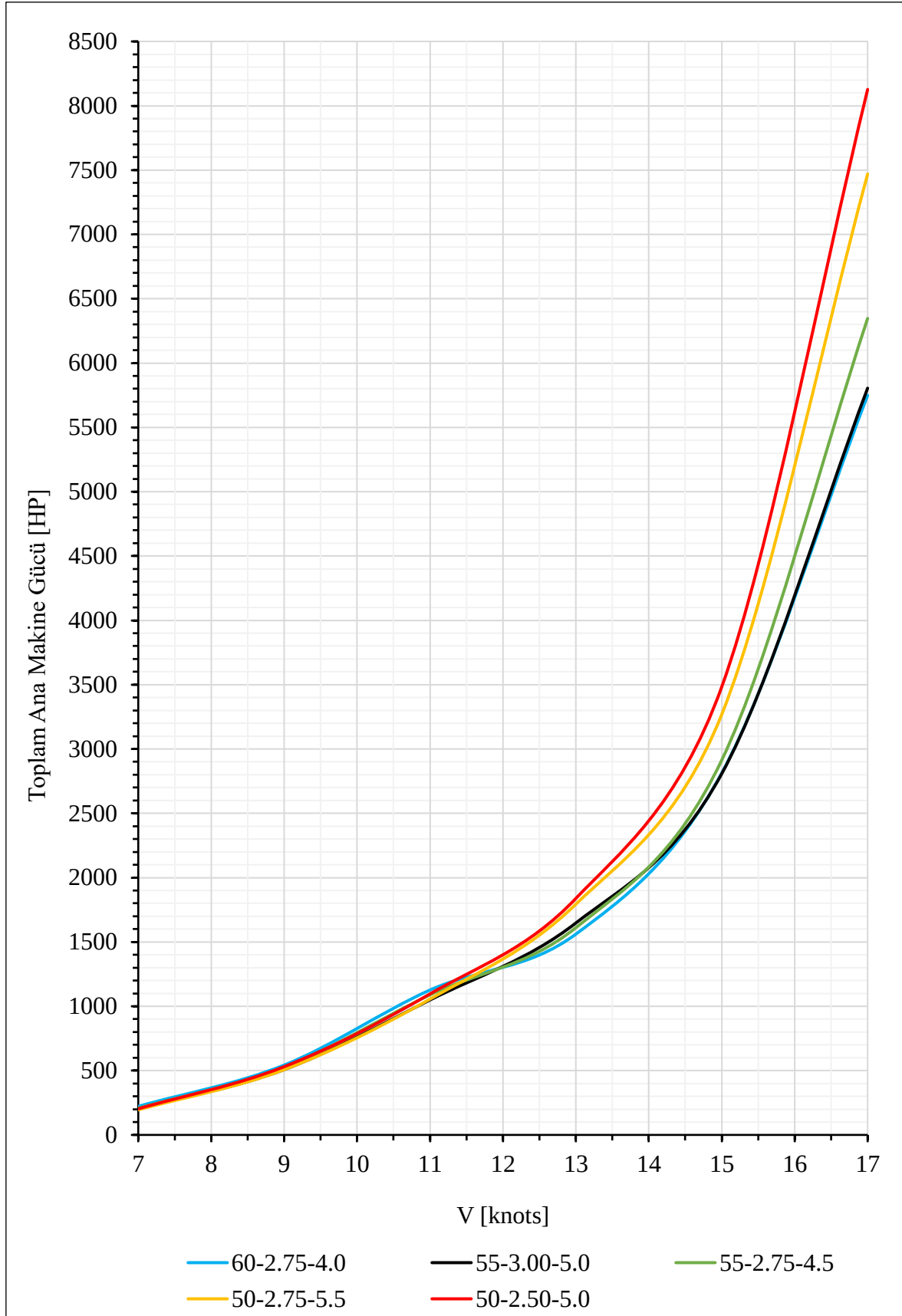
Şekil 3.54. 801-900 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



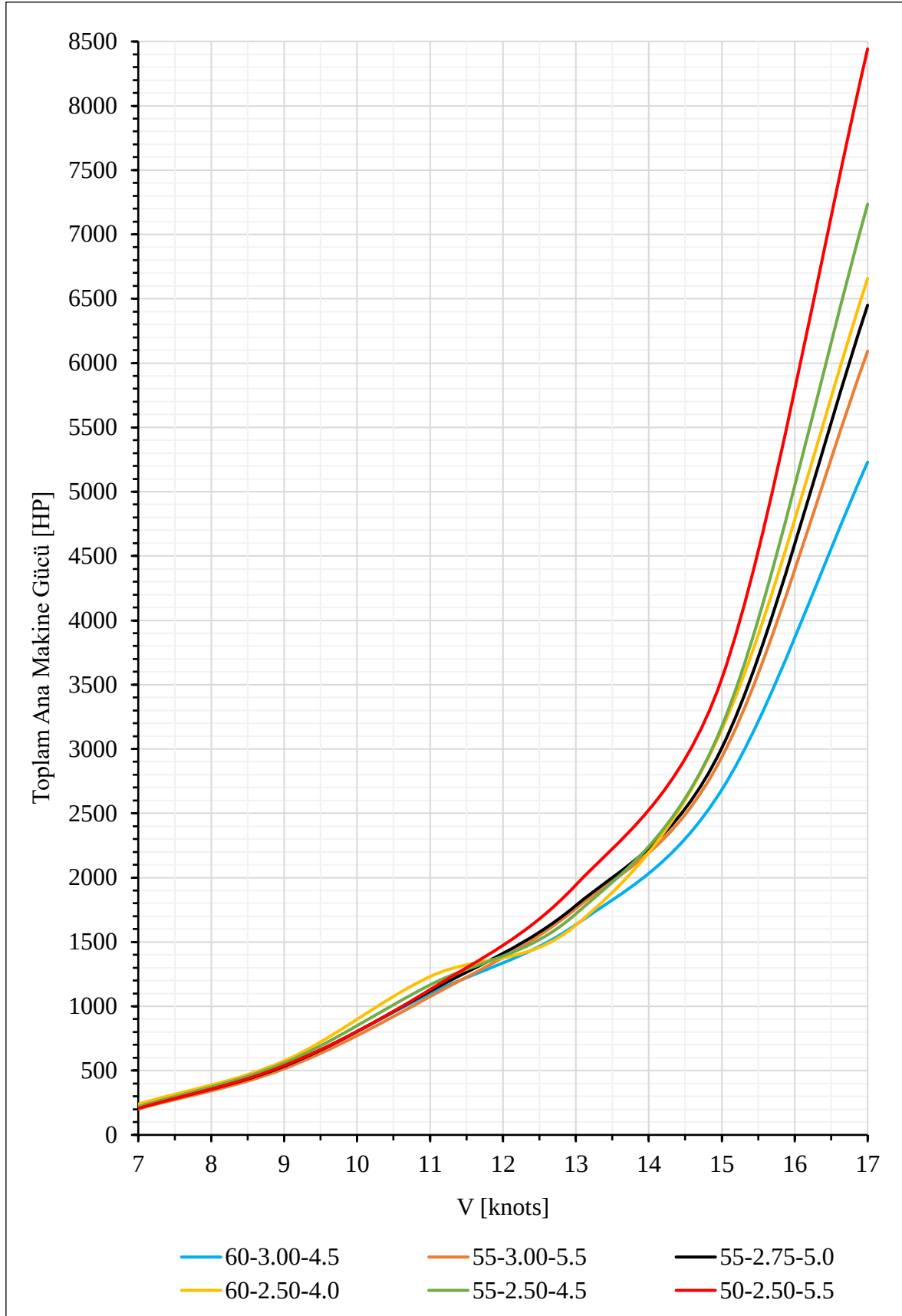
Şekil 3.55. 901-1000 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



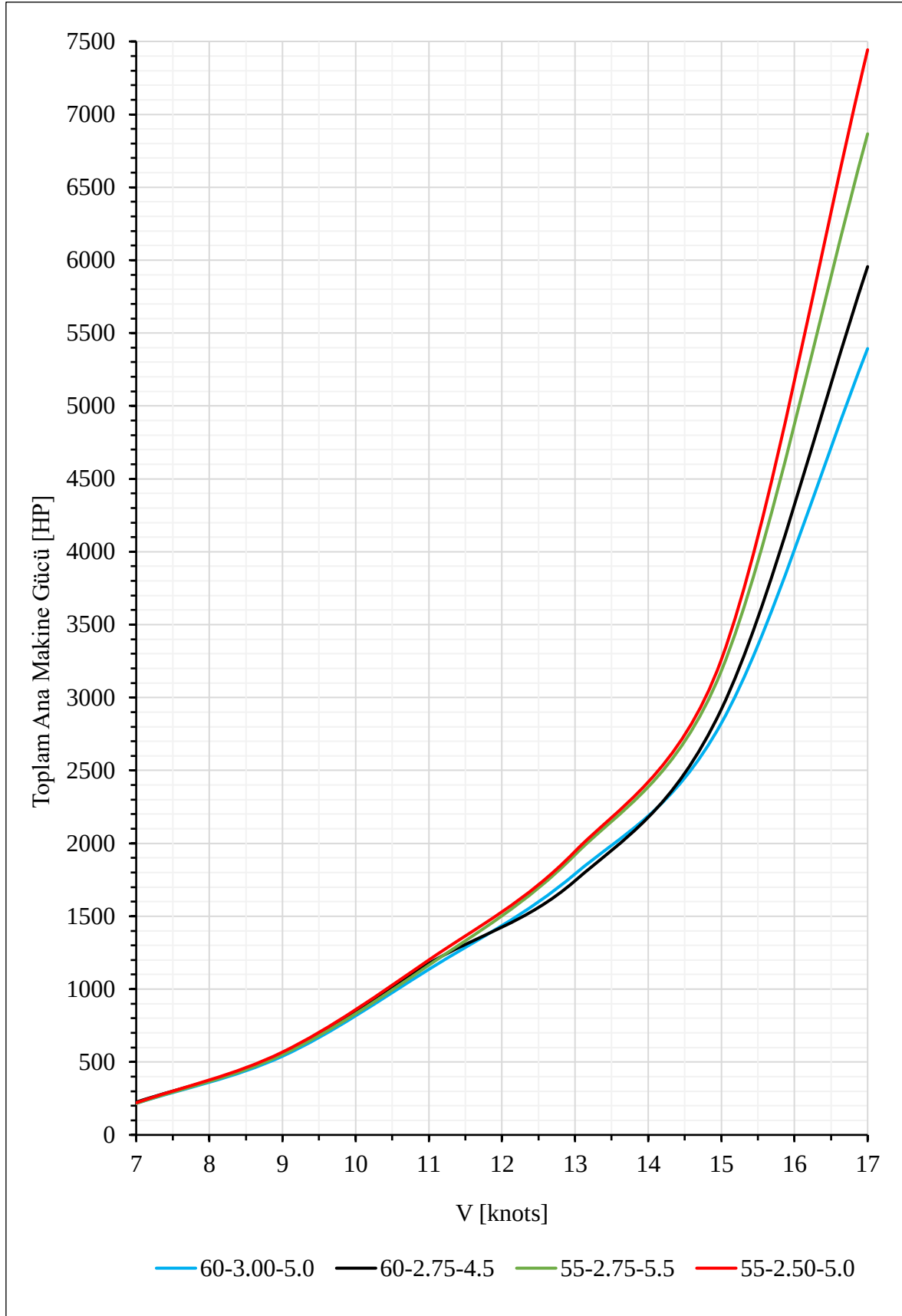
Şekil 3.56. 1001-1100 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



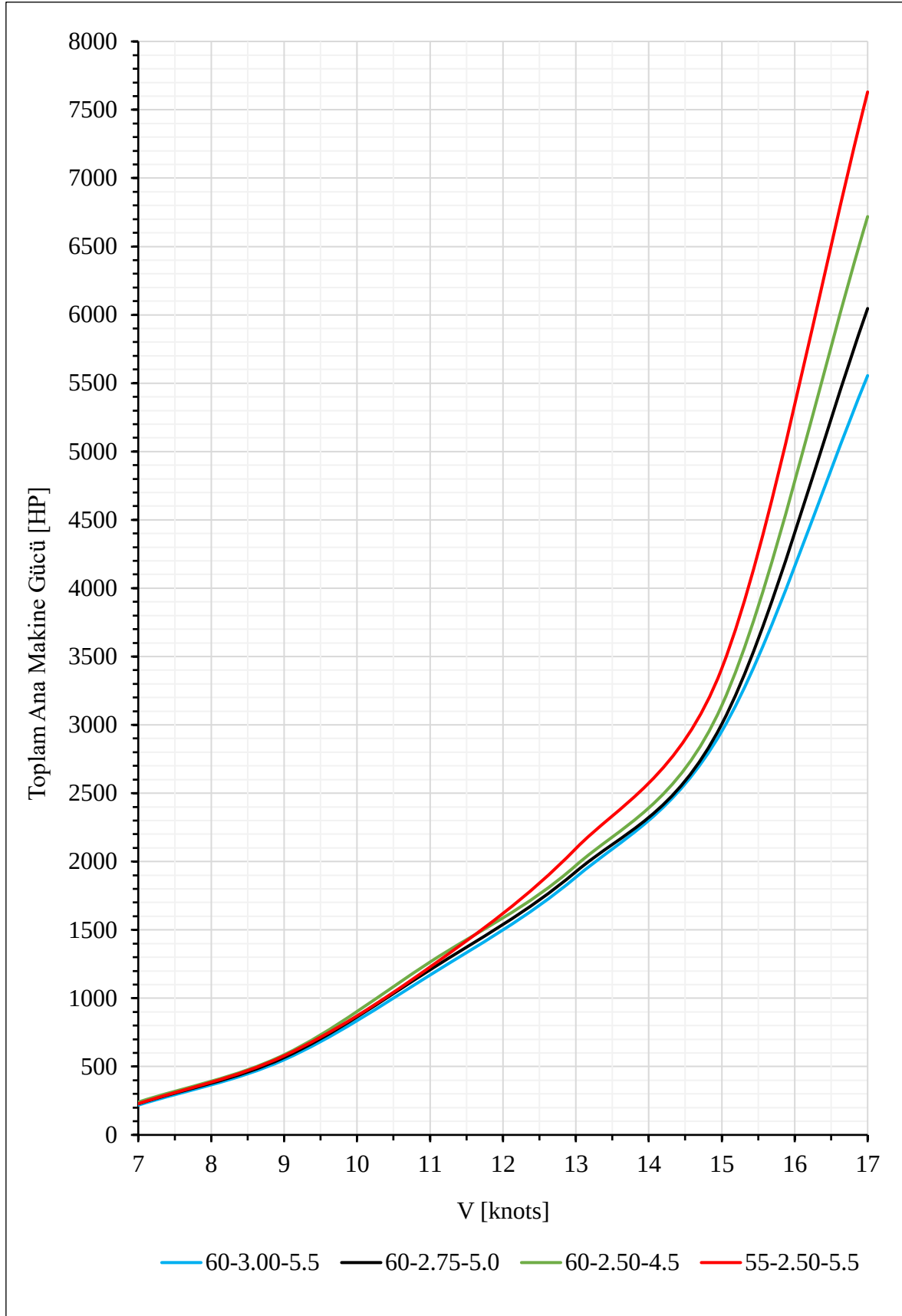
Şekil 3.57. 1101-1200 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



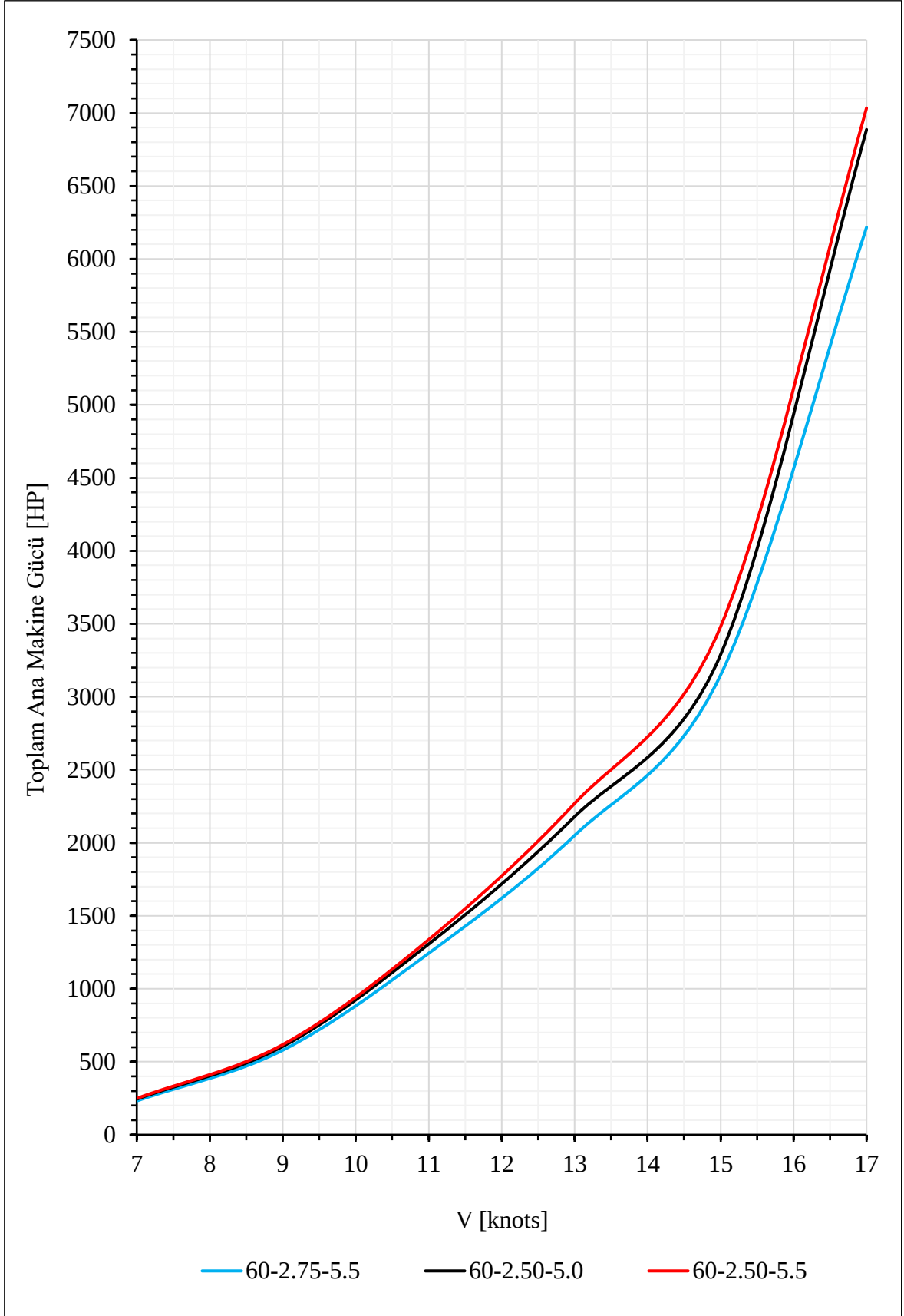
Şekil 3.58. 1201-1300 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



Şekil 3.59. 1301-1400 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



Şekil 3.60. 1401-1500 m³ arası balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması



Şekil 3.61. 1501 m³'ten fazla balık ambar hacmine sahip formların hıza göre toplam ana makine güçlerinin karşılaştırılması

3.3.3. Üretilen Formların Hız Değerlerinin Karşılaştırılması

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların HAD direnç analizlerinden elde edilen efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.13'te verilmiştir.

Tablo 3.13. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların toplam ana makine gücüne göre hız değerleri

Gemi Kodu	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)								
		500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
40-2.50-4.0	knots	9.327	11.462	13.290	14.203	14.865	15.435	15.940	16.374	16.731
40-2.75-4.0	knots	9.513	11.660	13.416	14.370	15.088	15.698	16.214	16.635	16.963
40-3.00-4.0	knots	9.679	11.790	13.500	14.495	15.259	15.898	16.425	16.847	17.166
40-2.50-4.5	knots	9.293	11.320	13.273	14.169	14.796	15.332	15.815	16.236	16.588
40-2.75-4.5	knots	9.452	11.536	13.368	14.291	14.967	15.548	16.050	16.471	16.806
40-3.00-4.5	knots	9.607	11.719	13.476	14.419	15.133	15.741	16.253	16.670	16.991
40-2.50-5.0	knots	9.274	11.286	13.279	14.146	14.739	15.241	15.701	16.111	16.461
40-2.75-5.0	knots	9.432	11.514	13.371	14.244	14.870	15.411	15.896	16.314	16.660
40-3.00-5.0	knots	9.575	11.677	13.457	14.357	15.026	15.603	16.101	16.515	16.842
40-2.50-5.5	knots	9.260	11.240	13.231	14.102	14.688	15.175	15.620	16.019	16.363
40-2.75-5.5	knots	9.405	11.460	13.357	14.224	14.835	15.356	15.822	16.225	16.559
40-3.00-5.5	knots	9.547	11.629	13.433	14.323	14.972	15.527	16.007	16.407	16.725
45-2.50-4.0	knots	9.070	11.185	13.526	14.484	15.186	15.781	16.277	16.671	16.964
45-2.75-4.0	knots	9.223	11.513	13.693	14.709	15.467	16.076	16.555	16.913	17.157
45-3.00-4.0	knots	9.363	11.738	13.851	14.924	15.718	16.331	16.796	17.128	17.339
45-2.50-4.5	knots	9.052	11.050	13.472	14.444	15.140	15.723	16.205	16.587	16.871
45-2.75-4.5	knots	9.189	11.325	13.632	14.655	15.403	16.000	16.468	16.816	17.053
45-3.00-4.5	knots	9.332	11.608	13.775	14.847	15.628	16.227	16.680	17.004	17.209
45-2.50-5.0	knots	9.033	10.967	13.384	14.378	15.075	15.653	16.131	16.513	16.799
45-2.75-5.0	knots	9.168	11.250	13.532	14.559	15.301	15.896	16.365	16.721	16.970
45-3.00-5.0	knots	9.307	11.499	13.664	14.741	15.518	16.115	16.568	16.896	17.110
45-2.50-5.5	knots	9.019	10.909	13.201	14.285	15.034	15.630	16.108	16.481	16.757
45-2.75-5.5	knots	9.157	11.175	13.409	14.471	15.225	15.820	16.287	16.642	16.892
45-3.00-5.5	knots	9.287	11.400	13.539	14.631	15.411	16.008	16.463	16.796	17.018

Tablo 3.13'ün devamı

50-2.50-4.0	knots	8.916	10.815	13.680	14.689	15.431	16.037	16.515	16.871	17.109
50-2.75-4.0	knots	9.033	11.151	13.884	14.963	15.749	16.349	16.795	17.103	17.284
50-3.00-4.0	knots	9.164	11.482	14.087	15.235	16.037	16.622	17.038	17.309	17.444
50-3.25-4.0	knots	9.273	11.727	14.254	15.457	16.272	16.855	17.264	17.522	17.636
50-3.50-4.0	knots	9.390	11.916	14.400	15.635	16.469	17.068	17.490	17.758	17.875
50-2.50-4.5	knots	8.886	10.740	13.558	14.631	15.392	15.995	16.462	16.807	17.036
50-2.75-4.5	knots	9.018	10.958	13.786	14.913	15.703	16.293	16.725	17.021	17.190
50-3.00-4.5	knots	9.139	11.301	13.957	15.137	15.946	16.532	16.951	17.225	17.366
50-3.25-4.5	knots	9.257	11.556	14.142	15.367	16.173	16.741	17.136	17.383	17.486
50-3.50-4.5	knots	9.353	11.700	14.278	15.528	16.339	16.909	17.303	17.545	17.633
50-2.50-5.0	knots	8.867	10.687	13.290	14.558	15.400	16.013	16.463	16.781	16.982
50-2.75-5.0	knots	8.986	10.910	13.613	14.822	15.639	16.233	16.665	16.690	17.132
50-3.00-5.0	knots	9.112	11.153	13.819	15.068	15.883	16.459	16.863	17.125	17.255
50-3.25-5.0	knots	9.216	11.399	13.986	15.257	16.067	16.632	17.023	17.268	17.373
50-3.50-5.0	knots	9.348	11.608	14.116	15.400	16.217	16.788	17.185	17.434	17.534
50-2.50-5.5	knots	8.834	10.610	13.104	14.473	15.364	15.989	16.437	16.751	16.948
50-2.75-5.5	knots	8.968	10.817	13.390	14.734	15.597	16.197	16.622	16.908	17.072
50-3.00-5.5	knots	9.086	11.039	13.632	14.940	15.775	16.356	16.763	17.030	17.169
50-3.25-5.5	knots	9.188	11.287	13.809	15.128	15.954	16.523	16.918	17.169	17.286
50-3.50-5.5	knots	9.319	11.502	13.943	15.259	16.081	16.650	17.045	17.295	17.405
55-2.50-4.0	knots	8.807	10.448	13.891	14.879	15.621	16.215	16.668	16.978	17.179
55-2.75-4.0	knots	8.922	10.787	13.982	15.121	15.926	16.520	16.945	17.222	17.364
55-3.00-4.0	knots	9.023	11.096	14.193	15.427	16.245	16.822	17.220	17.642	17.554
55-2.50-4.5	knots	8.764	10.436	13.570	14.835	15.659	16.250	16.672	16.953	17.107
55-2.75-4.5	knots	8.889	10.670	13.809	15.088	15.913	16.492	16.895	17.151	17.268
55-3.00-4.5	knots	9.000	10.939	14.010	15.335	16.167	16.744	17.140	17.381	17.470
55-2.50-5.0	knots	8.718	10.416	13.119	14.712	15.642	16.247	16.658	16.924	17.062
55-2.75-5.0	knots	8.857	10.623	13.482	14.992	15.876	16.466	16.869	17.123	17.238
55-3.00-5.0	knots	8.969	10.825	13.789	15.214	16.075	16.663	17.067	17.318	17.421
55-2.50-5.5	knots	8.669	10.379	12.806	14.512	15.533	16.173	16.605	16.887	17.044
55-2.75-5.5	knots	8.782	10.515	13.171	14.792	15.731	16.342	16.759	17.028	17.164
55-3.00-5.5	knots	8.937	10.759	13.538	15.073	15.965	16.562	16.971	17.229	17.345
60-2.50-4.0	knots	8.717	10.232	13.730	14.866	15.678	16.305	16.773	17.095	17.283
60-2.75-4.0	knots	8.828	10.523	13.935	15.196	16.048	16.662	17.093	17.369	17.500
60-3.00-4.0	knots	8.922	10.770	14.131	15.479	16.355	16.973	17.402	17.668	17.777
60-2.50-4.5	knots	8.657	10.267	13.071	14.831	15.787	16.395	16.803	17.058	17.173
60-2.75-4.5	knots	8.776	10.435	13.604	15.091	15.984	16.594	17.015	17.281	17.400
60-3.00-4.5	knots	8.866	10.651	13.894	15.379	16.272	16.887	17.312	17.575	17.676

Tablo 3.13'ün devamı

60-2.50-5.0	knots	8.581	10.222	12.600	14.605	15.699	16.340	16.759	17.023	17.149
60-2.75-5.0	knots	8.726	10.405	13.186	14.994	15.953	16.569	16.985	17.245	17.353
60-3.00-5.0	knots	8.832	10.577	13.528	15.222	16.169	16.806	17.249	17.532	17.654
60-2.50-5.5	knots	8.534	10.168	12.448	14.351	15.520	16.217	16.684	16.992	17.167
60-2.75-5.5	knots	8.679	10.345	12.883	14.804	15.840	16.488	16.927	17.209	17.347
60-3.00-5.5	knots	8.788	10.501	13.281	15.062	16.056	16.721	17.187	17.496	17.652

Tablo 3.13 incelendiğinde aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

Tam boy (L) arttıkça, sabit D değeri ve L/B oranında, gemi hızı artmaktadır. Örneğin; L/B oranı 2.50 olan ve 4.0 metre derinliğe sahip 40 m, 45 m, 50 m, 55 m ve 60 m boydaki formların 4000 HP toplam ana makine gücünde yaptıkları hızlar sırasıyla 14.865 knots, 15.186 knots, 15.431 knots, 15.659 knots ve 15.678 knots değerlerindedir.

L/B oranı arttıkça, her boy ve derinlikte, gemi hızı artmaktadır. Örneğin; 40 metre boy ve 5.5 metre derinlikte L/B oranı 2.50, 2.75 ve 3.00 olan formların 1000 HP toplam ana makine gücünde yaptıkları hızlar sırasıyla 11.240 knots, 11.460 knots ve 11.629 knots değerlerindedir. Başka bir örnekte; 50 metre boy ve 5.0 metre derinlikte L/B oranı 2.50, 2.75, 3.00, 3.25 ve 3.50 olan formların 3000 HP toplam ana makine gücünde yaptıkları hızlar sırasıyla 14.558 knots, 14.822 knots, 15.068 knots, 15.257 knots ve 15.400 knots değerlerindedir. Son örnekte ise; 60 metre boy ve 5.5 metre derinlikte L/B oranı 2.50, 2.75 ve 3.00 olan formların 8000 HP toplam ana makine gücünde yaptıkları hızlar sırasıyla 17.167 knots, 17.347 knots ve 17.652 knots değerlerindedir.

Gemi derinliği (D) arttıkça, sabit L değerinde ve L/B oranında, gemi hızı azalmaktadır. Örneğin; Tam boyu 45 m, L/B oranı 3.00, ve gemi derinlikleri 4.0 m, 4.5 m, 5.0 m ve 5.5 m olan formların 6000 HP toplam ana makine gücünde yaptıkları hızlar sırasıyla 16.796 knots, 16.680 knots, 16.568 knots ve 16.463 knots değerlerindedir.

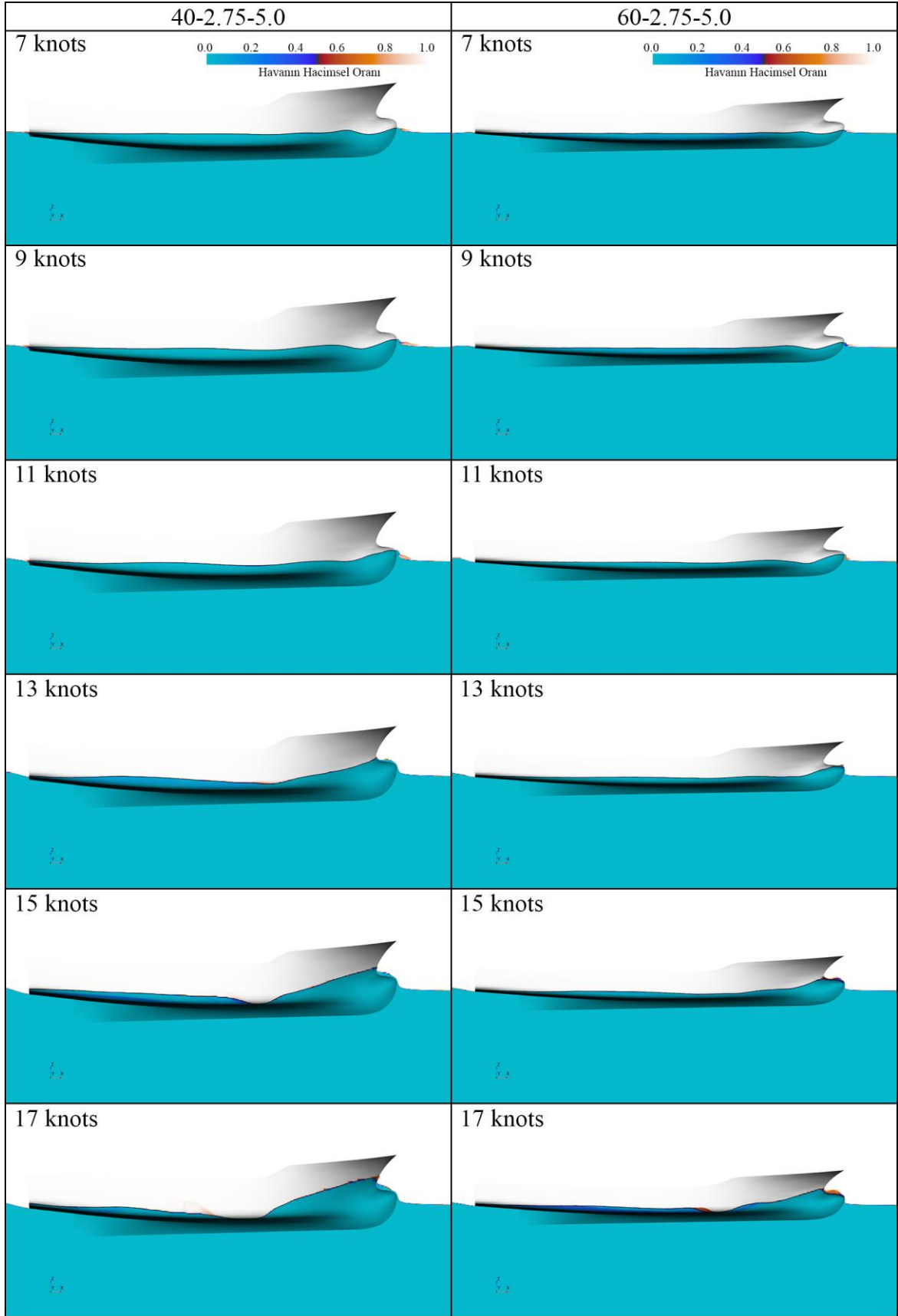
Toplam ana makine gücü (BHP) arttıkça genel olarak bütün formların hızı artmaktadır.

1000 HP-500 HP, 2000 HP-1000 HP, 3000 HP-2000 HP, 4000 HP-3000 HP, 5000 HP-4000 HP, 6000 HP-5000 HP, 7000 HP-6000 HP ve 8000 HP -7000 HP güç aralıklarındaki ortalama gemi hızı artış değerleri:

- 40 metre boydaki formlar için sırasıyla 2.077 knots, 1.847 knots, 0.908 knots, 0.658 knots, 0.561 knots, 0.490 knots, 0.415 knots, ve 0.336 knots.

- 45 metre boydaki formlar için sırasıyla 2.118 knots, 2.255 knots, 1.038 knots, 0.748 knots, 0.596 knots, 0.470 knots, 0.355 knots, ve 0.248 knots.
- 50 metre boydaki formlar için sırasıyla 2.100 knots, 2.619 knots, 1.223 knots, 0.815 knots, 0.588 knots, 0.421 knots, 0.267 knots, ve 0.161 knots.
- 55 metre boydaki formlar için sırasıyla 1.796 knots, 2.956 knots, 1.385 knots, 0.864 knots, 0.595 knots, 0.414 knots, 0.281 knots, ve 0.115 knots.
- 60 metre boydaki formlar için sırasıyla 1.683 knots, 2.933 knots, 1.632 knots, 2.933 knots, 0.633 knots, 0.436 knots, 0.279 knots, ve 0.132 knots.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre sistematik olarak oluşturulan formların HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile 40-2.75-5.0 ve 60-2.75-5.0 kodlu gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri Şekil 3.62’de gösterilmiştir.



Şekil 3.62. 40-2.75-5.0 ve 60-2.75-5.0 kodlu gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri

3.4. Gemi Yükleme Durumu ve Trimli Hallerde HAD Analizleri

Bu bölümde, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların yükleme ve trim durumlarının direnç üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmalar için referans form olarak GEM2 adlı gemi kullanılmıştır.

GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre su çekimi, deplasman ve dizayn su çekimi deplasmanına göre deplasman değişim oranları Tablo 3.14'te, GEM2 adlı formun kıç ve başa trim açısına göre kıç, mastori ve baş su çekimi değerleri ise Tablo 3.15'te verilmiştir.

Tablo 3.14. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre su çekimi, deplasman ve dizayn su çekimi deplasmanına göre deplasman değişim oranları

Gemi Kodu	Kıç Su Çekimi	Mastori Su Çekimi	Baş Su Çekimi	Deplasman	Deplasman Değişim Oranı
	m	m	m	ton	%
T-2.939	2.939	2.500	2.131	716.678	-21.769
T-3.229	3.229	2.789	2.420	916.108	0.000
T-3.439	3.439	3.000	2.631	1068.332	16.616
T-3.939	3.939	3.500	3.131	1437.970	56.965
T-4.439	4.439	4.000	3.631	1813.366	97.942
T-4.939	4.939	4.500	4.131	2192.907	139.372
T-5.439	5.439	5.000	4.631	2576.355	181.228

Tablo 3.15. GEM2 adlı formun kıç ve başa trim açısına göre kıç, mastori ve baş su çekimi değerleri

Gemi Kodu	Trim Açısı	Kıç Su Çekimi	Mastori Su Çekimi	Baş Su Çekimi	Deplasman
	°	m	m	m	ton
1.0° Kıç	1.0° Kıç	3.698	2.895	2.221	1068.237
0.5° Kıç	0.5° Kıç	3.569	2.948	2.426	1068.072
0°	0°	3.439	3.000	2.631	1068.332
0.5° Baş	0.5° Baş	3.307	3.049	2.833	1068.161
1.0° Baş	1.0° Baş	3.171	3.095	3.031	1068.364

3.4.1. Gemi Yükleme Durumu Direnç Artışı

Bu bölümde, GEM2 adlı geminin Şekil 2.29'daki gibi yükleme durumlarına göre oluşturulan T-2.939, T-3.229, T-3.439, T-3.939, T-4.439, T-4.939 ve T-5.439 kodlu hallerinin HAD direnç analizlerinin sonuçları sunulmuştur.

HAD direnç analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.16'da ve efektif güç değerleri (P_E) Tablo 3.17'de verilmiştir. Efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.18'de ve toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.19'da sunulmuştur.

GEM2 adlı geminin yükleme durumlarına göre oluşturulan hallerinin F_n değerlerine göre toplam direnç katsayısı (C_T) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.63'te ve efektif güç (P_E) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.64'te gösterilmiştir.

Toplam ana makine gücüne göre GEM2 adlı formun yükleme durumlarının HAD analizlerinden elde edilen hız değerlerinin karşılaştırılması ise Şekil 3.65'te gösterilmiştir.

Tablo 3.16 ve Şekil 3.63 birlikte değerlendirildiğinde, dizayn su çekimine (T-3.229) göre, toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde; 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında olmak üzere:

- 2.939 m kış su çekiminde; %5.90, %4.60, %5.68, %5.39, %15.07 ve %18.68 oranında azalma,
- 3.439 m kış su çekiminde; %10.99, %8.25, %8.19, %11.91, %15.63 ve %13.60 oranında artış
- 3.939 m kış su çekiminde; %50.20, %41.05, %27.93, %51.53, %67.43 ve %48.68 oranında artış,
- 4.439 m kış su çekiminde; %89.14, %59.96, %45.75, %82.17, %108.24 ve %68.50 oranında artış,
- 4.939 m kış su çekiminde; %108.99, %70.54, %59.40, %97.57 ve %141.03 oranında artış,
- 5.439 m kış su çekiminde; %134.06, %86.37, %73.26, %101.90 ve %159.96 oranında artış olmuştur.

Tablo 3.17 ve Şekil 3.64 birlikte değerlendirildiğinde, dizayn su çekimine (T-3.229) göre, efektif güç (P_E) değerlerinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda olmak üzere:

- 2.939 m kış su çekiminde; %13.25, %12.53, %14.46, %14.27, %20.27 ve %21.21 oranında azalma,

- 3.439 m kış su çekiminde; %15.85, %13.03, %12.83, %16.57, %20.71 ve %17.46 oranında artış,
- 3.939 m kış su çekiminde; %68.65, %58.52, %43.59, %69.25, %86.72 ve %65.83 oranında artış,
- 4.439 m kış su çekiminde; %127.23, %92.22, %74.87, %117.33, %148.53 ve %101.59 oranında artış,
- 4.939 m kış su çekiminde; %167.79, %118.73, %104.71, %155.10 ve %211.97 oranında artış,
- 5.439 m kış su çekiminde; %216.85, %153.76, %137.30, %189.24 ve %293.91 oranında artış olmuştur.

Tablo 3.18 incelendiğinde, dizayn su çekimine (T-3.229) göre, toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda olmak üzere:

- 2.939 m kış su çekiminde; 25.68 HP, 63.10 HP, 148.18 HP, 237.36 HP, 647.04 HP ve 1523.40 HP kadar azalma,
- 3.439 m kış su çekiminde; 30.71 HP, 65.58 HP, 131.42 HP, 275.58 HP, 661.12 HP ve 1253.86 HP kadar artış,
- 3.939 m kış su çekiminde; 133.03 HP, 294.56 HP, 446.56 HP, 1151.94 HP, 2767.87 HP ve 4727.10 HP kadar artış,
- 4.439 m kış su çekiminde; 246.55 HP, 464.19 HP, 767.06 HP, 1951.86 HP, 4740.51 HP ve 7295.16 HP kadar artış,
- 4.939 m kış su çekiminde; 325.13 HP, 597.63 HP, 1072.82 HP, 2580.13 HP ve 6765.46 HP kadar artış,
- 5.439 m kış su çekiminde; 420.21 HP, 773.97 HP, 1406.73 HP, 3148.05 HP ve 9380.45 HP kadar artış olmuştur.

Şekil 3.65 ve Tablo 3.19 birlikte değerlendirildiğinde, dizayn su çekimine (T-3.229) göre, gemi hızı değerlerinde:

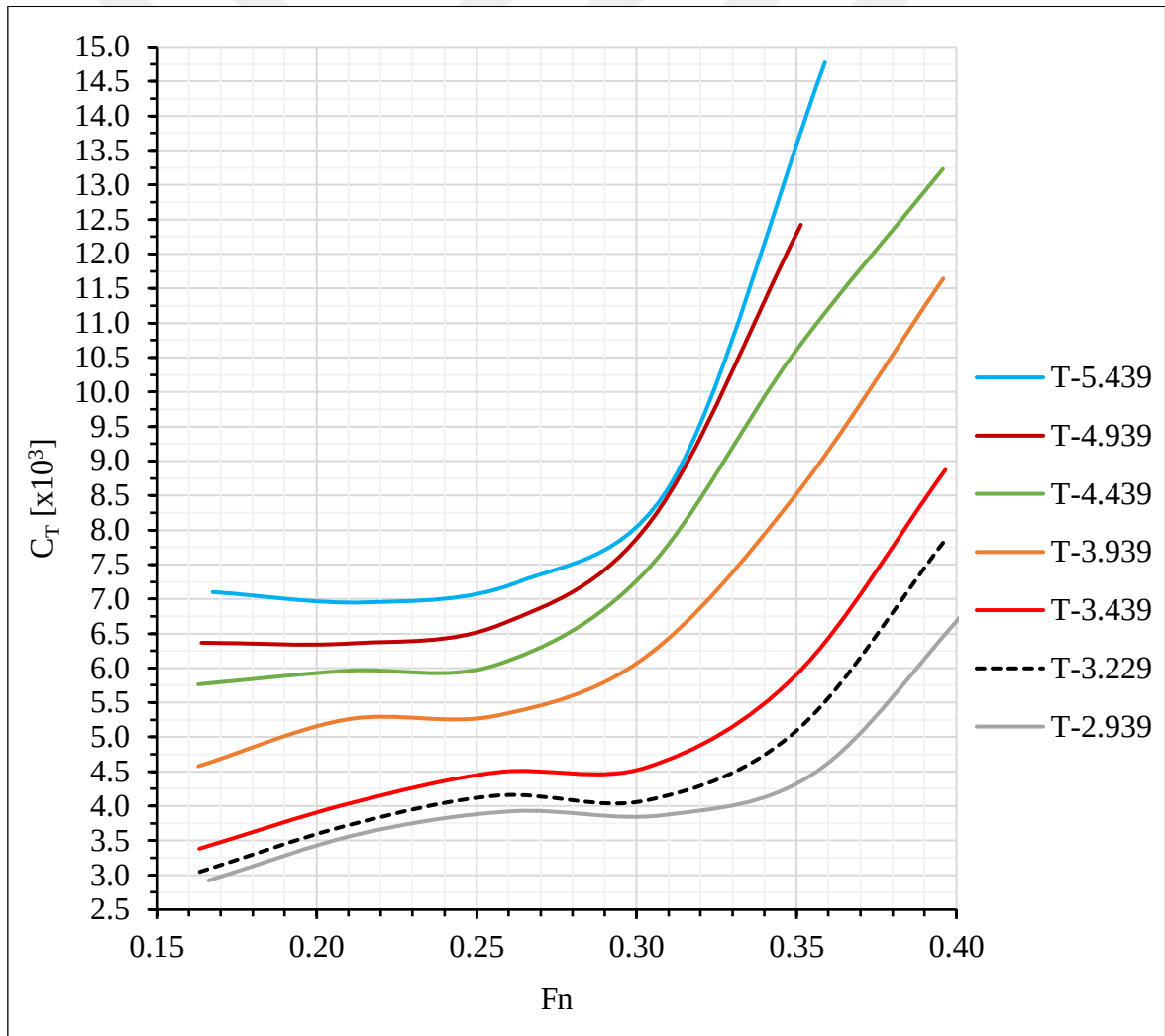
- 2.939 m kış su çekiminde; 500 HP güçte 0.327 knots (%3.64), 1000 HP güçte 0.614 knots (%5.63), 2000 HP güçte 0.614 knots (%4.51), 3000 HP güçte 0.658 knots (%4.44), 4000 HP güçte 0.603 knots (%3.86), 5000 HP güçte 0.525 knots (%3.23), 6000 HP güçte 0.434 knots (%2.60), 7000 HP güçte 0.330 knots (%1.95) ve 8000 HP güçte 0.226 knots (%1.32) kadar artış olmuştur.

- 3.439 m kış su çekiminde; 500 HP güçte 0.283 knots (%3.15), 1000 HP güçte 0.401 knots (%3.68), 2000 HP güçte 0.511 knots (%3.75), 3000 HP güçte 0.523 knots (%3.53), 4000 HP güçte 0.532 knots (%3.40), 5000 HP güçte 0.489 knots (%3.01), 6000 HP güçte 0.418 knots (%2.51), 7000 HP güçte 0.326 knots (%1.92) ve 8000 HP güçte 0.220 knots (%1.28) kadar azalma olmuştur.
- 3.939 m kış su çekiminde; 500 HP güçte 1.158 knots (%12.89), 1000 HP güçte 1.196 knots (%10.96), 2000 HP güçte 1.638 knots (%12.03), 3000 HP güçte 1.642 knots (%11.08), 4000 HP güçte 1.685 knots (%10.77), 5000 HP güçte 1.701 knots (%10.48), 6000 HP güçte 1.646 knots (%9.88), 7000 HP güçte 1.495 knots (%8.81) ve 8000 HP güçte 1.259 knots (%7.35) kadar azalma olmuştur.
- 4.439 m kış su çekiminde; 500 HP güçte 1.696 knots (%18.87), 1000 HP güçte 1.806 knots (%16.55), 2000 HP güçte 2.281 knots (%16.76), 3000 HP güçte 2.333 knots (%15.74), 4000 HP güçte 2.369 knots (%15.15), 5000 HP güçte 2.391 knots (%14.73), 6000 HP güçte 2.373 knots (%14.24), 7000 HP güçte 2.287 knots (%13.48) ve 8000 HP güçte 2.108 knots (%12.30) kadar azalma olmuştur.
- 4.939 m kış su çekiminde; 500 HP güçte 2.078 knots (%23.12), 1000 HP güçte 2.186 knots (%20.04), 2000 HP güçte 2.756 knots (%20.25), 3000 HP güçte 2.793 knots (%18.84), 4000 HP güçte 2.805 knots (%17.94), 5000 HP güçte 2.769 knots (%17.06), 6000 HP güçte 2.697 knots (%16.18), 7000 HP güçte 2.595 knots (%15.30) ve 8000 HP güçte 2.466 knots (%14.39) kadar azalma olmuştur.
- 5.439 m kış su çekiminde; 500 HP güçte 2.552 knots (%28.40), 1000 HP güçte 2.607 knots (%23.90), 2000 HP güçte 3.222 knots (%23.67), 3000 HP güçte 3.192 knots (%21.54), 4000 HP güçte 3.172 knots (%20.28), 5000 HP güçte 3.122 knots (%19.23), 6000 HP güçte 3.030 knots (%18.18), 7000 HP güçte 2.899 knots (%17.09) ve 8000 HP güçte 2.733 knots (%15.95) kadar azalma olmuştur.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin yoğun olarak seyir yaptığı 11-15 knots hız aralığında, dizayn su çekimi deplasmanına göre, %22 daha az deplasmanda (T-2.939) ortalama 344 HP (%16) daha az, %17 daha fazla deplasmanda (T-3.439) ortalama 356 HP (%17) daha fazla, %57 daha fazla deplasmanda (T-3.939) ortalama 1455 HP (%66) daha fazla, %98 daha fazla deplasmanda (T-4.439) ortalama 2486 HP (%114) daha fazla, %139 daha fazla deplasmanda (T-4.939) ortalama 3473 HP (%157) daha fazla ve %181 daha fazla deplasmanda (T-5.439) ortalama 4645 HP (%206) daha fazla ana makine güç ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.16. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

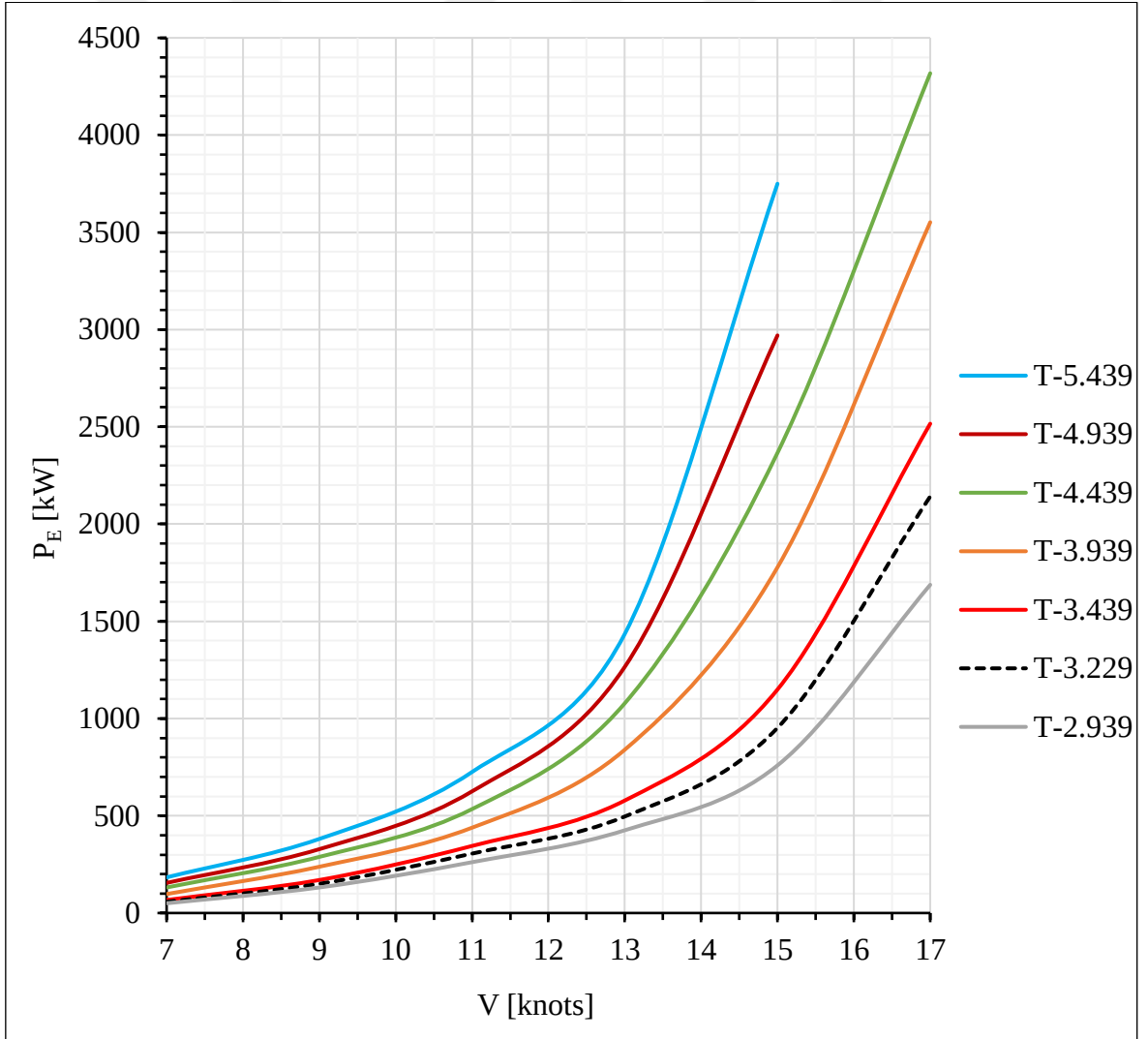
Gemi Kodu	Birim	F_n					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
T-2.939	$\times 10^3$	2.868	3.555	3.918	3.866	4.334	6.410
T-3.229 (DSÇ)	$\times 10^3$	3.048	3.726	4.154	4.086	5.103	7.883
T-3.439	$\times 10^3$	3.383	4.034	4.494	4.573	5.901	8.955
T-3.939	$\times 10^3$	4.578	5.256	5.314	6.192	8.544	11.720
T-4.439	$\times 10^3$	5.765	5.961	6.054	7.444	10.627	13.282
T-4.939	$\times 10^3$	6.370	6.355	6.621	8.073	12.300	-
T-5.439	$\times 10^3$	7.134	6.945	7.197	8.250	13.266	-



Şekil 3.63. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.17. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

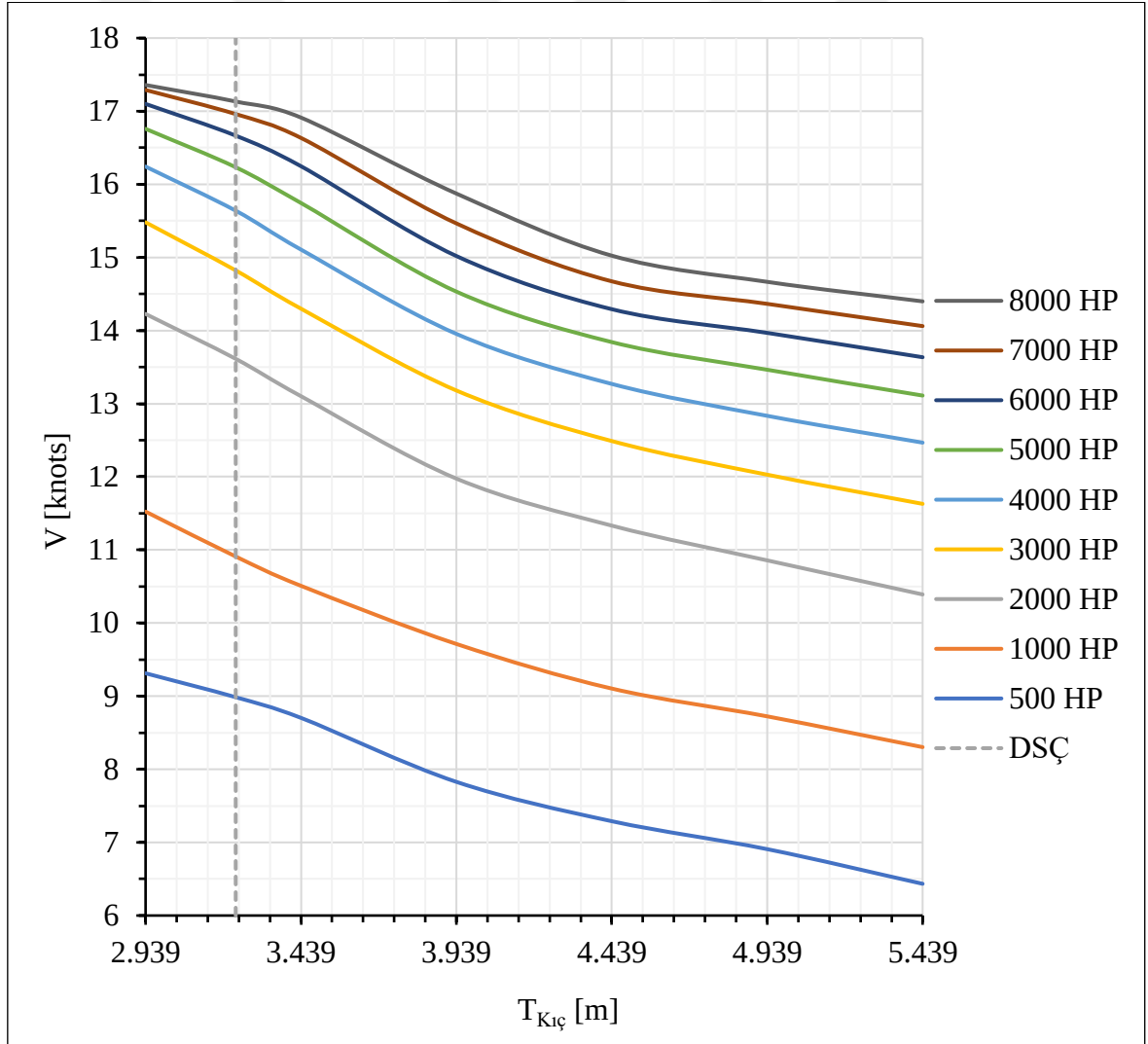
Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
		7	9	11	13	15	17
T-2.939	kW	50.14	131.32	261.40	425.40	759.00	1687.60
T-3.229	kW	57.80	150.14	305.60	496.20	952.00	2142.00
T-3.439	kW	66.96	169.70	344.80	578.40	1149.20	2516.00
T-3.939	kW	97.48	238.00	438.80	839.80	1777.60	3552.00
T-4.439	kW	131.34	288.60	534.40	1078.40	2366.00	4318.00
T-4.939	kW	154.78	328.40	625.60	1265.80	2970.00	...
T-5.439	kW	183.14	381.00	725.20	1435.20	3750.00	...



Şekil 3.64. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.18. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
T-2.939	HP	168.1	440.3	876.4	1426.2	2544.6	5657.8
T-3.229	HP	193.8	503.4	1024.5	1663.5	3191.6	7181.2
T-3.439	HP	224.5	568.9	1156.0	1939.1	3852.8	8435.0
T-3.939	HP	326.8	797.9	1471.1	2815.5	5959.5	11908.3
T-4.439	HP	440.3	967.5	1791.6	3615.4	7932.1	14476.3
T-4.939	HP	518.9	1101.0	2097.4	4243.7	9957.1	...
T-5.439	HP	614.0	1277.3	2431.3	4811.6	12572.1	...

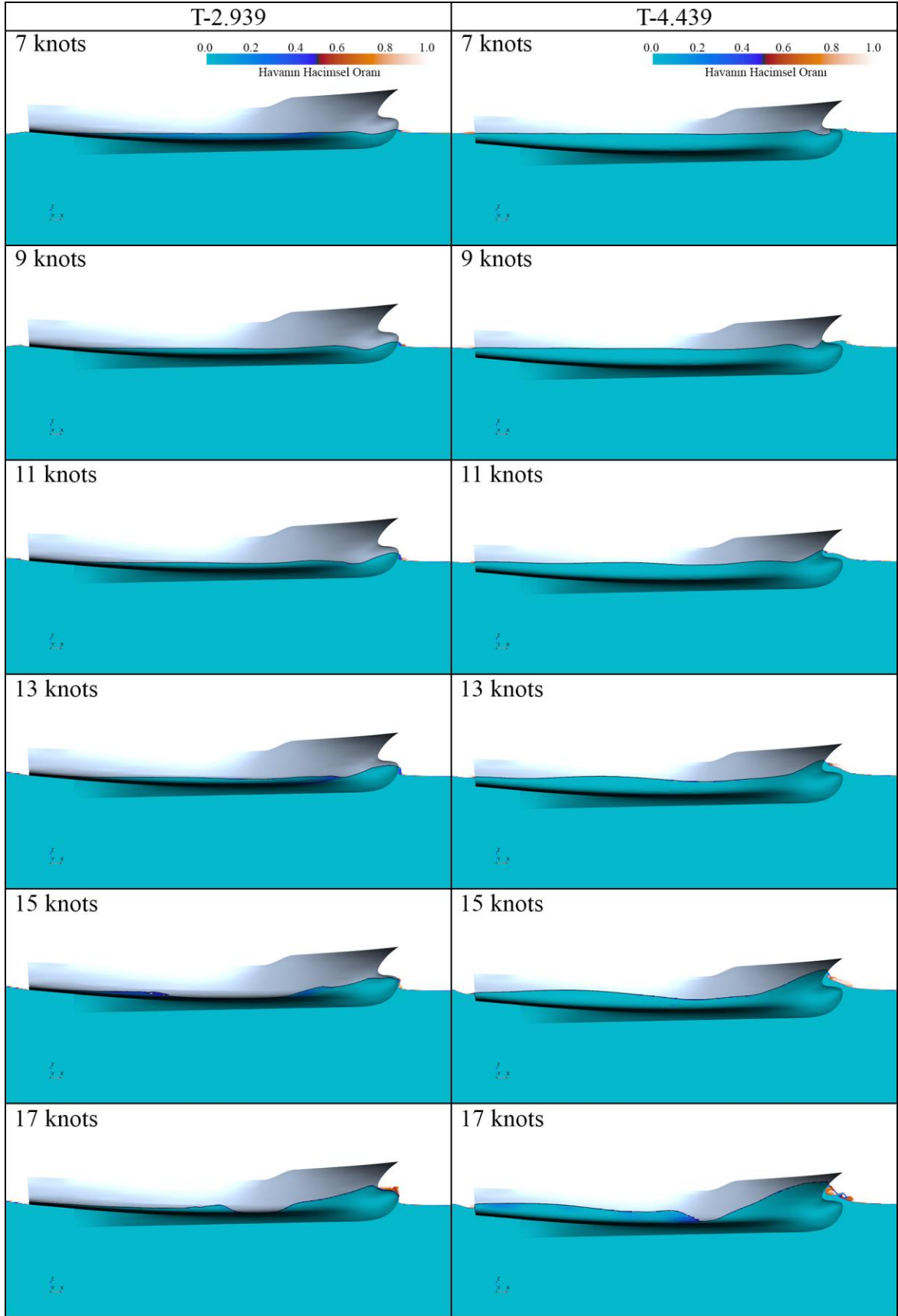


Şekil 3.65. Toplam ana makine gücüne göre GEM2 adlı formun yükleme durumlarının HAD analizlerinden elde edilen hız değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.19. GEM2 adlı formun yükleme durumuna göre oluşan hallerinin toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri

Gemi Kodu	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)								
	HP	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
T-2.939	knots	9.31	11.52	14.23	15.48	16.24	16.76	17.10	17.29	17.36
T-3.229	knots	8.99	10.91	13.61	14.82	15.64	16.23	16.67	16.96	17.13
T-3.439	knots	8.70	10.51	13.10	14.30	15.11	15.74	16.25	16.63	16.91
T-3.939	knots	7.83	9.71	11.98	13.18	13.95	14.53	15.02	15.47	15.87
T-4.439	knots	7.29	9.10	11.33	12.49	13.27	13.84	14.29	14.67	15.02
T-4.939	knots	6.91	8.72	10.86	12.03	12.83	13.46	13.97	14.37	14.67
T-5.439	knots	6.43	8.30	10.39	11.63	12.47	13.11	13.64	14.06	14.40

Gemi yükleme durumu HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile T-2.939 ve T-4.439 kodlu gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri Şekil 3.66’da gösterilmiştir.



Şekil 3.66. T-2.939 ve T-4.439 kodlu gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri

3.4.2. Kıça ve Başa Trimli Hallerde HAD Analizleri

Bu bölümde, GEM2 adlı geminin Şekil 2.30'daki gibi kıça ve başa trim durumlarına göre oluşturulan 1.0° Kıça, 0.5° Kıça, 0° , 0.5° Başa ve 1.0° Başa kodlu hallerinin HAD direnç analizlerinin sonuçları sunulmuştur.

HAD direnç analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.20'de ve efektif güç değerleri (P_E) Tablo 3.21'de verilmiştir. Efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.22'de ve toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.23'te sunulmuştur.

GEM2 adlı geminin kıça ve başa trim durumlarına göre oluşturulan hallerinin Fn değerlerine göre toplam direnç katsayısı (C_T) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.67'de ve efektif güç (P_E) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.68'de gösterilmiştir.

Toplam ana makine gücüne göre GEM2 adlı formun kıça ve başa trimli durumlarında HAD analizlerinden elde edilen hız değerlerinin karşılaştırılması ise Şekil 3.69'da gösterilmiştir.

Tablo 3.20 ve Şekil 3.67 birlikte değerlendirildiğinde, trimsiz duruma göre, toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde:

- 1.0° kıça trimli durumda; Fn 0.163'te %27.63, Fn 0.210'da %22.43, Fn 0.257'de %19.72, Fn 0.304'te %23.2 ve Fn 0.350'de %5.02 oranında artış ve Fn 0.397'de %5.23 oranında azalma görülmüştür.
- 0.5° kıça trimli durumda; Fn 0.163'te %11.69, Fn 0.210'da %9.48, Fn 0.257'de %8.67, Fn 0.304'te %10.40 ve Fn 0.350'de %0.87 oranında artış ve Fn 0.397'de %3.16 oranında azalma görülmüştür.
- 0.5° başa trimli durumda; Fn 0.163'te %7.91, Fn 0.210'da %5.70, Fn 0.257'de %5.53 ve Fn 0.304'te %2.83 oranında azalma, Fn 0.350'de %4.29 ve Fn 0.397'de %7.47 oranında artış görülmüştür.
- 1.0° başa trimli durumda; Fn 0.163'te %10.17, Fn 0.210'da %6.88 ve Fn 0.257'de %12.38 oranında azalma, Fn 0.304'te %0.22, Fn 0.350'de %12.83 ve Fn 0.397'de %17.28 oranında artış görülmüştür.

Tablo 3.21 ve Şekil 3.68 birlikte değerlendirildiğinde, trimsiz duruma göre, efektif güç (P_E) değerlerinde:

- 1.0° kıça trimli durumda; 7 knots hızda %27.42, 9 knots hızda %22.22, 11 knots hızda %19.55, 13 knots hızda %22.86 ve 15 knots hızda %4.87 oranında artış ve 17 knots hızda %5.41 oranında azalma görülmüştür.
- 0.5° kıça trimli durumda; 7 knots hızda %11.59, 9 knots hızda %9.45, 11 knots hızda %8.64, 13 knots hızda %10.34 ve 15 knots hızda %0.84 oranında artış ve 17 knots hızda %3.18 oranında azalma görülmüştür.
- 0.5° başa trimli durumda; 7 knots hızda %8.48, 9 knots hızda %6.26, 11 knots hızda %6.09 ve 13 knots hızda %3.46 oranında azalma, 15 knots hızda %3.65 ve 17 knots hızda %6.76 oranında artış görülmüştür.
- 1.0° başa trimli durumda; 7 knots hızda %12.49, 9 knots hızda %9.26, 11 knots hızda %14.62 ve 13 knots hızda %2.39 oranında azalma, 15 knots hızda %9.92 ve 17 knots hızda %14.23 oranında artış görülmüştür.

Tablo 3.22 incelendiğinde, trimsiz duruma göre, toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde:

- 1.0° kıça trimli durumda; 7 knots hızda 61.55 HP, 9 knots hızda 126.39 HP, 11 knots hızda 225.96 HP, 13 knots hızda 443.21 HP ve 15 knots hızda 187.74 HP kadar artış ve 17 knots hızda 455 HP kadar azalma görülmüştür.
- 0.5° kıça trimli durumda; 7 knots hızda 26.02 HP, 9 knots hızda 53.77 HP, 11 knots hızda 99.91 HP, 13 knots hızda 200.48 HP ve 15 knots hızda 32.18 HP kadar artış ve 17 knots hızda 268.20 HP kadar azalma görülmüştür.
- 0.5° başa trimli durumda; 7 knots hızda 19.04 HP, 9 knots hızda 35.60 HP, 11 knots hızda 70.40 HP ve 13 knots hızda 67.05 HP kadar azalma, 15 knots hızda 140.81 HP ve 17 knots hızda 569.93 HP kadar artış görülmüştür.
- 1.0° başa trimli durumda; 7 knots hızda 28.03 HP, 9 knots hızda 52.70 HP, 11 knots hızda 168.97 HP ve 13 knots hızda 46.27 HP kadar azalma, 15 knots hızda 382.19 HP ve 17 knots hızda 1200.21 HP kadar artış görülmüştür.

Şekil 3.69 ve Tablo 3.23 birlikte değerlendirildiğinde, trimsiz duruma göre, gemi hızı değerlerinde:

- 1.0° kıça trimli durumda; 500 HP güçte 0.500 knots (%5.75), 1000 HP güçte 0.519 knots (%4.94), 2000 HP güçte 0.770 knots (%5.88), 3000 HP güçte 0.411 knots (%2.87), 4000 HP güçte 0.143 knots (%0.95) ve 5000 HP güçte 0.014 knots

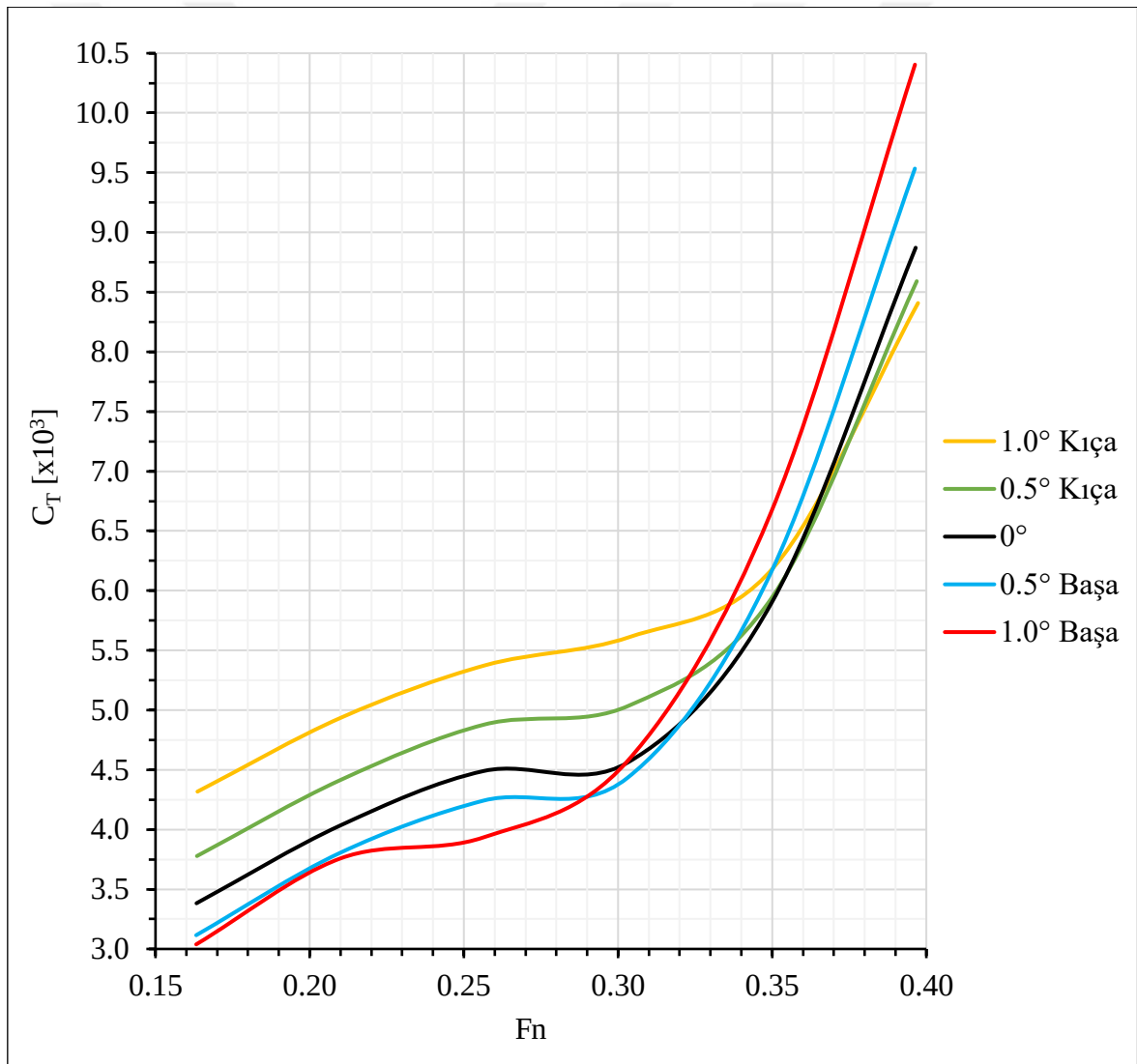
(%0.09) kadar azalma, 6000 HP güçte 0.047 knots (%0.29), 7000 HP güçte 0.077 knots (%0.46) ve 8000 HP güçte 0.093 knots (%0.55) kadar artış olmuştur.

- 0.5° kıça trimli durumda; 500 HP güçte 0.221 knots (%2.54), 1000 HP güçte 0.240 knots (%2.28), 2000 HP güçte 0.348 knots (%2.66), 3000 HP güçte 0.138 knots (%0.97) ve 4000 HP güçte 0.013 knots (%0.09) kadar azalma, 5000 HP güçte 0.041 knots (%0.26), 6000 HP güçte 0.060 knots (%0.37), 7000 HP güçte 0.060 knots (%0.36) ve 8000 HP güçte 0.054 knots (%0.32) kadar artış olmuştur.
- 0.5° başa trimli durumda; 500 HP güçte 0.148 knots (%1.70), 1000 HP güçte 0.208 knots (%1.98) ve 2000 HP güçte 0.095 knots (%0.73) kadar artış, 3000 HP güçte 0.029 knots (%0.20), 4000 HP güçte 0.102 knots (%0.68), 5000 HP güçte 0.139 knots (%0.88), 6000 HP güçte 0.146 knots (%0.90), 7000 HP güçte 0.138 knots (%0.83) ve 8000 HP güçte 0.117 knots (%0.69) kadar azalma olmuştur.
- 1.0° başa trimli durumda; 500 HP güçte 0.212 knots (%2.44), 1000 HP güçte 0.537 knots (%5.11) ve 2000 HP güçte 0.046 knots (%0.35) kadar artış, 3000 HP güçte 0.145 knots (%1.01), 4000 HP güçte 0.251 knots (%1.66), 5000 HP güçte 0.309 knots (%1.96), 6000 HP güçte 0.321 knots (%1.98), 7000 HP güçte 0.302 knots (%1.82) ve 8000 HP güçte 0.258 knots (%1.53) kadar azalma olmuştur.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda trimsiz duruma göre; 1.0° kıça trimli durumda 7.0-15.8 knots hız aralığında ortalama %20 oranında direnç artışı ve 15.8-17.0 knots hız aralığında ortalama %3 oranında direnç azalması, 0.5° kıça trimli durumda 7.0-15.4 knots hız aralığında ortalama %8 oranında direnç artışı ve 15.4-17.0 knots hız aralığında ortalama %2 oranında direnç azalması, 0.5° başa trimli durumda 7.0-13.8 knots hız aralığında ortalama %6 oranında direnç azalması ve 13.8-17.0 knots hız aralığında ortalama %6 oranında direnç artışı, 1.0° başa trimli durumda 7.0-13.0 knots hız aralığında ortalama %10 oranında direnç azalması ve 13.0-17.0 knots aralığında ortalama %10 oranında direnç artışı olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında, kıça trimli durumlarda 15.5 knots hıza kadar dirençte artış, bu hızdan sonra ise dirençte azalma olmaktadır. Başa trimli durumlarda ise 13.5 knots hıza kadar dirençte azalma, bu hızdan sonra ise dirençte artış olmaktadır.

Tablo 3.20. GEM2 adlı formun kıç ve başa trim durumuna göre oluşan hallerinin F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

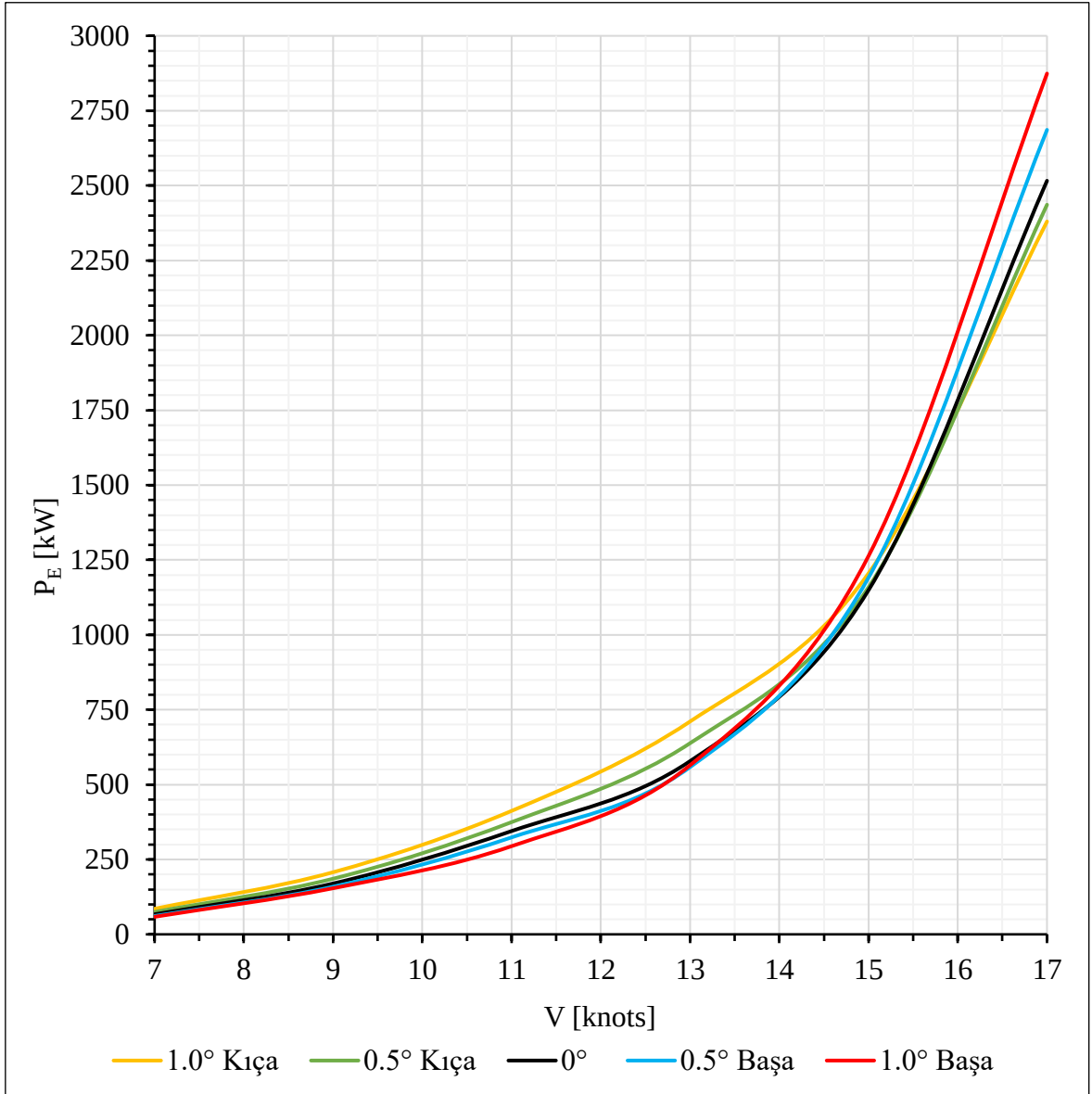
Gemi Kodu	Birim	F_n					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
1.0° Kıç	$\times 10^3$	4.317	4.939	5.376	5.612	6.198	8.408
0.5° Kıç	$\times 10^3$	3.778	4.417	4.880	5.037	5.953	8.591
0°	$\times 10^3$	3.383	4.034	4.491	4.562	5.901	8.872
0.5° Baş	$\times 10^3$	3.115	3.804	4.242	4.432	6.154	9.534
1.0° Baş	$\times 10^3$	3.039	3.757	3.935	4.572	6.659	10.404



Şekil 3.67. GEM2 adlı formun kıç ve başa trim durumuna göre oluşan hallerinin F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.21. GEM2 adlı formun kıç ve başa trim durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

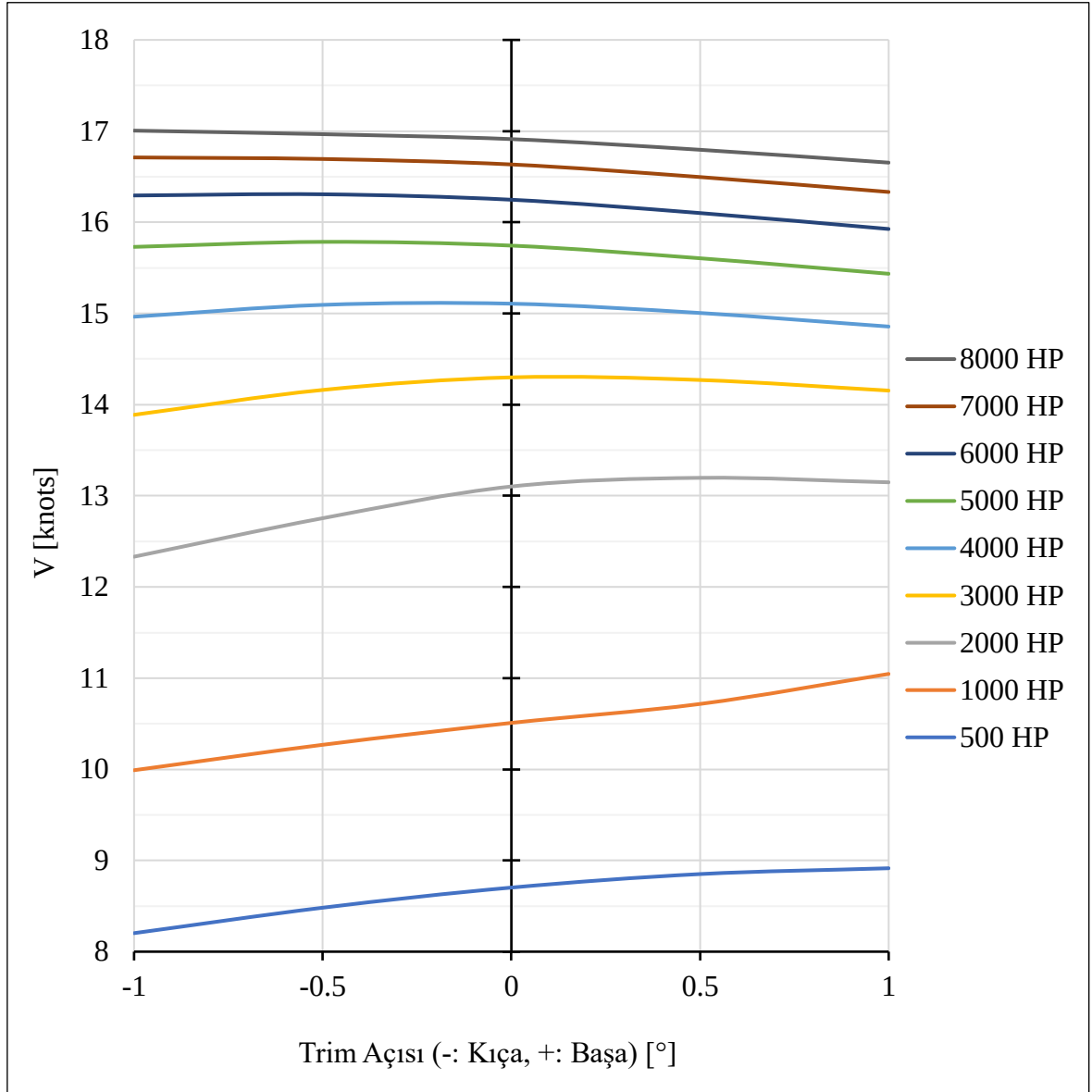
Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
1.0° K1ça	kW	85.32	207.40	412.20	710.60	1205.20	2380.00
0.5° K1ça	kW	74.72	185.74	374.60	638.20	1158.80	2436.00
0°	kW	66.96	169.70	344.80	578.40	1149.20	2516.00
0.5° Başa	kW	61.28	159.08	323.80	558.40	1191.20	2686.00
1.0° Başa	kW	58.60	153.98	294.40	564.60	1263.20	2874.00



Şekil 3.68. GEM2 adlı formun kıç ve başa trim durumuna göre oluşan hallerinin hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.22. GEM2 adlı formun kıça ve başa trim durumlarına göre oluşan hallerinin hızı göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri

Gemi Kodu	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
1.0° K1ça	HP	286.0	695.3	1381.9	2382.3	4040.5	7979.1
0.5° K1ça	HP	250.5	622.7	1255.9	2139.6	3884.9	8166.8
0°	HP	224.5	568.9	1156.0	1939.1	3852.8	8435.0
0.5° Başa	HP	205.4	533.3	1085.6	1872.1	3993.6	9005.0
1.0° Başa	HP	196.5	516.2	987.0	1892.9	4234.9	9635.2



Şekil 3.69. Toplam ana makine gücüne göre GEM2 adlı formun kıça ve başa trimli durumlarında HAD analizlerinden elde edilen hız değerlerinin karşılaştırılması

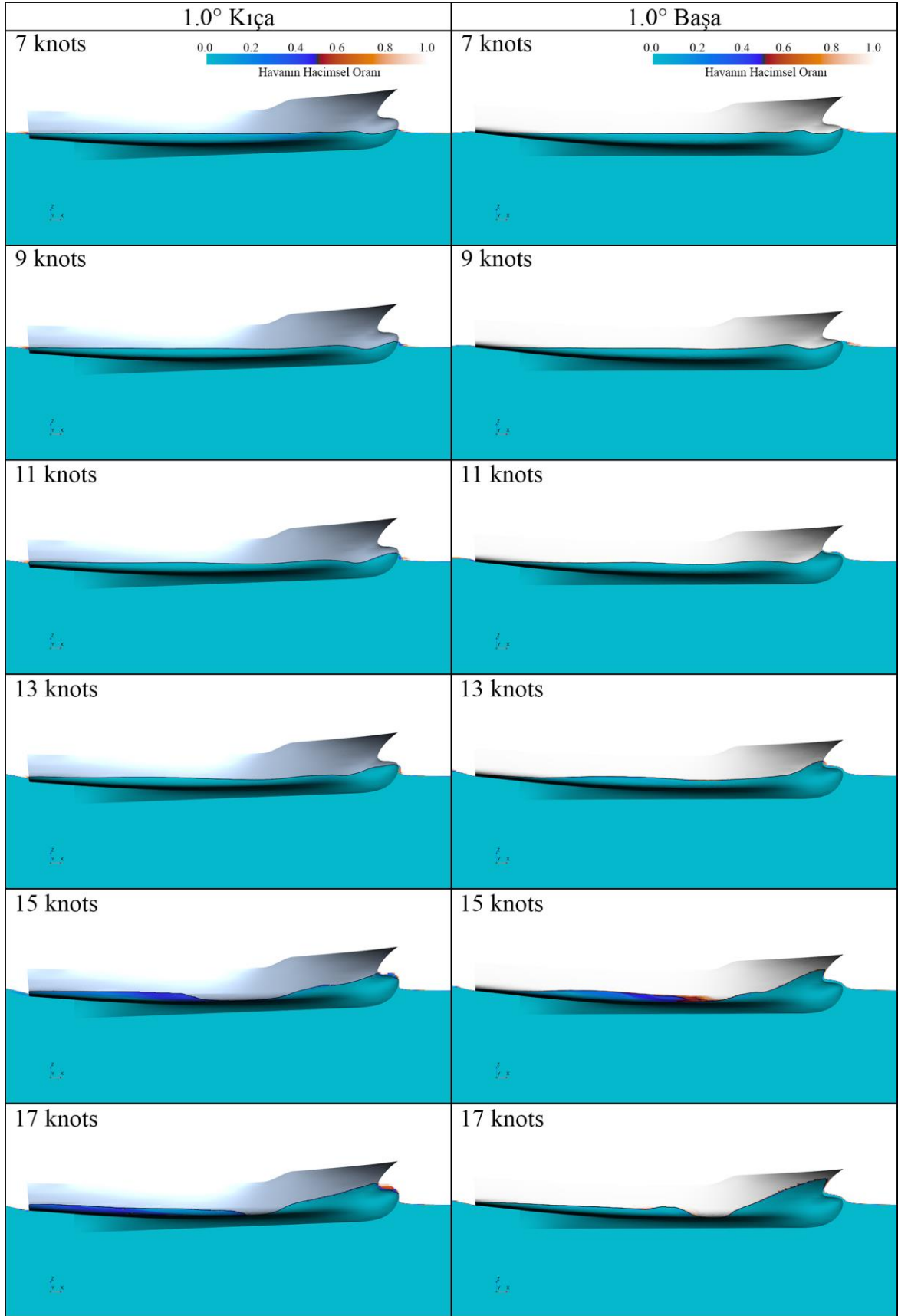
Tablo 3.23. GEM2 adlı formun kıça ve başa trimli durumlarına göre oluşan hallerinin toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri

Gemi Kodu	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)								
	HP	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
1.0° Kıça	knots	8.20	9.99	12.33	13.89	14.96	15.73	16.29	16.71	17.01
0.5° Kıça	knots	8.48	10.27	12.75	14.16	15.09	15.79	16.31	16.69	16.97
0°	knots	8.70	10.51	13.10	14.30	15.11	15.74	16.25	16.63	16.91
0.5° Başa	knots	8.85	10.72	13.20	14.27	15.01	15.61	16.10	16.50	16.80
1.0° Başa	knots	8.92	11.05	13.15	14.15	14.86	15.44	15.93	16.33	16.65

Kıça ve başa trimli hallerdeki HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile 1.0° Kıça ve 1.0° Başa kodlu gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri Şekil 3.70’te gösterilmiştir.

Tablo 3.22 incelendiğinde 7, 9, 11 ve 13 knots hızlarda 1.0° Başa trimli durumdaki toplam ana makine gücü değerleri 1.0° Kıça durumunkilerinden sırasıyla 90 HP, 179 HP, 395 HP ve 489 HP daha azdır. 14.5 knots hızda her iki durumun toplam ana makine gücü değerleri eşit olmaktadır. Bu hızdan sonra 15 ve 17 knots hızlarda 1.0° Kıça trimli durumdaki toplam ana makine gücü değerleri 1.0° Başa durumunkilerinden sırasıyla 194 HP ve 1656 HP daha azdır.

Tablo 2.33’te verildiği üzere 1.0° Kıça trimli durumda ıslak yüzey alanı 825.571 m² iken 1.0° Başa trimli durumda 805.403 m²’dir. Şekil 3.35’te görüldüğü üzere 7, 9, 11 ve 13 knots hızlarda sürtünme direnci daha etkin iken 15 ve 17 knots hızlarda basınç direnci daha etkindir. 1.0° Kıça trimli durumda ıslak yüzey alanı 1.0° Başa trimli durumunkinden fazla olduğu için kıça trimli durumun toplam ana makine gücü değerleri 7, 9, 11 ve 13 knots hızlarda daha fazla çıkmıştır. 15 ve 17 knots hızlarda basınç direnci daha etkin olduğu için 1.0° Başa trimli durumun toplam ana makine gücü değerleri fazla çıkmıştır. Şekil 3.70’te görüldüğü üzere 7, 9, 11 ve 13 knots hızlarda 1.0° Başa trimli durumun ıslak yüzey alanı daha az ve dalga profili daha düzgün görünmektedir. 15 ve 17 knots hızlarda ise 1.0° Başa trimli durumun baş bodoslamasında oluşan dalganın yüksekliği yani basınç direnci 1.0° Kıça trimli durumunkinden daha fazladır.



Şekil 3.70. 1.0° Kıça ve 1.0° Başa kodlu gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri

3.5. KTBG Standart Boyutsuz Ofset Tablosuna Göre Üretilen Formlar Üzerinde Geliştirme Denemeleri

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların 3.2 bölümünde direnç açısından orijinal gemi formlarından daha iyi performansa sahip oldukları gösterilmişti. Bu bölümde, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlar üzerinde düzenlemeler yapılarak direnç açısından daha iyi formlar elde edilmeye çalışılmıştır. Bunun için Tablo 3.24'te genel özellikleri verilen GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemi formları kullanılmıştır. Bu formların omurga ve sintinelerinde, baş bodoslamalarında ve skeg konumlarında belirli düzenlemeler yapılarak HAD direnç analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, direnci daha düşük ve daha fazla olan formlar belirlenmiştir. Böylece KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlar da direnç açısından optimize edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 3.24. GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemi formlarının genel özellikleri

Gemi İsmi	Gemi Kodu	L/B	L	B	D
	L-L/B-D		(m)	(m)	(m)
GEM1	50-2.50-5.0	2.500	50.000	20.000	5.000
GEM2	50-2.75-5.0	2.750	50.000	18.182	5.000
GEM3	50-3.00-5.0	3.000	50.000	16.667	5.000

3.5.1. Omurga ve Sintine Üzerindeki Düzenlemeler

Farklı omurga ve sintine yapılarının direnç üzerindeki etkilerinin araştırılması için KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların omurga ve sintine yapılarında yapılan değişiklikler sonucu oluşturulan formların HAD direnç analizleri yapılmış ve sonuçları sunulmuştur.

3.5.1.1. Düz Omurga Düzenlemesi

Bu bölümde, referans gemilerin (GEM1, GEM2 ve GEM3) omurga yapısına Şekil 2.31'deki gibi düz omurga işlemi yapılarak oluşturulan formların (GEM1ODüz, GEM2ODüz ve GEM3ODüz) HAD direnç analizlerinin sonuçları sunulmuştur.

HAD direnç analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.25'te ve efektif güç değerleri (P_E) Tablo 3.26'da verilmiştir. Efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.27'de ve toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.28'de sunulmuştur.

GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemiler ile GEM1ODüz, GEM2ODüz ve GEM3ODüz adlı formların F_n değerlerine göre toplam direnç katsayısı (C_T) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.71'de ve efektif güç (P_E) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.72'de gösterilmiştir.

GEM1ODüz, GEM2ODüz ve GEM3ODüz adlı formların GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemilere göre toplam ana makine gücü değişim miktarları ise Şekil 3.73'te gösterilmiştir.

Tablo 3.25 ve Şekil 3.71 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak toplam direnç (C_T) değerlerinde; F_n 0.163'te %2.04, F_n 0.210'da %2.18, F_n 0.257'de %1.12, F_n 0.304'te %1.38, F_n 0.350'de %3.17 ve F_n 0.397'de %1.95 oranında azalma görülmüştür.

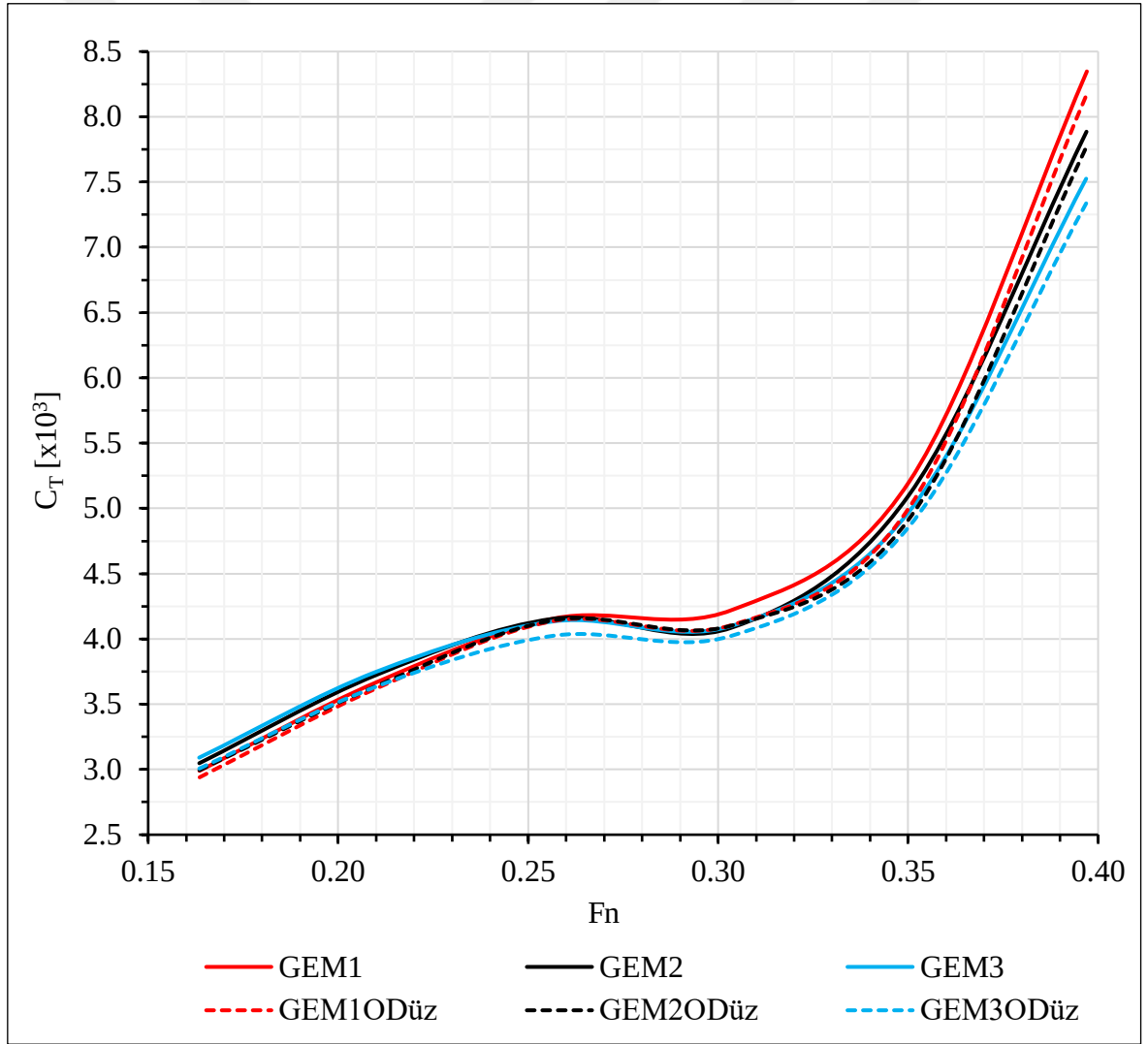
Tablo 3.26 ve Şekil 3.72 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %1.01, 9 knots hızda %1.14, 11 knots hızda %0.08, 13 knots hızda %0.34, 15 knots hızda %2.14 ve 17 knots hızda %0.92 oranında azalma görülmüştür.

Tablo 3.27 ve Şekil 3.73 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı miktarlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 1.94 HP, 9 knots hızda 5.63 HP, 11 knots hızda 0.45 HP, 13 knots hızda 6.71 HP, 15 knots hızda 70.63 HP ve 17 knots hızda 67.72 HP kadar azalma görülmüştür.

Tablo 3.28 incelendiğinde, her formda farklı miktar ve oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 0.028 knots (%0.31), 1000 HP güçte 0.003 knots (%0.03), 2000 HP güçte 0.028 knots (%0.21), 3000 HP güçte 0.062 knots (%0.42), 4000 HP güçte 0.064 knots (%0.41), 5000 HP güçte 0.053 knots (%0.33), 6000 HP güçte 0.038 knots (%0.23), 7000 HP güçte 0.021 knots (%0.12) ve 8000 HP güçte 0.003 knots (%0.02) kadar artış olmuştur.

Tablo 3.25. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

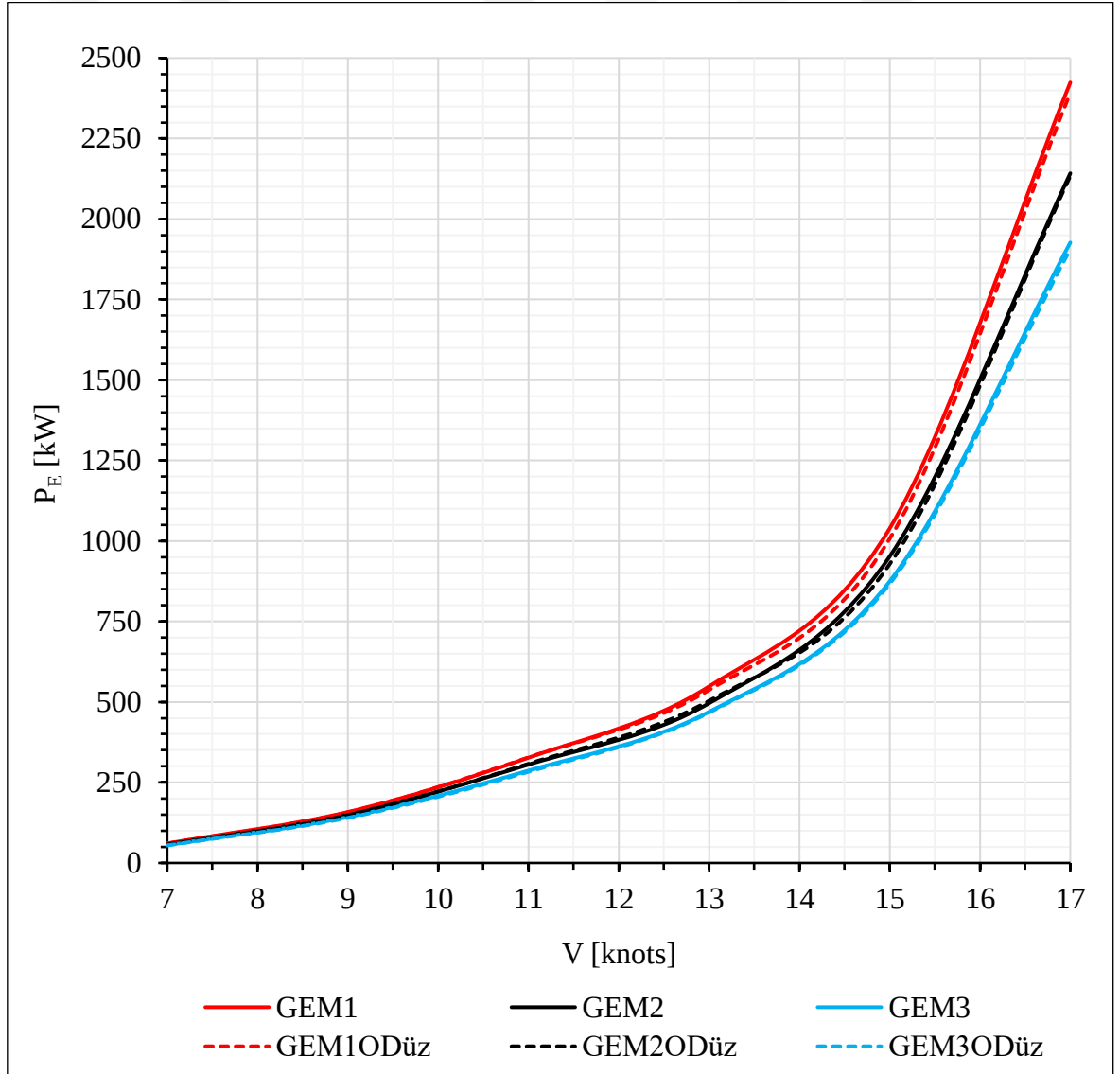
Gemi İsmi	Birim	F_n					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1	$\times 10^3$	2.989	3.670	4.157	4.222	5.206	8.348
GEM1ODüz	$\times 10^3$	2.940	3.623	4.139	4.107	5.012	8.181
GEM2	$\times 10^3$	3.048	3.726	4.155	4.086	5.103	7.886
GEM2ODüz	$\times 10^3$	2.994	3.642	4.144	4.103	4.922	7.777
GEM3	$\times 10^3$	3.090	3.749	4.135	4.099	4.972	7.526
GEM3ODüz	$\times 10^3$	3.007	3.636	4.025	4.024	4.860	7.341



Şekil 3.71. Düz omurga düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.26. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

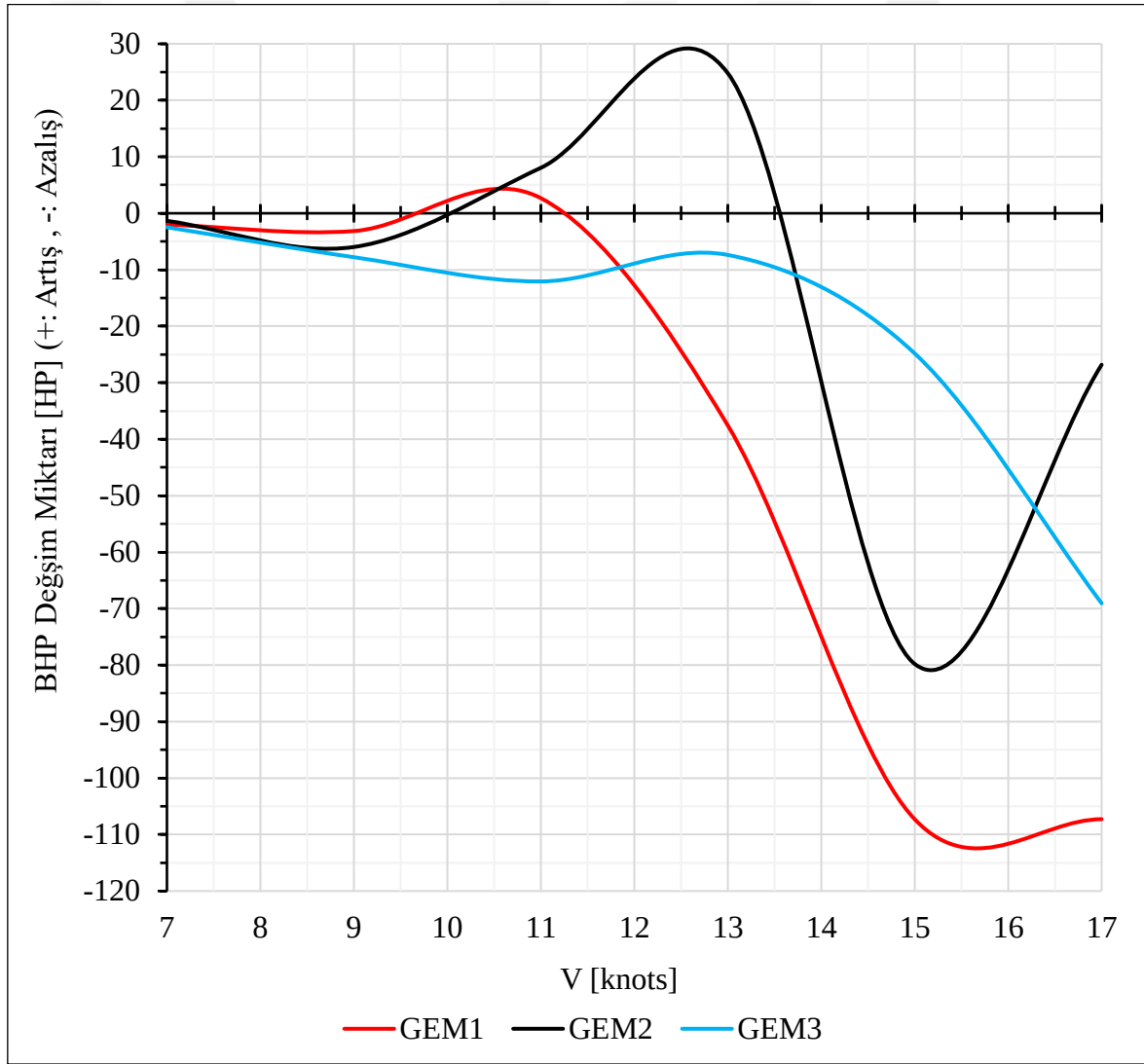
Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	kW	60.62	158.20	327.00	548.40	1039.00	2424.00
GEM1ODüz	kW	60.02	157.26	327.80	537.20	1007.00	2392.00
GEM2	kW	57.80	150.14	305.60	496.20	952.00	2142.00
GEM2ODüz	kW	57.40	148.36	308.00	503.60	928.20	2134.00
GEM3	kW	55.26	142.46	286.80	469.40	874.60	1927.00
GEM3ODüz	kW	54.52	140.14	283.20	467.20	867.20	1906.40



Şekil 3.72. Düz omurga düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.27. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri

Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	HP	203.2	530.4	1096.3	1838.5	3483.3	8126.6
GEM1ODüz	HP	201.2	527.2	1099.0	1801.0	3376.0	8019.3
GEM2	HP	193.8	503.4	1024.5	1663.5	3191.6	7181.2
GEM2ODüz	HP	192.4	497.4	1032.6	1688.3	3111.8	7154.4
GEM3	HP	185.3	477.6	961.5	1573.7	2932.1	6460.4
GEM3ODüz	HP	182.8	469.8	949.4	1566.3	2907.3	6391.3



Şekil 3.73. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin referans formlarınkilere göre değişim miktarları

Tablo 3.28. Düz omurga düzenlemesi yapılan formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri

Gemi İsmi	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)								
	HP	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
GEM1	knots	8.87	10.69	13.29	14.56	15.40	16.01	16.46	16.78	16.98
GEM1ODüz	knots	8.88	10.68	13.37	14.65	15.49	16.09	16.52	16.82	17.00
GEM2	knots	8.99	10.91	13.61	14.82	15.64	16.23	16.67	16.96	17.13
GEM2ODüz	knots	9.01	10.89	13.60	14.89	15.72	16.30	16.70	16.97	17.11
GEM3	knots	9.11	11.15	13.82	15.07	15.88	16.46	16.86	17.13	17.26
GEM3ODüz	knots	9.15	11.20	13.84	15.09	15.91	16.48	16.88	17.14	17.27

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, düz omurga düzenlemesi yapılan formlarda sadece 15 ve 17 knots hızlarda toplam ana makine gücünde bir miktar düşüş gözlemlendiği ancak bu güç azalmasının gemi hızı artışına önemli bir katkı sağlamadığı görülmüştür.

3.5.1.2. Düz Omurga ve Düz Sintine Düzenlemesi

Bu bölümde, düz omurga yapısına sahip gemilerin (GEM1ODüz, GEM2ODüz ve GEM3ODüz) sintine yapısına Şekil 2.32'deki gibi düzleştirme işlemi yapılarak elde edilen formların (GEM1OSDüz, GEM2OSDüz ve GEM3OSDüz) HAD direnç analizlerinin sonuçları sunulmuştur.

HAD direnç analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.29'da ve efektif güç değerleri (P_E) Tablo 3.30'da verilmiştir. Efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.31'de ve toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.32'de sunulmuştur.

GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemiler ile GEM1OSDüz, GEM2OSDüz ve GEM3OSDüz adlı formların F_n değerlerine göre toplam direnç katsayısı (C_T) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.74'te ve efektif güç (P_E) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.75'te gösterilmiştir.

GEM1OSDüz, GEM2OSDüz ve GEM3OSDüz adlı formların GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemilere göre toplam ana makine gücü değişim miktarları ise Şekil 3.76'da gösterilmiştir.

Tablo 3.29 ve Şekil 3.74 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak toplam direnç (C_T) değerlerinde; F_n 0.163'te %3.11, F_n 0.210'da %3.13, F_n 0.257'de %2.08, F_n 0.304'te %1.75, F_n 0.350'de %3.64 ve F_n 0.397'de %0.80 oranında azalma görülmüştür.

Tablo 3.30 ve Şekil 3.75 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %3.02, 9 knots hızda %3.03, 11 knots hızda %1.97, 13 knots hızda %1.66, 15 knots hızda %3.55 ve 17 knots hızda %0.69 oranında azalma görülmüştür.

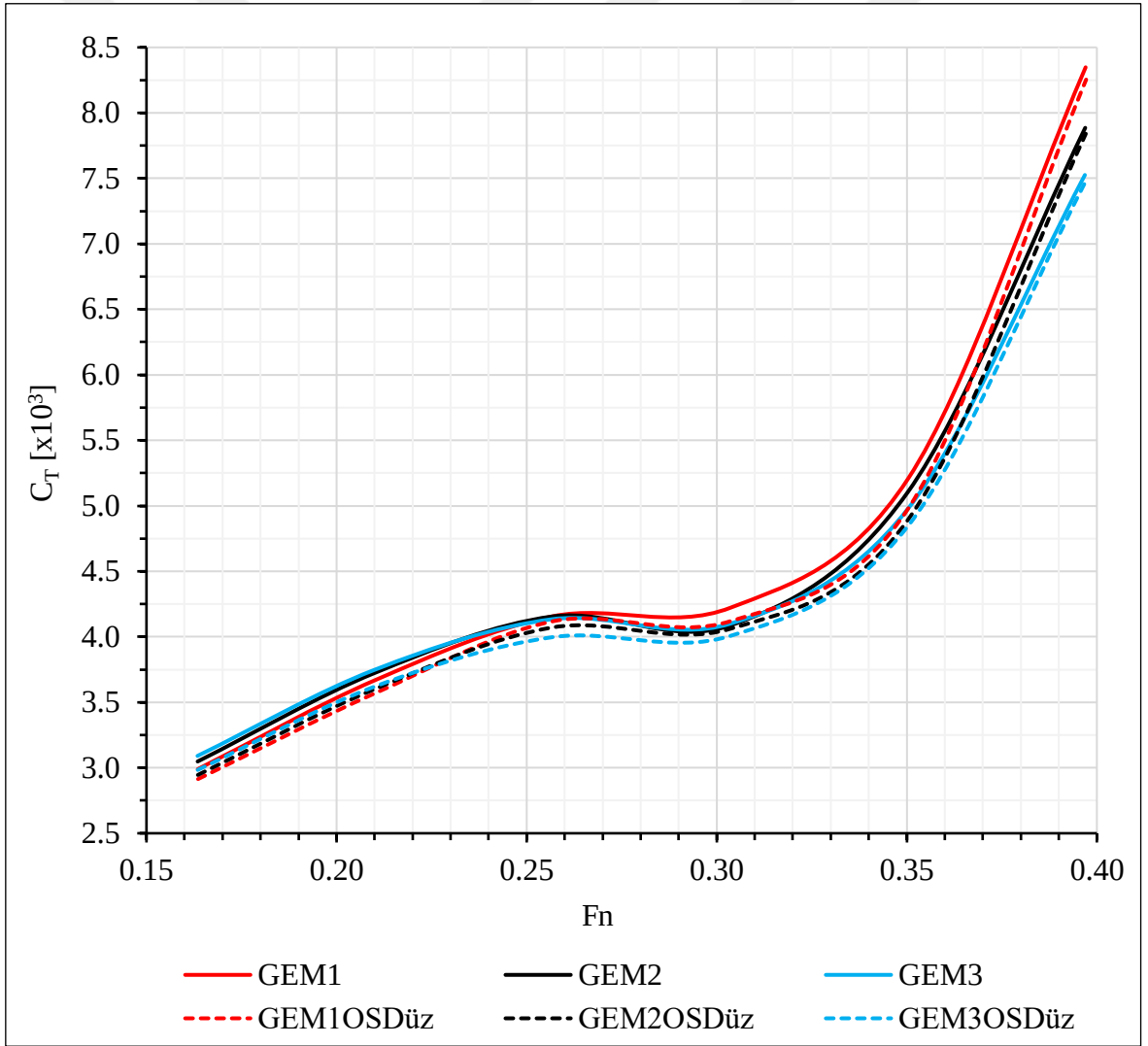
Tablo 3.31 ve Şekil 3.76 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı miktarlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 5.86 HP, 9 knots hızda 15.27 HP, 11 knots hızda 19.89 HP, 13 knots hızda 28.61 HP, 15 knots hızda 116.00 HP ve 17 knots hızda 53.64 HP kadar azalma görülmüştür.

Tablo 3.32 incelendiğinde, her formda farklı miktar ve oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 0.073 knots (%0.81), 1000 HP güçte 0.073 knots (%0.66), 2000 HP güçte 0.072 knots (%0.54), 3000 HP güçte 0.104 knots (%0.70), 4000 HP güçte 0.098 knots (%0.63), 5000 HP güçte 0.075 knots (%0.46), 6000 HP güçte 0.047 knots (%0.29) ve 7000 HP güçte 0.019 knots (%0.11) kadar artış olmuştur. Ancak, 8000 HP güçte gemi hızında 0.012 knots (%0.07) kadar azalma olmuştur.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formlarda toplam ana makine gücünde bir miktar düşüş gözlemlendiği ancak bu güç azalmasının gemi hızı artışına önemli bir katkı sağlamadığı görülmüştür.

Tablo 3.29. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

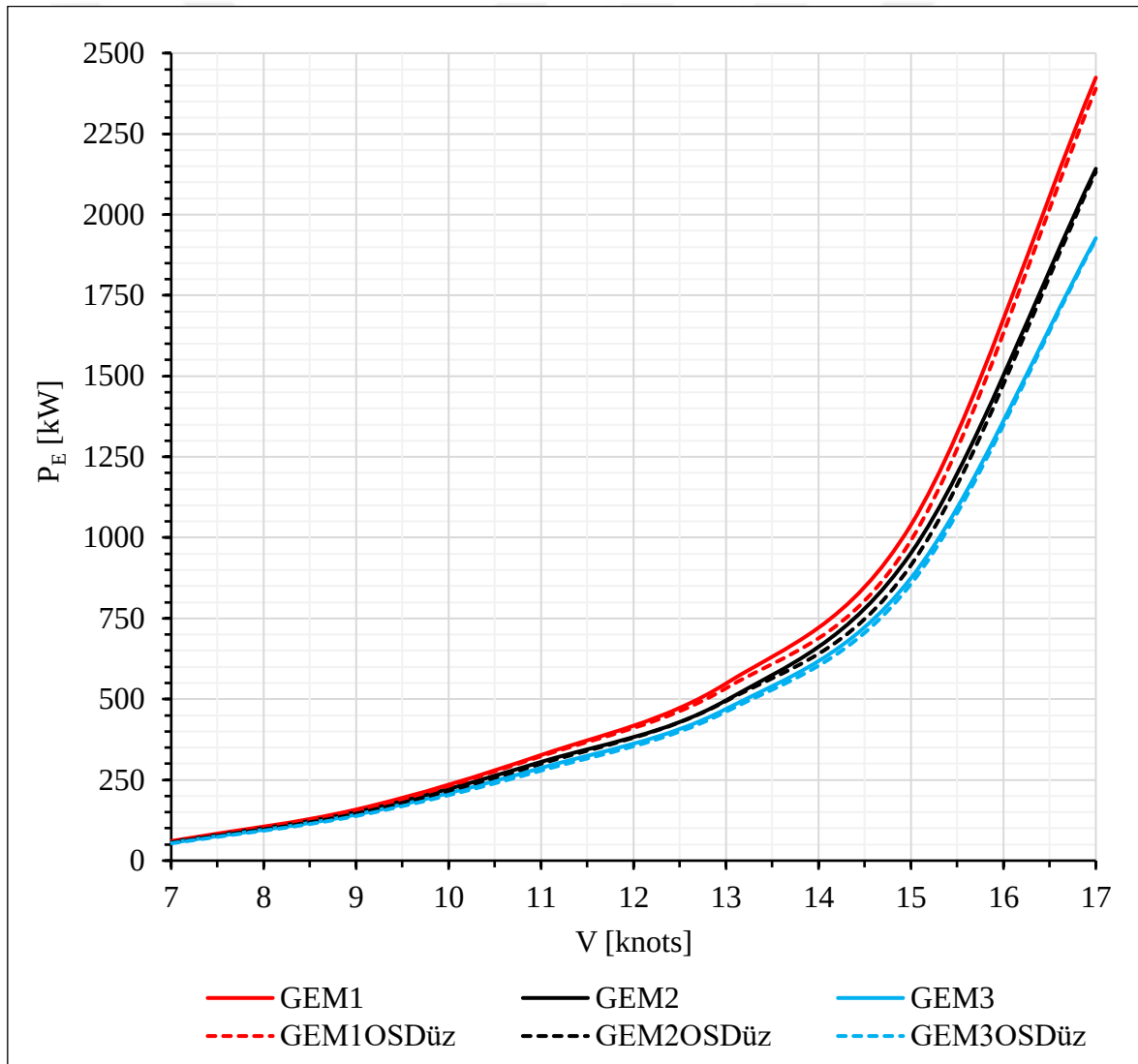
Gemi İsmi	Birim	F_n					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1	$\times 10^3$	2.989	3.670	4.157	4.222	5.206	8.348
GEM1OSDüz	$\times 10^3$	2.914	3.571	4.119	4.120	4.983	8.254
GEM2	$\times 10^3$	3.048	3.726	4.155	4.086	5.103	7.886
GEM2OSDüz	$\times 10^3$	2.945	3.603	4.072	4.062	4.896	7.841
GEM3	$\times 10^3$	3.090	3.749	4.135	4.099	4.972	7.526
GEM3OSDüz	$\times 10^3$	2.984	3.622	3.997	4.007	4.844	7.474



Şekil 3.74. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.30. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

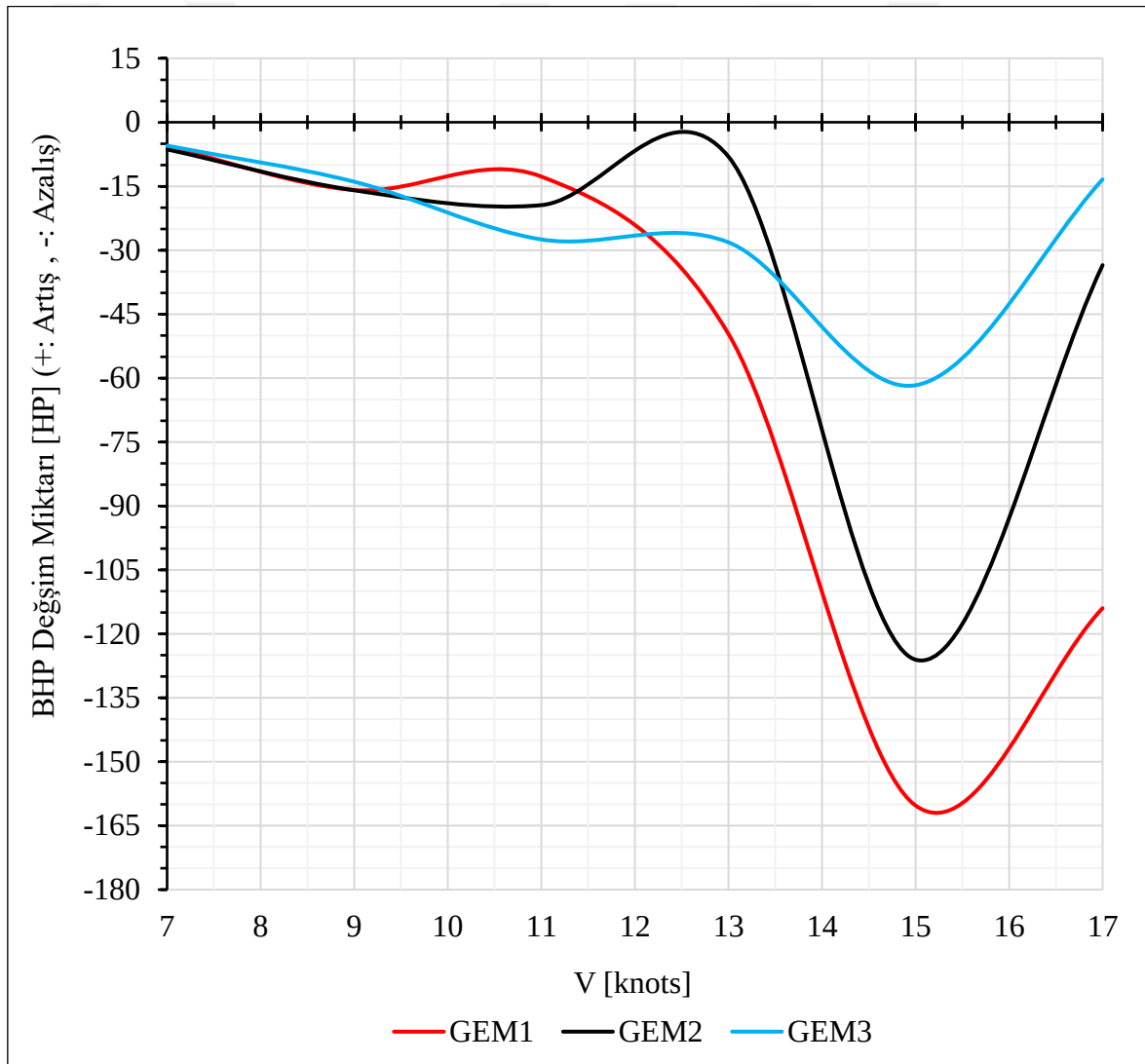
Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	kW	60.62	158.20	327.00	548.40	1039.00	2424.00
GEM1OSDüz	kW	58.92	153.46	323.20	533.60	991.20	2390.00
GEM2	kW	57.80	150.14	305.60	496.20	952.00	2142.00
GEM2OSDüz	kW	55.90	145.38	299.80	493.80	914.40	2132.00
GEM3	kW	55.26	142.46	286.80	469.40	874.60	1927.00
GEM3OSDüz	kW	53.62	138.30	278.60	461.00	856.20	1923.00



Şekil 3.75. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.31. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri

Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	HP	203.2	530.4	1096.3	1838.5	3483.3	8126.6
GEM1OSDüz	HP	197.5	514.5	1083.5	1788.9	3323.1	8012.6
GEM2	HP	193.8	503.4	1024.5	1663.5	3191.6	7181.2
GEM2OSDüz	HP	187.4	487.4	1005.1	1655.5	3065.6	7147.6
GEM3	HP	185.3	477.6	961.5	1573.7	2932.1	6460.4
GEM3OSDüz	HP	179.8	463.7	934.0	1545.5	2870.5	6447.0



Şekil 3.76. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin referans formlarınkilere göre değişim miktarları

Tablo 3.32. Düz omurga ve düz sintine düzenlemesi yapılan formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri

Gemi İsmi	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)								
	HP	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
GEM1	knots	8.87	10.69	13.29	14.56	15.40	16.01	16.46	16.78	16.98
GEM1OSDüz	knots	8.94	10.73	13.40	14.69	15.53	16.12	16.54	16.83	17.00
GEM2	knots	8.99	10.91	13.61	14.82	15.64	16.23	16.67	16.96	17.13
GEM2OSDüz	knots	9.06	10.98	13.66	14.94	15.75	16.32	16.72	16.97	17.11
GEM3	knots	9.11	11.15	13.82	15.07	15.88	16.46	16.86	17.13	17.26
GEM3OSDüz	knots	9.18	11.26	13.88	15.13	15.93	16.49	16.87	17.12	17.23

3.5.2. Baş Kısım (Baş Bodoslama) Düzenlemeleri

Bu bölümde, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlarda, yumrubaşsız durumun, X-Bow tipi baş yapısının ve değişik tipteki (delta, nabla ve eliptik) yumrubaş çeşitlerinin direnç üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

3.5.2.1. Yumrubaşsız ve Yumrubaşı Formların Karşılaştırılması

Bu bölümde, referans gemilerin (GEM1, GEM2 ve GEM3) baş bodoslama yapıları Şekil 2.34'teki gibi yumrubaşsız bir şekilde tasarlanarak oluşturulan formların (GEM1Balbsız, GEM2Balbsız ve GEM3Balbsız) HAD direnç analizlerinin sonuçları sunulmuştur.

HAD direnç analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.33'te ve efektif güç değerleri (P_E) Tablo 3.34'te verilmiştir. Efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.35'te ve toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.36'da sunulmuştur.

GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemiler ile GEM1Balbsız, GEM2Balbsız ve GEM3Balbsız adlı formların F_n değerlerine göre toplam direnç katsayısı (C_T) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.77'de ve efektif güç (P_E) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.78'de gösterilmiştir.

GEM1Balbsiz, GEM2Balbsiz ve GEM3Balbsiz adlı formların GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemilere göre toplam ana makine gücü değişim miktarları ise Şekil 3.79'da gösterilmiştir.

Tablo 3.33 ve Şekil 3.77 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak toplam direnç (C_T) değerlerinde; F_n 0.163'te %14.23 ve F_n 0.210'da %12.20 oranında artış, F_n 0.257'de %1.13, F_n 0.304'te %27.78, F_n 0.350'de %33.65 ve F_n 0.397'de %20.07 oranında azalma görülmüştür.

Tablo 3.34 ve Şekil 3.78 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %14.04 ve 9 knots hızda %9.82 oranında artış, 11 knots hızda %5.01, 13 knots hızda %31.46, 15 knots hızda %37.72 ve 17 knots hızda %25.17 oranında azalma görülmüştür.

Tablo 3.35 ve Şekil 3.79 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı miktarlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 26.98 HP ve 9 knots hızda 47.82 HP kadar artış, 11 knots hızda 56.55 HP, 13 knots hızda 795.45 HP, 15 knots hızda 1946.05 HP ve 17 knots hızda 2453.18 HP kadar azalma görülmüştür.

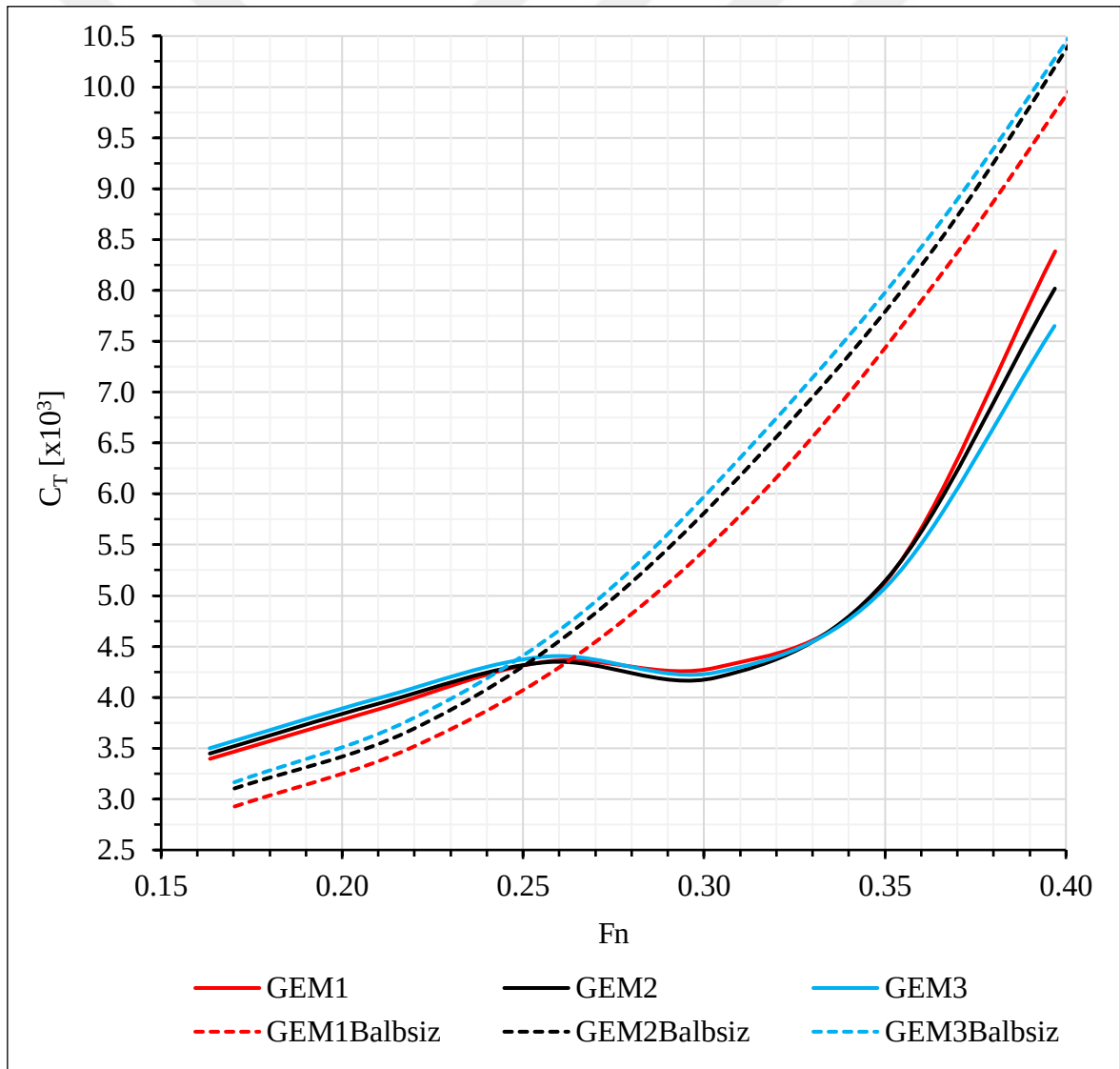
Tablo 3.36 incelendiğinde, her formda farklı miktar ve oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 0.305 knots (%3.35) kadar azalma, 1000 HP güçte 0.036 knots (%0.33), 2000 HP güçte 1.117 knots (%9.02), 3000 HP güçte 1.337 knots (%9.93), 4000 HP güçte 1.379 knots (%9.68), 5000 HP güçte 1.324 knots (%8.88), 6000 HP güçte 1.183 knots (%7.64) ve 7000 HP güçte 0.974 knots (%6.10) ve 8000 HP güçte 0.707 knots (%4.31) kadar artış olmuştur.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, yumrubaşların 10.0-10.5 knots hız aralığında etkinlik göstermeye başladıkları görülmüştür. 10 knots hızdan düşük hızlarda toplam ana makine gücünde ortalama 38 HP kadar artış, gemi hızında ise 0.5 knots kadar azalma görülmüştür. Ancak, 10 knots hızdan sonra toplam ana makine gücünde hızla azalma görülmeye başlanmış ve 11-17 knots hız aralığında ortalama 1310 HP kadar toplam ana makine gücünde düşüş, gemi hızında ise ortalama 1.1 knots kadar artış olduğu tespit edilmiştir. Bu da toplam ana makine gücünde ortalama %25 oranında azalma, gemi hızında ise ortalama %7 oranında artış olduğu anlamına gelmektedir.

Karadeniz tipi balıkçı gemileri genelde 11-15 knots hız aralığında yoğun olarak seyir yaptığı için yumrubaş uygulamasının direnci düşürme açısından yararlı olduğu görülmektedir.

Tablo 3.33. Yumrubaşsız formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

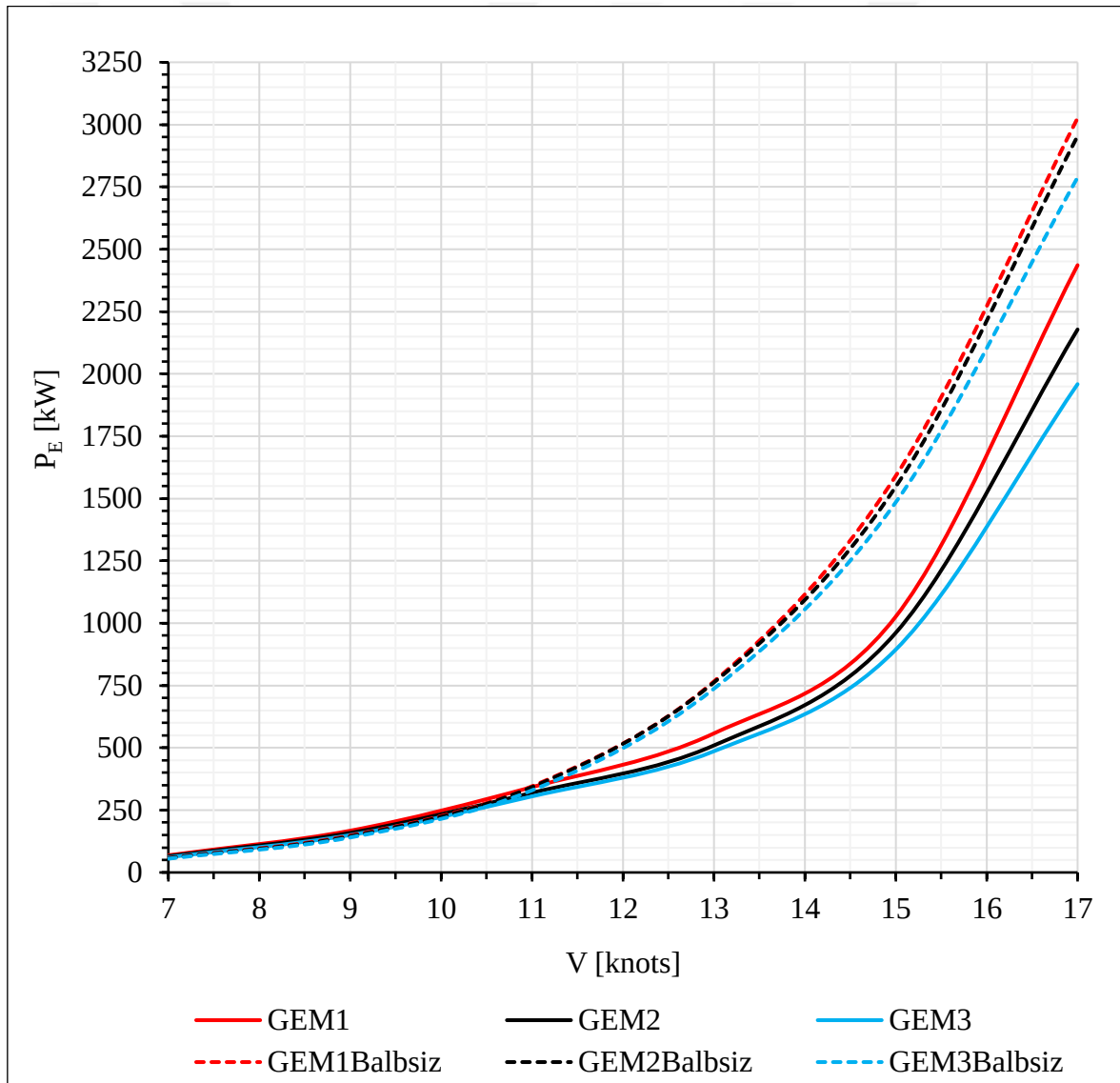
Gemi İsmi	Birim	F_n					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1	$\times 10^3$	3.396	3.885	4.354	4.295	5.143	8.384
GEM1Balbsız	$\times 10^3$	2.879	3.369	4.217	5.579	7.436	9.716
GEM2	$\times 10^3$	3.448	3.939	4.346	4.196	5.153	8.018
GEM2Balbsız	$\times 10^3$	3.065	3.536	4.460	5.961	7.789	10.165
GEM3	$\times 10^3$	3.500	3.992	4.402	4.246	5.081	7.650
GEM3Balbsız	$\times 10^3$	3.118	3.633	4.589	6.130	7.972	10.253



Şekil 3.77. Yumrubaşsız formlar ile referans formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.34. Yumrubaşsız formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

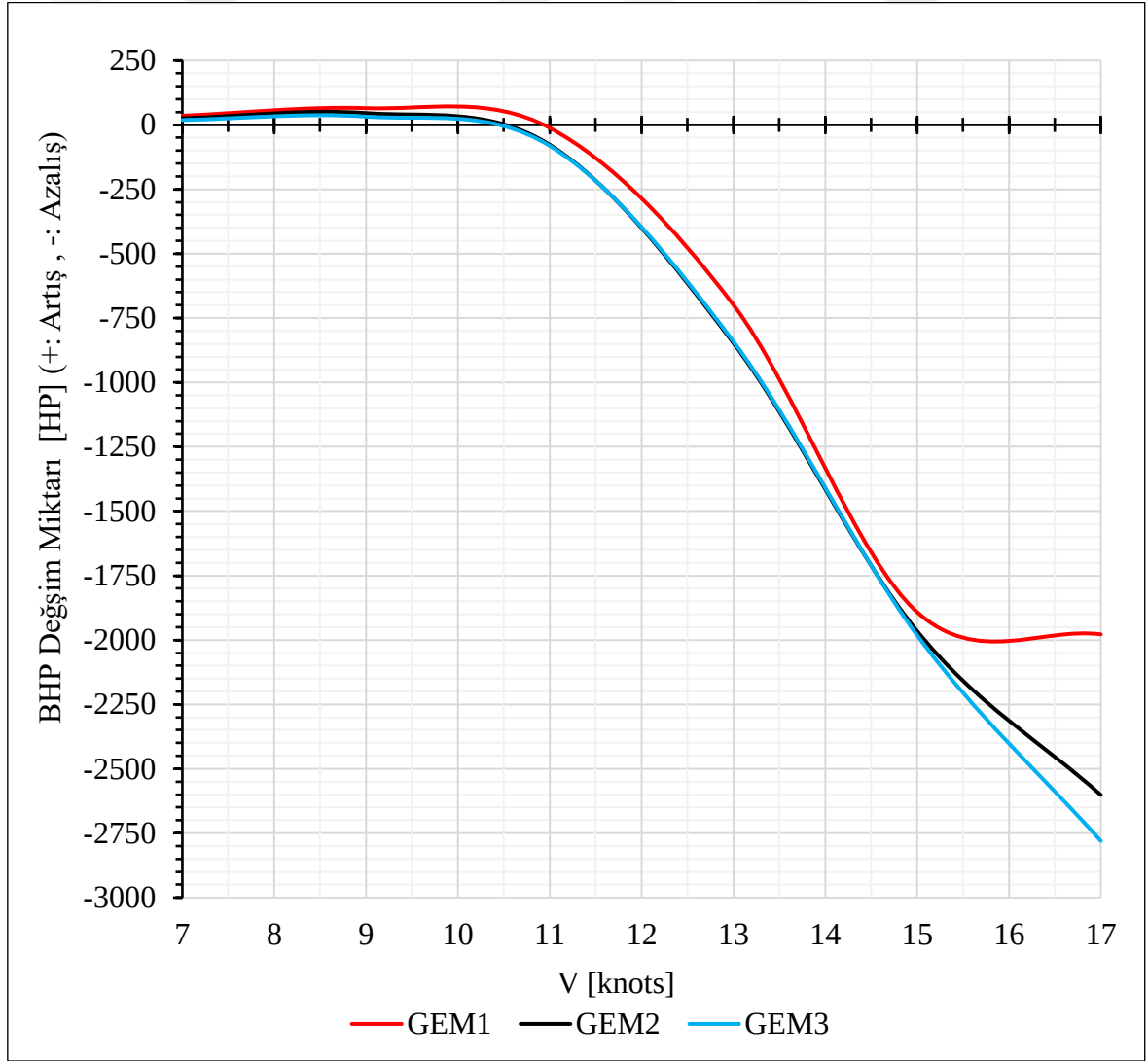
Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	kW	68.88	167.48	342.40	557.80	1026.20	2436.00
GEM1Balbsiz	kW	58.22	148.06	345.80	766.20	1590.40	3026.00
GEM2	kW	65.38	158.76	319.60	509.60	961.20	2178.00
GEM2Balbsiz	kW	57.62	145.04	342.60	762.20	1547.40	2954.00
GEM3	kW	61.00	150.00	305.40	486.20	893.80	1958.80
GEM3Balbsiz	kW	55.28	140.34	329.60	737.00	1484.80	2788.00



Şekil 3.78. Yumrubaşsız formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.35. Yumrubaşsız formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri

Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	HP	230.9	561.5	1147.9	1870.1	3440.4	8166.8
GEM1Balbsiz	HP	195.2	496.4	1159.3	2568.7	5331.9	10144.8
GEM2	HP	219.2	532.3	1071.5	1708.5	3222.5	7301.9
GEM2Balbsiz	HP	193.2	486.3	1148.6	2555.3	5187.7	9903.4
GEM3	HP	204.5	502.9	1023.9	1630.0	2996.5	6567.0
GEM3Balbsiz	HP	185.3	470.5	1105.0	2470.8	4977.9	9346.9

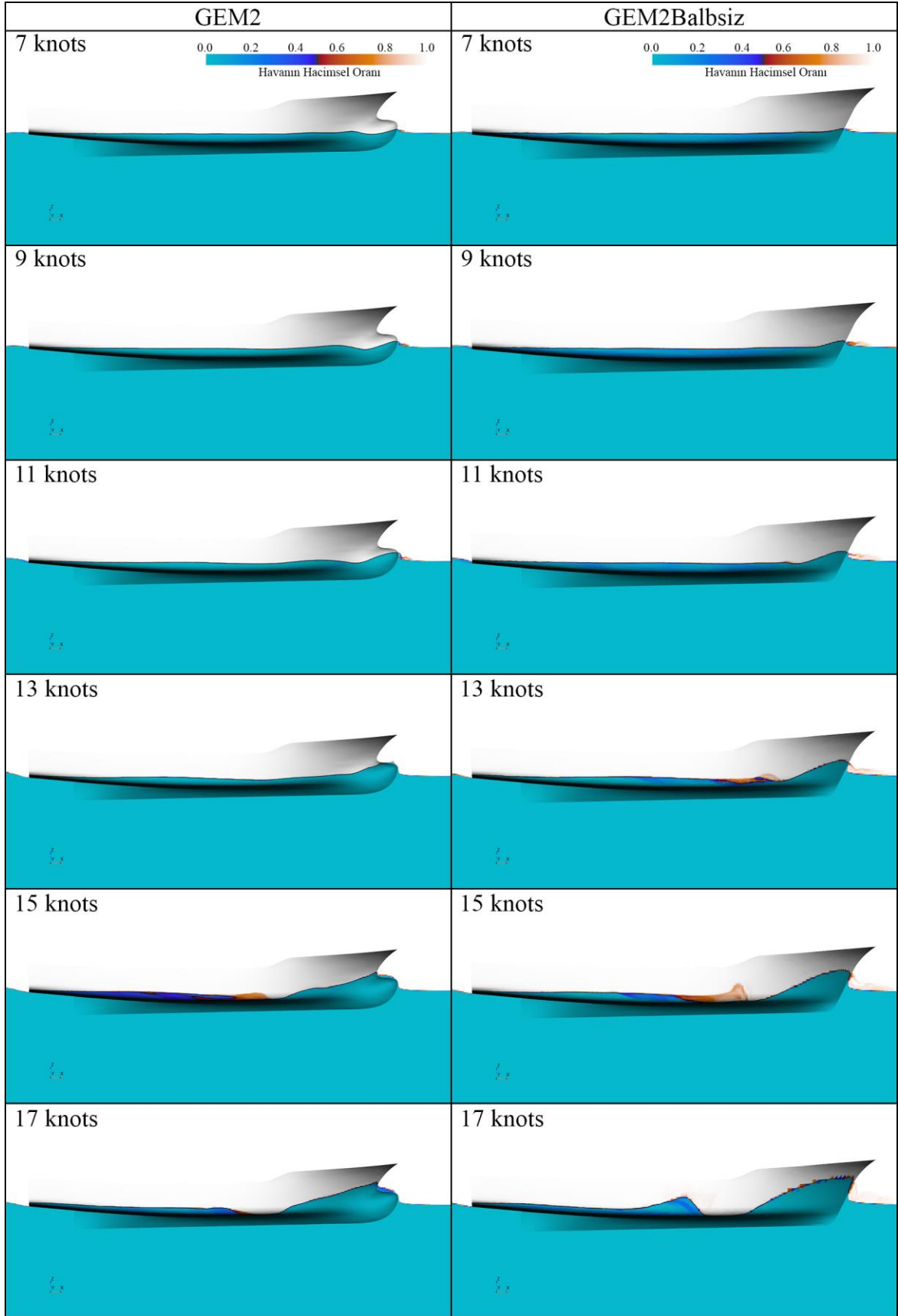


Şekil 3.79. Yumrubaşsız formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin referans formlarınkilere göre değişim miktarları

Tablo 3.36. Yumrubaşsız formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri

Gemi İsmi	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)								
	HP	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
GEM1	knots	8.73	10.53	13.25	14.58	15.44	16.05	16.49	16.80	16.98
GEM1Balbsiz	knots	9.02	10.64	12.35	13.41	14.18	14.81	15.36	15.86	16.29
GEM2	knots	8.85	10.74	13.55	14.79	15.62	16.21	16.64	16.94	17.11
GEM2Balbsiz	knots	9.06	10.67	12.36	13.43	14.23	14.89	15.46	15.95	16.38
GEM3	knots	8.72	10.91	13.72	15.00	15.84	16.42	16.83	17.10	17.24
GEM3Balbsiz	knots	9.14	10.76	12.45	13.53	14.34	15.01	15.60	16.11	16.54

Yumrubaşlı ve yumrubaşsız formların HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile GEM2 ve GEM2Balbsiz adlı gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri Şekil 3.80’de gösterilmiştir. Şekil 3.79’da görüldüğü üzere GEM2 adlı gemide yumrubaş 10.5 knots hızdan sonra etkinlik göstermeye başlamış ve toplam ana makine gücünde 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla 847 HP, 1965 HP ve 2602 HP kadar azalma sağlamıştır. Şekil 3.80’de görüldüğü üzere 13, 15 ve 17 knots hızlarda yumrubaşsız formda yumrubaşlı forma göre giderek baş bodoslama önünde oluşan dalga yüksekliği artmış ve baş omuzlukların bitiminde oluşan dalga çukuru derinleşmiş ve de devamında yeni bir dalga tepesi oluşmaya başlamıştır.



Şekil 3.80. GEM2 ve GEM2Balbsiz adlı gemilerin tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri

3.5.2.2. X-Bow Tipi Baş Düzenlemesi

Bu bölümde, referans gemilerin (GEM1, GEM2 ve GEM3) baş bodoslama yapıları Şekil 2.36'daki gibi X-Bow tipinde tasarlanarak oluşturulan formların (GEM1XBow, GEM2XBow ve GEM3XBow) HAD direnç analizlerinin sonuçları sunulmuştur.

HAD direnç analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.37'de ve efektif güç değerleri (P_E) Tablo 3.38'de verilmiştir. Efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.39'da ve toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.40'da sunulmuştur.

GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemiler ile GEM1XBow, GEM2XBow ve GEM3XBow adlı formların F_n değerlerine göre toplam direnç katsayısı (C_T) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.81'de ve efektif güç (P_E) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.82'de gösterilmiştir.

GEM1XBow, GEM2XBow ve GEM3XBow adlı formların GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemilere göre toplam ana makine gücü değişim miktarları ise Şekil 3.83'te gösterilmiştir.

Tablo 3.37 ve Şekil 3.81 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak toplam direnç (C_T) değerlerinde; F_n 0.163'te %7.07, F_n 0.210'da %10.02 ve F_n 0.257'de %4.91 oranında azalma, F_n 0.304'te %9.04 ve F_n 0.350'de %7.21 oranında artış ve F_n 0.397'de %4.39 oranında azalma görülmüştür.

Tablo 3.38 ve Şekil 3.82 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %7.16, 9 knots hızda %10.10 ve 11 knots hızda %4.99 oranında azalma, 13 knots hızda %8.93 ve 15 knots hızda %7.11 oranında artış ve 17 knots hızda %4.50 oranında azalma görülmüştür.

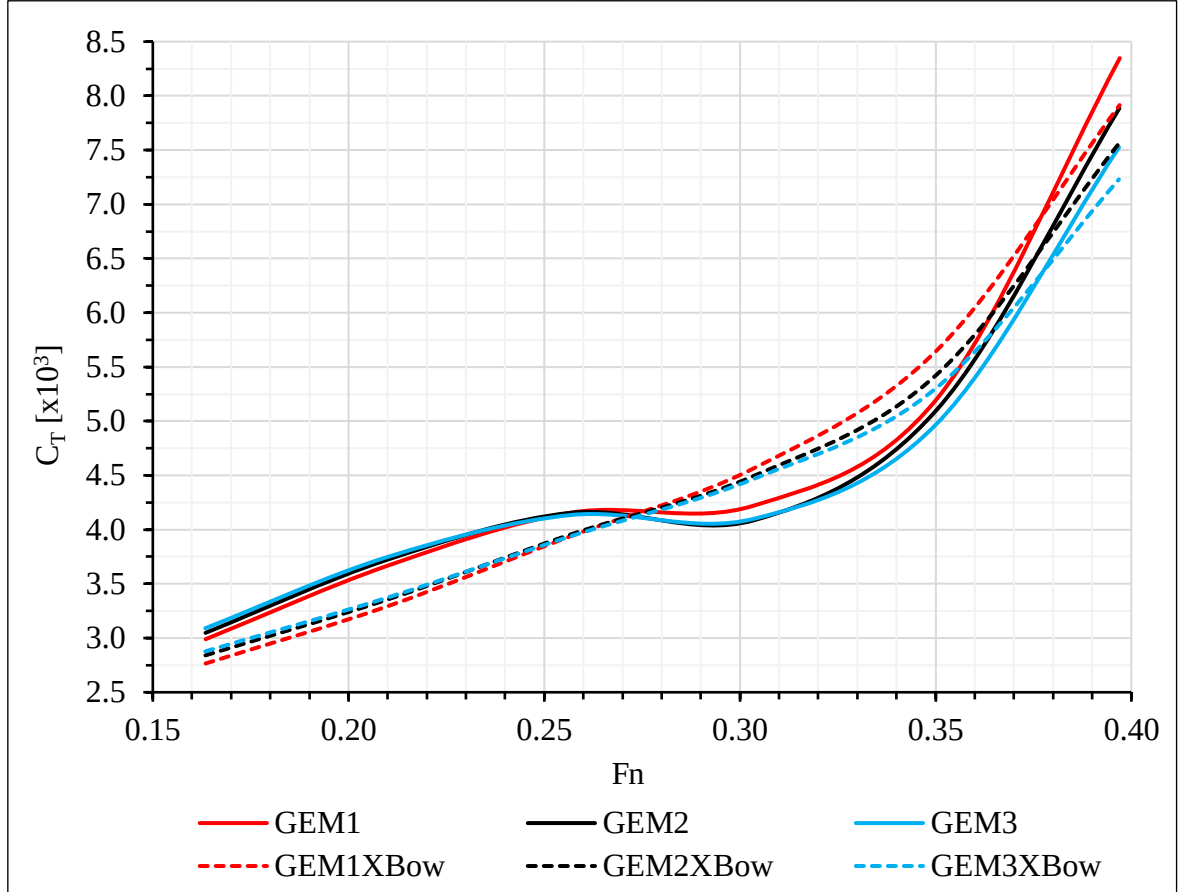
Tablo 3.39 ve Şekil 3.83 birlikte değerlendirildiğinde, her formda farklı miktarlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 13.92 HP, 9 knots hızda 50.91 HP ve 11 knots hızda 51.41 HP kadar azalma, 13 knots hızda 150.64 HP ve 15 knots hızda 229.31 HP kadar artış ve 17 knots hızda 330.11 HP kadar azalma görülmüştür.

Tablo 3.40 incelendiğinde, her formda farklı miktar ve oranlarda olmak üzere, üç formun ortalaması olarak gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 0.250 knots (%2.78) ve 1000 HP güçte 0.163 knots (%1.50) kadar artış, 2000 HP güçte 0.296 knots (%2.18), 3000 HP güçte 0.230 knots (%1.56), 4000 HP güçte 0.150 knots (%0.96), 5000 HP güçte 0.076 knots

(%0.47) ve 6000 HP güçte 0.002 knots (%0.01) kadar azalma, 7000 HP güçte 0.075 knots (%0.44) ve 8000 HP güçte 0.156 knots (%0.91) kadar artış olmuştur.

Tablo 3.37. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

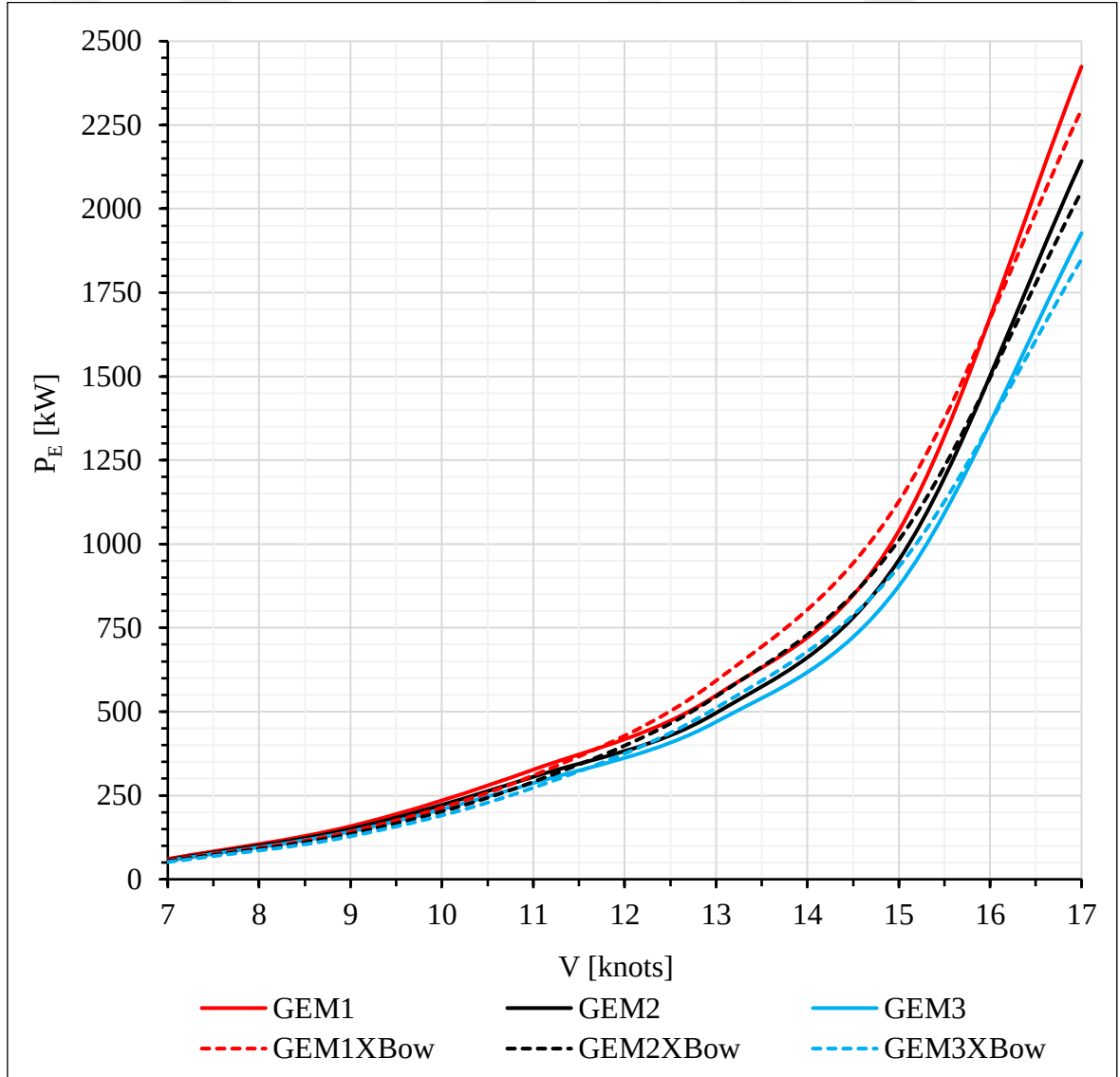
Gemi İsmi	Birim	F_n					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1	$\times 10^3$	2.989	3.670	4.157	4.222	5.206	8.348
GEM1XBow	$\times 10^3$	2.765	3.296	3.941	4.566	5.653	7.915
GEM2	$\times 10^3$	3.048	3.726	4.155	4.086	5.103	7.886
GEM2XBow	$\times 10^3$	2.840	3.358	3.956	4.495	5.428	7.565
GEM3	$\times 10^3$	3.090	3.749	4.135	4.099	4.972	7.526
GEM3XBow	$\times 10^3$	2.877	3.375	3.939	4.467	5.305	7.230



Şekil 3.81. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.38. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

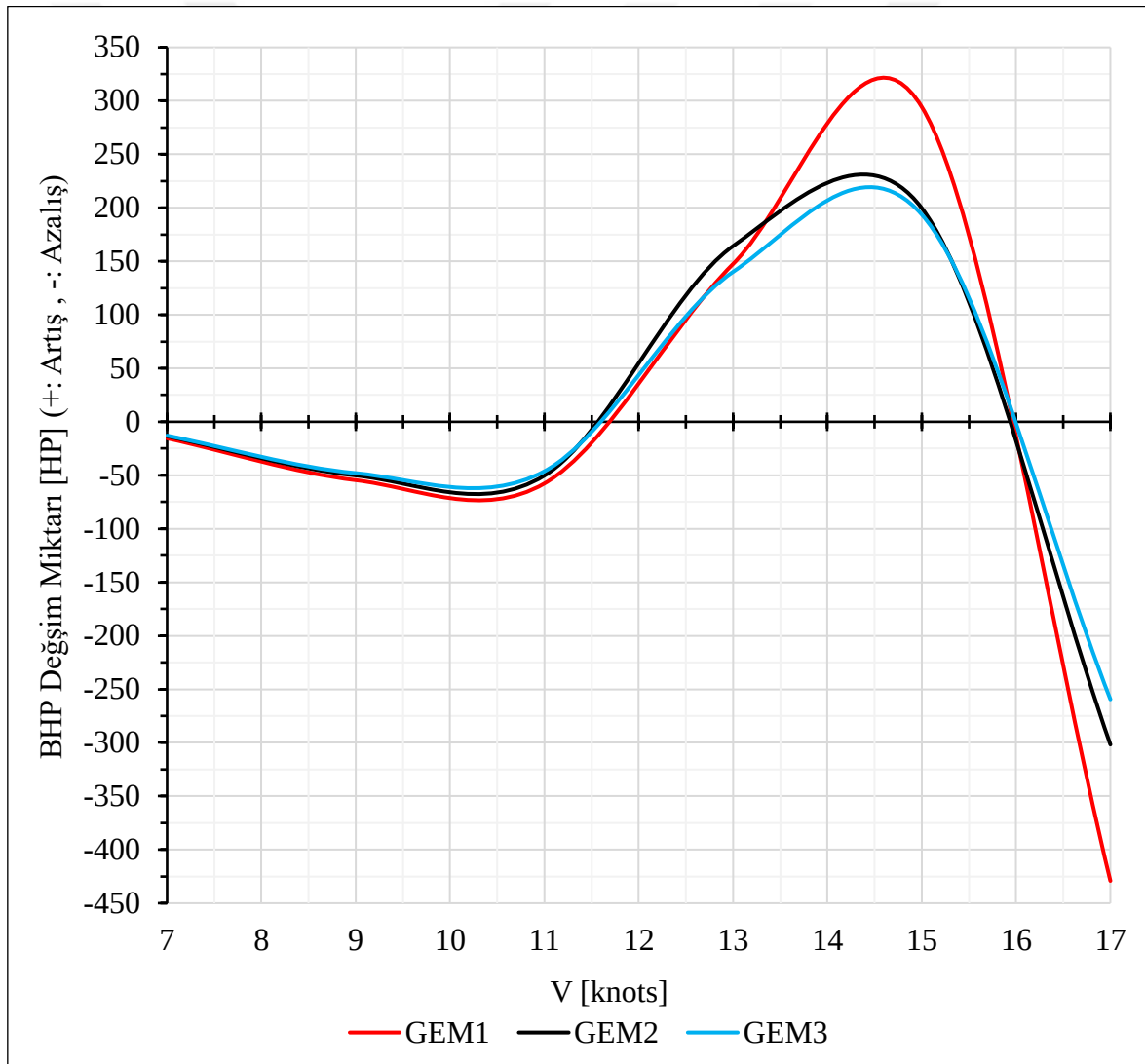
Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	kW	60.62	158.20	327.00	548.40	1039.00	2424.00
GEM1XBow	kW	56.02	141.92	309.80	592.40	1126.80	2296.00
GEM2	kW	57.80	150.14	305.60	496.20	952.00	2142.00
GEM2XBow	kW	53.80	135.18	290.60	545.20	1011.60	2052.00
GEM3	kW	55.26	142.46	286.80	469.40	874.60	1927.00
GEM3XBow	kW	51.40	128.14	273.00	511.20	932.40	1849.60



Şekil 3.82. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.39. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri

Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	HP	203.2	530.4	1096.3	1838.5	3483.3	8126.6
GEM1XBow	HP	187.8	475.8	1038.6	1986.1	3777.7	7697.5
GEM2	HP	193.8	503.4	1024.5	1663.5	3191.6	7181.2
GEM2XBow	HP	180.4	453.2	974.3	1827.8	3391.4	6879.4
GEM3	HP	185.3	477.6	961.5	1573.7	2932.1	6460.4
GEM3XBow	HP	172.3	429.6	915.2	1713.8	3125.9	6200.9



Şekil 3.83. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin referans formlarınkilere göre değişim miktarları

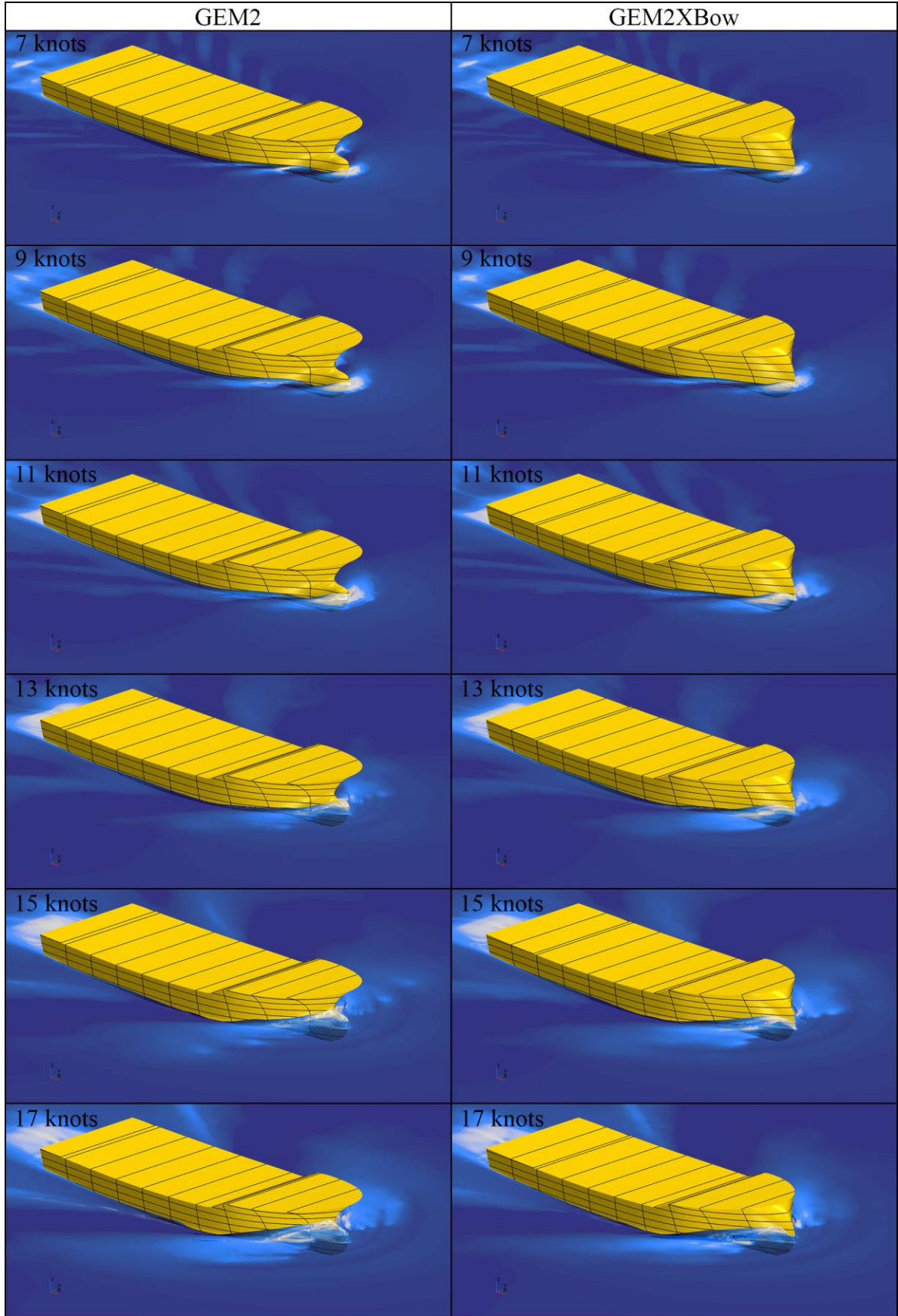
Tablo 3.40. X-Bow tipi baş düzenlemesi yapılan formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri

Gemi İsmi	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)								
	HP	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
GEM1	knots	8.87	10.69	13.29	14.56	15.40	16.01	16.46	16.78	16.98
GEM1XBow	knots	9.12	10.89	13.02	14.28	15.18	15.86	16.39	16.79	17.08
GEM2	knots	8.99	10.91	13.61	14.82	15.64	16.23	16.67	16.96	17.13
GEM2XBow	knots	9.23	11.08	13.29	14.61	15.52	16.18	16.68	17.04	17.28
GEM3	knots	9.11	11.15	13.82	15.07	15.88	16.46	16.86	17.13	17.26
GEM3XBow	knots	9.37	11.27	13.52	14.87	15.78	16.44	16.92	17.27	17.49

Yapılan değerlendirmeler sonucunda X-Bow tipi baş bodoslamanın, 7.0-11.5 knots hız aralığında toplam direnci düşürdüğü, 11.5-16.0 knots hız aralığında artırdığı ve 16.0-17.0 knots aralığında ise yine düşürdüğü görülmüştür. 7-11.5 knots hız aralığında toplam ana makine gücünde ortalama 38 HP (ortalama %7.42) kadar düşüş, gemi hızında ise ortalama 0.20 knots (ortalama %2.14) kadar artış olduğu görülmüştür. Ancak, 11.5-16.0 knots hız aralığında toplam ana makine gücünde ortalama 190 HP (ortalama %8) kadar artış, gemi hızında ise ortalama 0.15 knots (ortalama %1) kadar azalma olduğu tespit edilmiştir. 16-17 knots hız aralığında ise toplam ana makine gücünde ortalama 150 HP (ortalama %2.25) kadar azalma ve gemi hızında ise ortalama 0.11 knots (ortalama %0.68) kadar artış olduğu görülmüştür.

Karadeniz tipi balıkçı gemileri genelde 11-15 knots hız aralığında yoğun olarak seyir yaptığı ve X-Bow tipi baş bodoslama yapısına sahip formların bu aralıkta toplam dirençleri arttığı için normal yumrubaşı formların kullanılması direnç açısından daha uygundur. Ancak, 11 knots hız altında çalışacak KTBG formlarının X-Bow tipi baş bodoslama yapısına sahip bir şekilde inşa edilmesi daha makuldür.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formlar ile X-Bow tipi baş düzenlemesine sahip formların HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile GEM2 ve GEM2XBow adlı gemilerin serbest su yüzeyinde oluşturdukları ve tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri Şekil 3.84'te gösterilmiştir.



Şekil 3.84. GEM2 ve GEM2XBow adlı gemilerin serbest su yüzeyinde oluşturdukları ve tekne yüzeyinde hıza göre oluşan dalga paternleri

3.5.2.3. Delta, Nabla ve Eliptik Tip Yumrubaş Düzenlemeleri

Bu bölümde, GEM2ODüz adlı geminin baş bodoslamasına Şekil 2.37'deki gibi delta (Δ), eliptik (0) ve nabla (∇) tipi yumrubaş uygulamaları yapılarak oluşturulan formların (GEM2ODüzDelta, GEM2ODüzEliptikV1, GEM2ODüzEliptikV2, GEM2ODüzEliptikV3, GEM2ODüzNablaV1 ve GEM2ODüzNablaV2) HAD direnç analizlerinin sonuçları sunulmuştur.

HAD direnç analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.41'de ve efektif güç değerleri (P_E) Tablo 3.42'de verilmiştir. Efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.43'te ve toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.44'te sunulmuştur.

GEM2, GEM2ODüz adlı gemiler ile GEM2ODüzDelta, GEM2ODüzEliptikV1, GEM2ODüzEliptikV2, GEM2ODüzEliptikV3, GEM2ODüzNablaV1 ve GEM2ODüzNablaV2 adlı formların F_n değerlerine göre toplam direnç katsayısı (C_T) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.85'te ve efektif güç (P_E) eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 3.86'da gösterilmiştir.

GEM2ODüz, GEM2ODüzDelta, GEM2ODüzEliptikV1, GEM2ODüzEliptikV2, GEM2ODüzEliptikV3, GEM2ODüzNablaV1 ve GEM2ODüzNablaV2 adlı formların GEM2 adlı gemiye göre toplam ana makine gücü değişim miktarları ise Şekil 3.87'de gösterilmiştir.

Tablo 3.41 ve Şekil 3.85 birlikte değerlendirildiğinde toplam direnç (C_T) değerleri açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Delta yumrubaşlı formda toplam direnç (C_T) değerlerinde; F_n 0.163'te %45.70 ve F_n 0.210'da %38.45 oranında artış, F_n 0.257'de %1.02, F_n 0.304'te %19.56 ve F_n 0.350'de %10.06 oranında azalma ve F_n 0.397'de %1.70 oranında artış görülmüştür.
- NablaV1 yumrubaşlı formda toplam direnç (C_T) değerlerinde; F_n 0.163'te %8.58 ve F_n 0.210'da %2.36 oranında azalma, F_n 0.257'de %13.42 ve F_n 0.304'te %21.21 oranında artış, F_n 0.350'de %0.47 ve F_n 0.397'de %6.82 oranında azalma görülmüştür.
- NablaV2 yumrubaşlı formda toplam direnç (C_T) değerlerinde; F_n 0.163'te %8.95 ve F_n 0.210'da %2.94 oranında azalma, F_n 0.257'de %13.43 ve F_n 0.304'te %21.01

ve Fn 0.350'de %7.13 oranında artış ve Fn 0.397'de %5.25 oranında azalma görülmüştür.

- EliptikV1 yumrubaşlı formda toplam direnç (C_T) değerlerinde; Fn 0.163'te %50.31, Fn 0.210'da %50.95, Fn 0.257'de %61.41 ve Fn 0.304'te %11.81 oranında artış, Fn 0.350'de %8.07 ve Fn 0.397'de %11.11 oranında azalma görülmüştür.
- EliptikV2 yumrubaşlı formda toplam direnç (C_T) değerlerinde; Fn 0.163'te %2.63 oranında azalma, Fn 0.210'da %21.04, Fn 0.257'de %39.18, Fn 0.304'te %41.03 ve Fn 0.350'de %14.91 oranında artış ve Fn 0.397'de %3.71 oranında azalma görülmüştür.
- EliptikV3 yumrubaşlı formda toplam direnç (C_T) değerlerinde; Fn 0.163'te %7.07 ve Fn 0.210'da %9.11 oranında azalma, Fn 0.257'de %6.20, Fn 0.304'te %40.04, Fn 0.350'de %40.15 ve Fn 0.397'de %14.12 oranında artış görülmüştür.

Tablo 3.42 ve Şekil 3.86 birlikte değerlendirildiğinde efektif güç (P_E) değerleri açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Delta yumrubaşlı formda efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %50.87 ve 9 knots hızda %40.94 oranında artış, 11 knots hızda %0.39, 13 knots hızda %17.73 ve 15 knots hızda %3.93 oranında azalma ve 17 knots hızda %8.78 oranında artış görülmüştür.
- NabloV1 yumrubaşlı formda efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %7.02 ve 9 knots hızda %0.68 oranında azalma, 11 knots hızda %15.38, 13 knots hızda %23.30 ve 15 knots hızda %1.24 oranında artış ve 17 knots hızda %5.23 oranında azalma görülmüştür.
- NabloV2 yumrubaşlı formda efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %7.68 ve 9 knots hızda %1.56 oranında azalma, 11 knots hızda %15.05 ve 13 knots hızda %22.69 ve 15 knots hızda %8.66 oranında artış ve 17 knots hızda %3.92 oranında azalma görülmüştür.
- EliptikV1 yumrubaşlı formda efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %53.36, 9 knots hızda %53.99, 11 knots hızda %64.73 ve 13 knots hızda %14.03 oranında artış, 15 knots hızda %6.20 ve 17 knots hızda %9.33 oranında azalma görülmüştür.
- EliptikV2 yumrubaşlı formda efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %0.80 oranında azalma, 9 knots hızda %23.36, 11 knots hızda %41.88, 13 knots hızda %43.69 ve 15 knots hızda %17.10 oranında artış ve 17 knots hızda %1.87 oranında azalma görülmüştür.

- EliptikV3 yumrubaşı formda efektif güç (P_E) değerlerinde; 7 knots hızda %4.01 ve 9 knots hızda %6.10 oranında azalma, 11 knots hızda %9.75, 13 knots hızda %44.66, 15 knots hızda %44.77 ve 17 knots hızda %17.83 oranında artış görülmüştür.

Tablo 3.43 ve Şekil 3.87 birlikte değerlendirildiğinde toplam ana makine gücü (BHP) değerleri açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Delta yumrubaşı formda toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 98.57 HP ve 9 knots hızda 206.05 HP kadar artış, 11 knots hızda 4.02 HP, 13 knots hızda 295.02 HP ve 15 knots hızda 125.39 HP kadar azalma ve 17 knots hızda 630.28 HP kadar artış görülmüştür.
- NablaV1 yumrubaşı formda toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 13.61 HP ve 9 knots hızda 3.42 HP kadar azalma, 11 knots hızda 157.57 HP, 13 knots hızda 387.56 HP ve 15 knots hızda 39.56 HP kadar artış ve 17 knots hızda 375.49 HP kadar azalma görülmüştür.
- NablaV2 yumrubaşı formda toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 14.89 HP ve 9 knots hızda 7.84 HP kadar azalma, 11 knots hızda 154.22 HP, 13 knots hızda 377.50 HP ve 15 knots hızda 276.25 HP kadar artış ve 17 knots hızda 281.61 HP kadar azalma görülmüştür.
- EliptikV1 yumrubaşı formda toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 103.39 HP, 9 knots hızda 271.76 HP, 11 knots hızda 663.14 HP ve 13 knots hızda 233.34 HP kadar artış, 15 knots hızda 197.80 HP ve 17 knots hızda 669.84 HP kadar azalma görülmüştür.
- EliptikV2 yumrubaşı formda toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 1.54 HP kadar azalma, 9 knots hızda 117.61 HP, 11 knots hızda 429.13 HP, 13 knots hızda 726.83 HP ve 15 knots hızda 545.80 HP kadar artış ve 17 knots hızda 314.10 HP kadar azalma görülmüştür.
- EliptikV3 yumrubaşı formda toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde; 7 knots hızda 7.78 HP ve 9 knots hızda 30.71 HP kadar azalma, 11 knots hızda 99.91 HP, 13 knots hızda 742.93 HP, 15 knots 1428.86 HP ve 17 knots hızda 1280.68 HP kadar artış görülmüştür.

Tablo 3.44 incelendiğinde, gemi hızı değerleri açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Delta yumrubaşlı formda gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 1.046 knots (%11.64), 1000 HP güçte 0.087 knots (%0.80) kadar azalma, 2000 HP güçte 0.405 knots (%2.98), 3000 HP güçte 0.127 knots (%0.86) ve 4000 HP güçte 0.002 knots (%0.01) kadar artış, 5000 HP güçte 0.055 knots (%0.34) ve 6000 HP güçte 0.085 knots (%0.51), 7000 HP güçte 0.101 knots (%0.60) ve 8000 HP güçte 0.110 knots (%0.64) kadar azalma olmuştur.
- NablaV1 yumrubaşlı formda gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 0.018 knots (%0.20) kadar artış, 1000 HP güçte 0.373 knots (%3.42), 2000 HP güçte 0.723 knots (%5.31) ve 3000 HP güçte 0.114 knots (%0.77) kadar azalma, 4000 HP güçte 0.087 knots (%0.56), 5000 HP güçte 0.121 knots (%0.75) ve 6000 HP güçte 0.108 knots (%0.65), 7000 HP güçte 0.082 knots (%0.48) ve 8000 HP güçte 0.043 knots (%0.25) kadar artış olmuştur.
- NablaV2 yumrubaşlı formda gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 0.033 knots (%0.37) kadar artış, 1000 HP güçte 0.374 knots (%3.42), 2000 HP güçte 0.693 knots (%5.09), 3000 HP güçte 0.343 knots (%2.31), 4000 HP güçte 0.155 knots (%0.34) ve 5000 HP güçte 0.055 knots (%0.34) kadar azalma, 6000 HP güçte 0.012 knots (%0.07), 7000 HP güçte 0.070 knots (%0.41) ve 8000 HP güçte 0.123 knots (%0.72) kadar artış olmuştur.
- EliptikV1 yumrubaşlı formda gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 0.852 knots (%9.48), 1000 HP güçte 1.434 knots (%13.14) ve 2000 HP güçte 0.224 knots (%1.65) kadar azalma, 3000 HP güçte 0.186 knots (%1.25), 4000 HP güçte 0.248 knots (%1.59), 5000 HP güçte 0.243 knots (%1.50), 6000 HP güçte 0.200 knots (%1.20), 7000 HP güçte 0.131 knots (%0.77) ve 8000 HP güçte 0.030 knots (%0.18) kadar artış olmuştur.
- EliptikV2 yumrubaşlı formda gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 0.387 knots (%4.31), 1000 HP güçte 0.918 knots (%8.41), 2000 HP güçte 1.410 knots (%10.36), 3000 HP güçte 0.769 knots (%5.19), 4000 HP güçte 0.374 knots (%2.39), 5000 HP güçte 0.185 knots (%1.14) ve 6000 HP güçte 0.068 knots (%0.41) kadar azalma, 7000 HP güçte 0.025 knots (%0.15) ve 8000 HP güçte 0.108 knots (%0.63) kadar artış olmuştur.

- EliptikV3 yumrubaşı formda gemi hızı değerlerinde; 500 HP güçte 0.136 knots (%1.51) kadar artış, 1000 HP güçte 0.195 knots (%1.79), 2000 HP güçte 1.129 knots (%8.29), 3000 HP güçte 1.178 knots (%7.95), 4000 HP güçte 1.107 knots (%7.08), 5000 HP güçte 0.970 knots (%5.98), 6000 HP güçte 0.784 knots (%4.70), 7000 HP güçte 0.559 knots (%3.30) ve 8000 HP güçte 0.301 knots (%1.76) kadar azalma olmuştur.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda GEM2 adlı forma göre:

- Delta yumrubaşı formun toplam direncinin 7.0-10.9 knots aralığında arttığı, 11.9-15.8 knots aralığında azaldığı ve 15.8-17.0 knots aralığında ise arttığı tespit edilmiştir. Toplam ana makine gücünde ise bu aralıklarda sırasıyla ortalama 152 HP artış, 142 HP azalış ve 315 HP kadar artış görülmüştür. Hız değerlerinde ise sırasıyla ortalama 0.57 knots (%6.22) azalma, 0.18 knots (%1.28) artış ve 0.08 knots (%0.52) kadar azalma görülmüştür.
- NablaV1 yumrubaşı formun toplam direncinin 7.0-9.3 knots aralığında azaldığı, 9.3-14.9 knots aralığında arttığı ve 14.9-17.0 knots aralığında ise azaldığı tespit edilmiştir. Toplam ana makine gücünde ise bu aralıklarda sırasıyla ortalama 9 HP azalma, 195 HP artış ve 188 HP kadar azalma görülmüştür. Hız değerlerinde ise sırasıyla ortalama 0.01 knots (%0.10) artış, 0.40 knots (%3.17) azalma ve 0.09 knots (%0.54) kadar artış görülmüştür.
- NablaV2 yumrubaşı formun toplam direncinin 7.0-9.4 knots aralığında azaldığı, 9.4-16.0 knots aralığında arttığı ve 16.0-17.0 knots aralığında ise azaldığı tespit edilmiştir. Toplam ana makine gücünde ise bu aralıklarda sırasıyla ortalama 12 HP azalma, 270 HP artış ve 140 HP kadar azalma görülmüştür. Hız değerlerinde ise sırasıyla ortalama 0.02 knots (%0.18) artış, 0.32 knots (%2.43) azalma ve 0.07 knots (%0.41) kadar artış görülmüştür.
- EliptikV1 yumrubaşı formun toplam direncinin 7.0-13.8 knots aralığında arttığı ve 13.8-17.0 knots aralığında ise azaldığı tespit edilmiştir. Toplam ana makine gücünde ise bu aralıklarda sırasıyla ortalama 318 HP artış ve 434 HP kadar azalma görülmüştür. Hız değerlerinde ise sırasıyla ortalama 0.84 knots (%8.10) azalma ve 0.17 knots (%1.10) kadar artış görülmüştür.
- EliptikV2 yumrubaşı formun toplam direncinin 7.0-16.4 knots aralığında arttığı ve 16.4-17.0 knots aralığında ise azaldığı tespit edilmiştir. Toplam ana makine gücünde ise bu aralıklarda sırasıyla ortalama 455 HP artış ve 67 HP kadar azalma

görülmüştür. Hız değerlerinde ise sırasıyla ortalama 0.59 knots (%4.61) azalma ve 0.07 knots (%0.39) kadar artış görülmüştür.

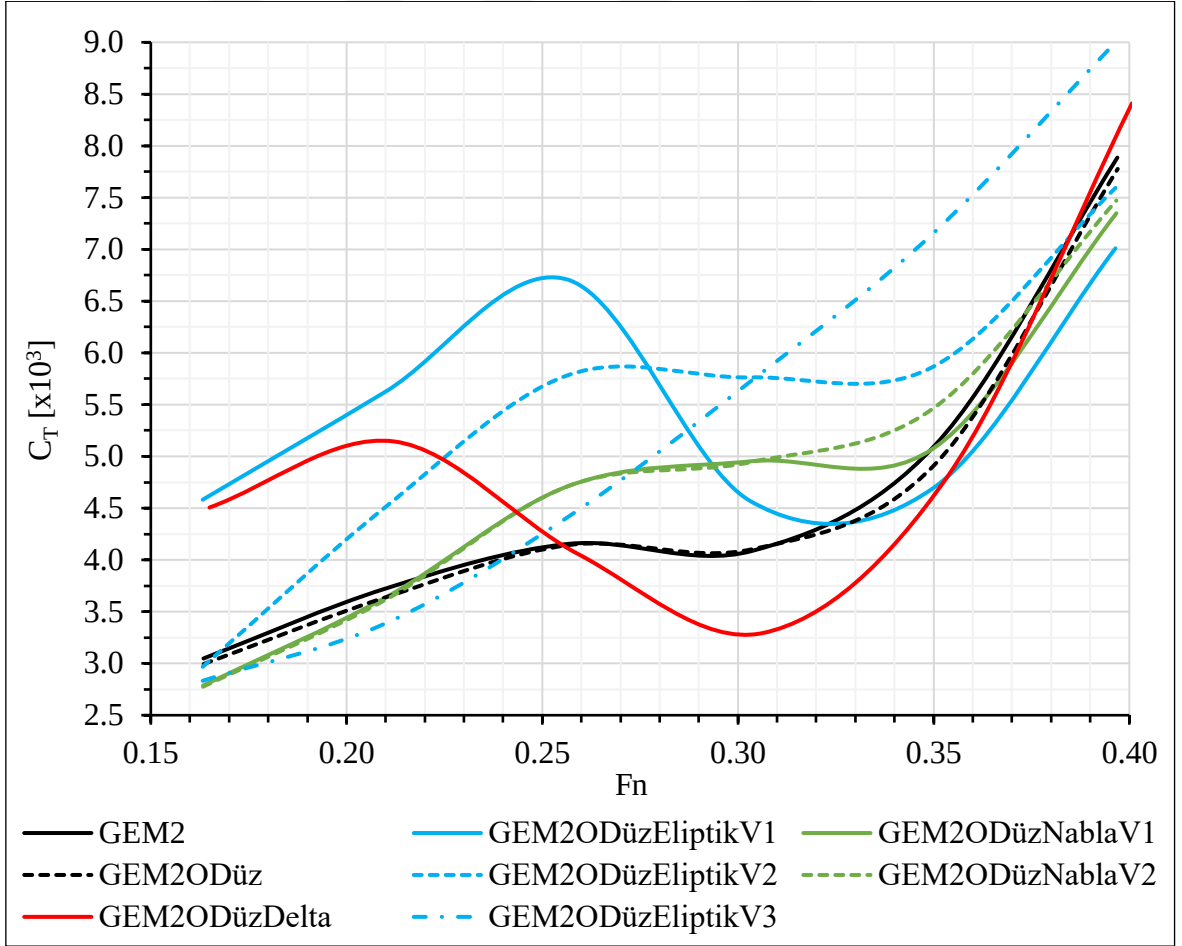
- EliptikV3 yumrubaşı formun toplam direncinin 7.0-10.4 knots aralığında azaldığı ve 10.4-17.0 knots aralığında ise arttığı tespit edilmiştir. Toplam ana makine gücünde ise bu aralıklarda sırasıyla ortalama 20 HP azalma ve 888 HP kadar artış görülmüştür. Hız değerlerinde ise sırasıyla ortalama 0.07 knots (%0.76) artış ve 0.78 knots (%5.11) kadar azalma görülmüştür.

Karadeniz tipi balıkçı gemileri genelde 11-15 knots hız aralığında yoğun olarak seyir yapılmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında Delta yumrubaşı formun direnç açısından GEM2 formundan %2 oranında daha iyi performans gösterdiği söylenebilir. Ancak delta tipi yumrubaş su yüzeyinin altında olduğu, fırtınalı havalarda sürüklenmenin etkisi ile ağ yumrubaşa sarılıp yırtıldığı için delta tipi yumrubaş Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde tercih edilmemektedir. 15-17 knots hız aralığında gösterdiği direnç performansı iyiden kötüye doğru EliptikV1, NablaV1, NablaV2 ve EliptikV2 yumrubaşı formlardır. Delta ve EliptikV3 yumrubaşı formların performansı ise GEM2 formundan düşüktür. 7-11 knots aralığında ise EliptikV3, NablaV1 ve NablaV2 yumrubaşı formların direnç performansı dikkate değer olmayacak kadar (ortalama 14 HP düşük) iyi olmasına karşın EliptikV2, Delta ve EliptikV1 yumrubaşı formların direnç performansları GEM2 formundan kötüdür.

Genel olarak yumrubaşı formlara bakıldığında KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen GEM2 formunun yumrubaşı bu tip gemiler için direnç açısından en iyi performansı göstermiştir.

Tablo 3.41. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

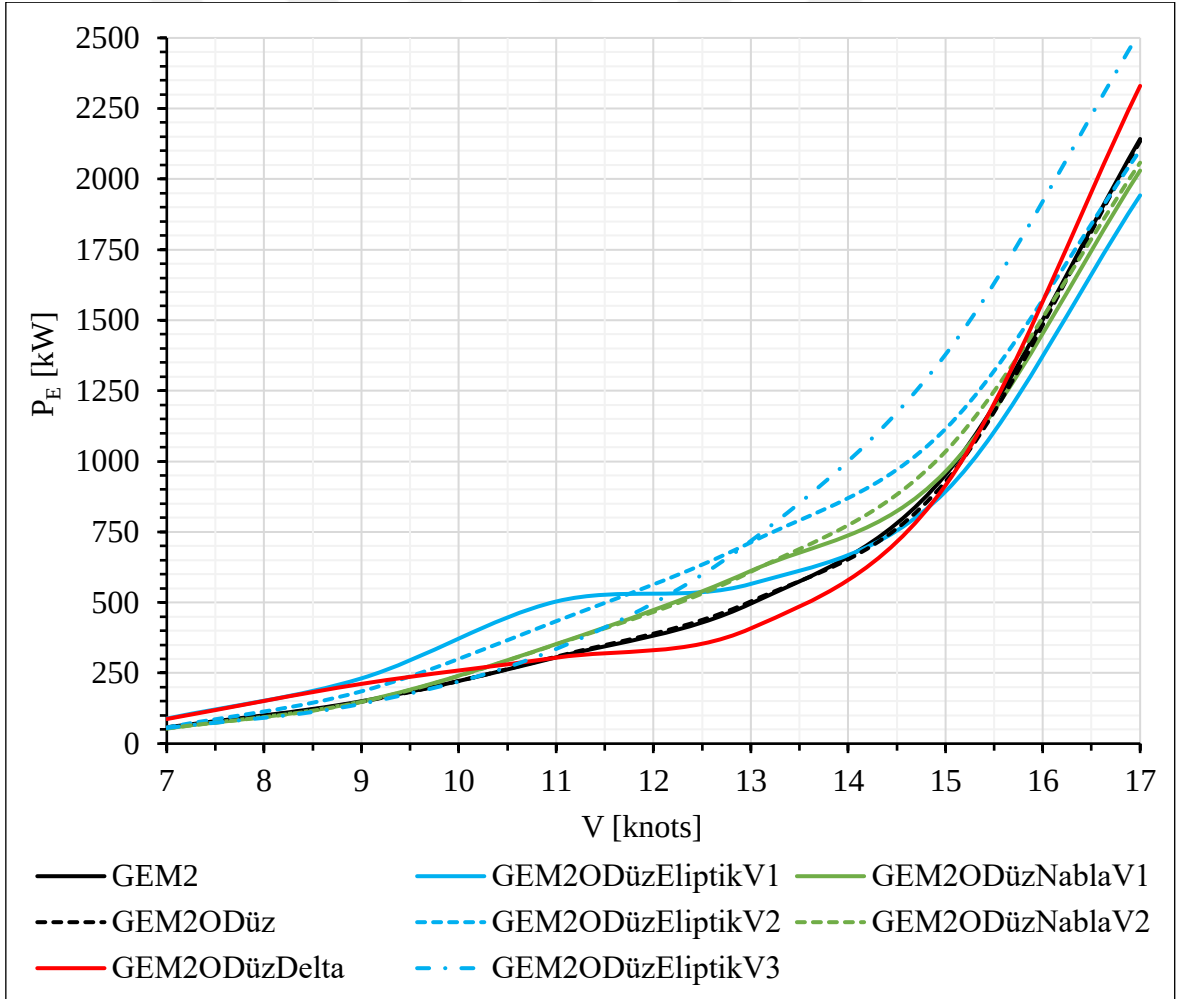
Gemi İsmi	Birim	F_n					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM2	$\times 10^3$	3.048	3.726	4.155	4.086	5.103	7.886
GEM2ODüz	$\times 10^3$	2.994	3.642	4.144	4.103	4.922	7.777
GEM2ODüzDelta	$\times 10^3$	4.441	5.158	4.113	3.287	4.590	8.020
GEM2ODüzNablaV1	$\times 10^3$	2.786	3.638	4.713	4.953	5.079	7.348
GEM2ODüzNablaV2	$\times 10^3$	2.775	3.616	4.713	4.945	5.467	7.472
GEM2ODüzEliptikV1	$\times 10^3$	4.581	5.624	6.707	4.569	4.691	7.010
GEM2ODüzEliptikV2	$\times 10^3$	2.968	4.509	5.784	5.763	5.864	7.593
GEM2ODüzEliptikV3	$\times 10^3$	2.833	3.386	4.413	5.722	7.152	8.999



Şekil 3.85. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formlar ile referans formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.42. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

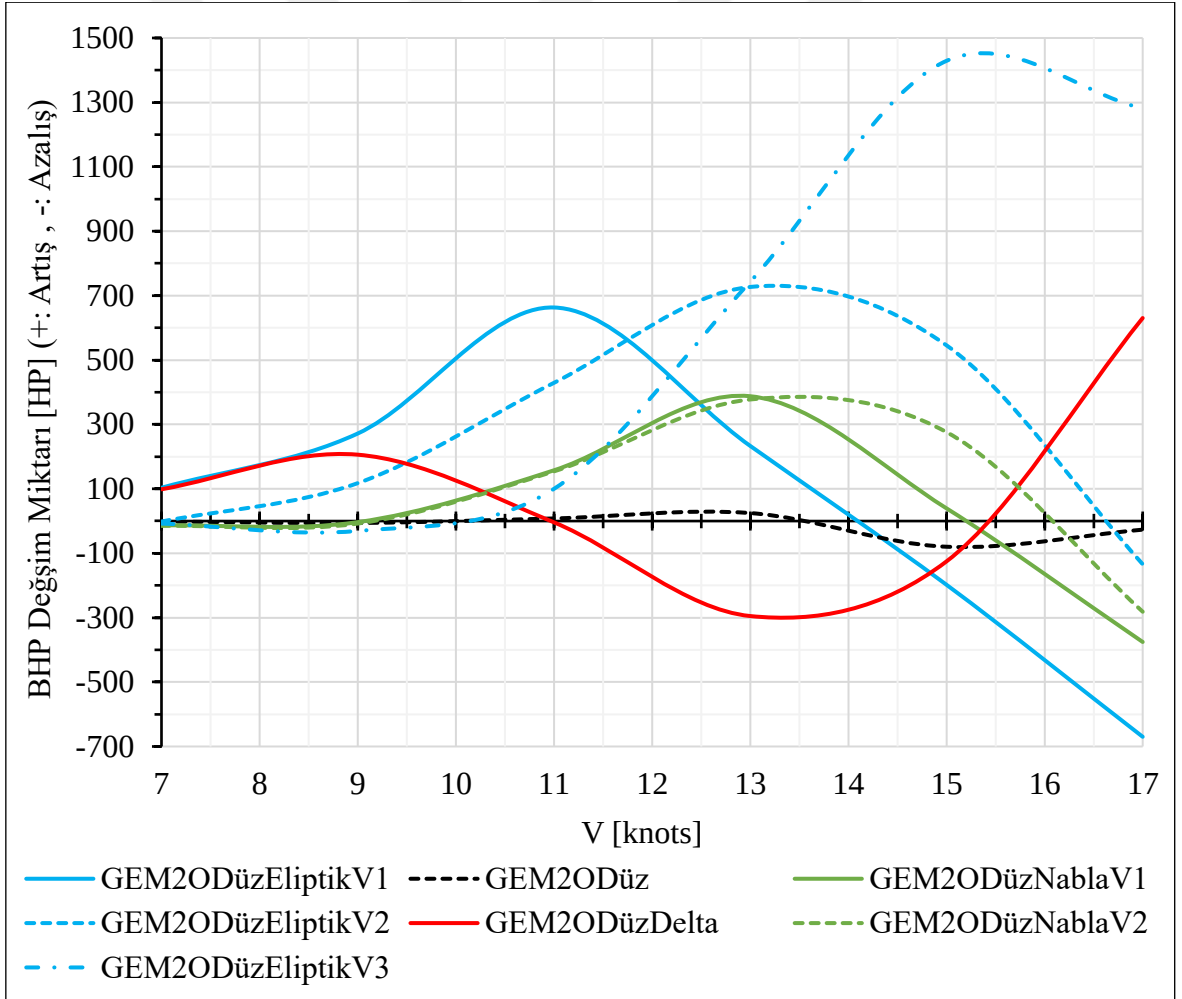
Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM2	kW	57.80	150.14	305.60	496.20	952.00	2142.00
GEM2ODüz	kW	57.40	148.36	308.00	503.60	928.20	2134.00
GEM2ODüzDelta	kW	87.20	211.60	304.40	408.20	914.60	2330.00
GEM2ODüzNablaV1	kW	53.74	149.12	352.60	611.80	963.80	2030.00
GEM2ODüzNablaV2	kW	53.36	147.80	351.60	608.80	1034.40	2058.00
GEM2ODüzEliptikV1	kW	88.64	231.20	503.40	565.80	893.00	1942.20
GEM2ODüzEliptikV2	kW	57.34	185.22	433.60	713.00	1114.80	2102.00
GEM2ODüzEliptikV3	kW	55.48	140.98	335.40	717.80	1378.20	2524.00



Şekil 3.86. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formlar ile referans formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.43. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri

Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM2	HP	193.8	503.4	1024.5	1663.5	3191.6	7181.2
GEM2ODüz	HP	192.4	497.4	1032.6	1688.3	3111.8	7154.4
GEM2ODüzDelta	HP	292.3	709.4	1020.5	1368.5	3066.2	7811.5
GEM2ODüzNablaV1	HP	180.2	499.9	1182.1	2051.1	3231.2	6805.7
GEM2ODüzNablaV2	HP	178.9	495.5	1178.8	2041.0	3467.9	6899.6
GEM2ODüzEliptikV1	HP	297.2	775.1	1687.7	1896.9	2993.8	6511.3
GEM2ODüzEliptikV2	HP	192.2	621.0	1453.7	2390.4	3737.4	7047.1
GEM2ODüzEliptikV3	HP	186.0	472.6	1124.4	2406.5	4620.5	8461.8

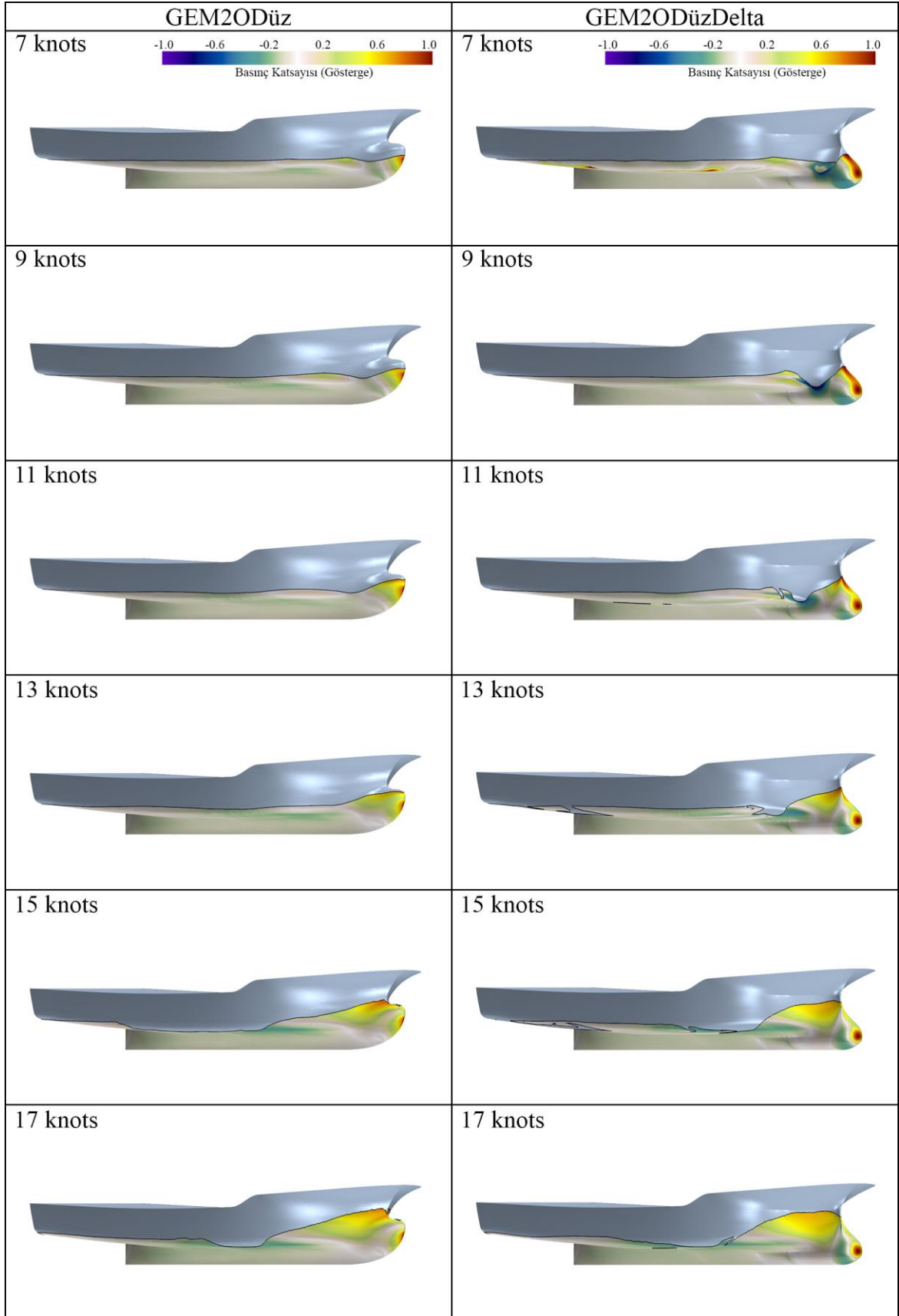


Şekil 3.87. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin GEM2 formunkine göre değişim miktarları

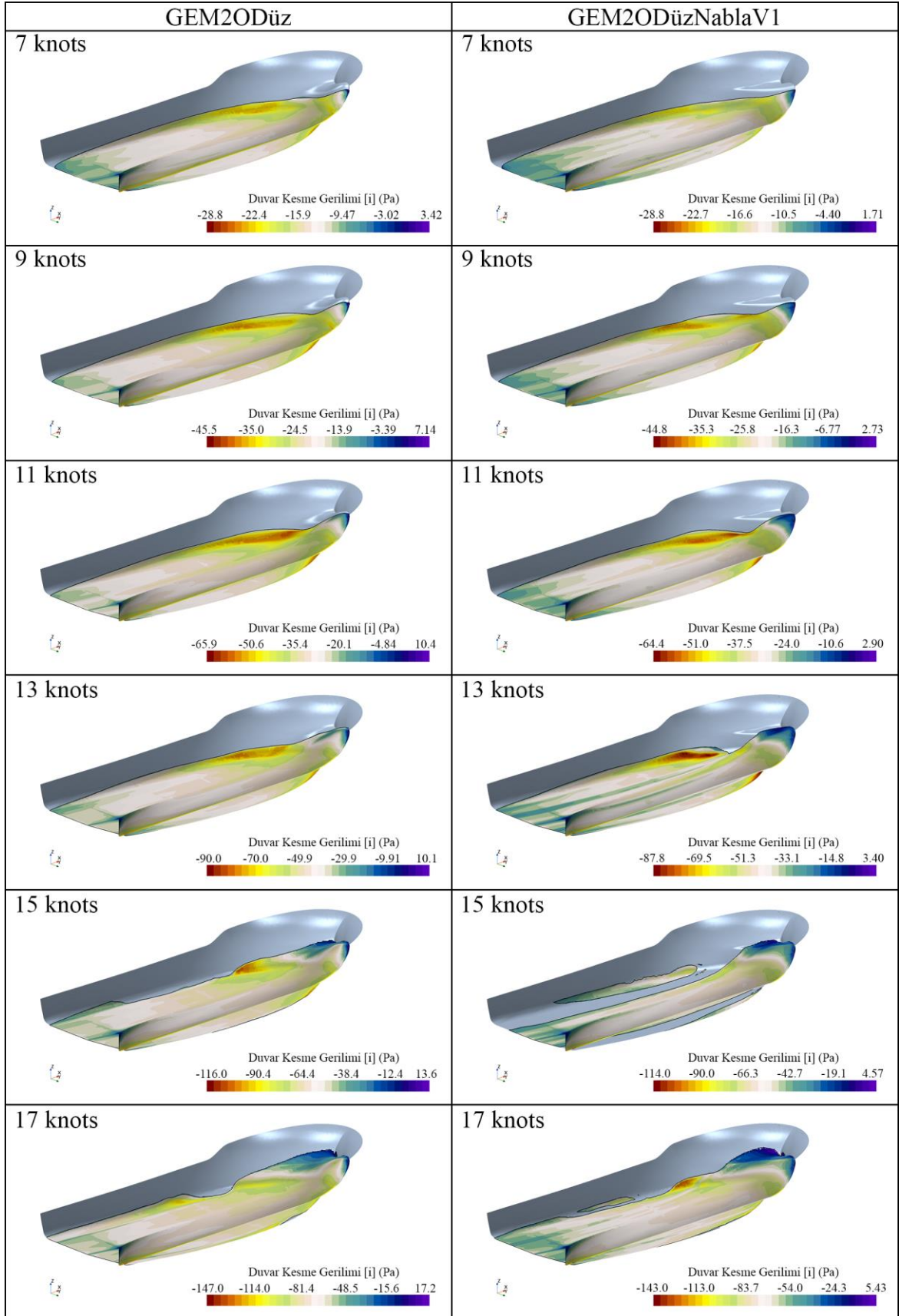
Tablo 3.44. Delta, nabla ve eliptik tip yumrubaş düzenlemeleri yapılan formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri

Gemi İsmi	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)							
	HP	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
GEM2	knots	10.91	13.61	14.82	15.64	16.23	16.67	16.96	17.13
GEM2ODüz	knots	10.89	13.60	14.89	15.72	16.30	16.70	16.97	17.11
GEM2ODüzDelta	knots	10.82	14.02	14.95	15.64	16.18	16.58	16.86	17.02
GEM2ODüzNablaV1	knots	10.54	12.89	14.71	15.73	16.35	16.77	17.04	17.18
GEM2ODüzNablaV2	knots	10.54	12.92	14.48	15.48	16.18	16.68	17.03	17.26
GEM2ODüzEliptikV1	knots	9.48	13.39	15.01	15.89	16.48	16.87	17.09	17.16
GEM2ODüzEliptikV2	knots	9.99	12.20	14.05	15.27	16.05	16.60	16.99	17.24
GEM2ODüzEliptikV3	knots	10.72	12.48	13.64	14.53	15.26	15.88	16.40	16.83

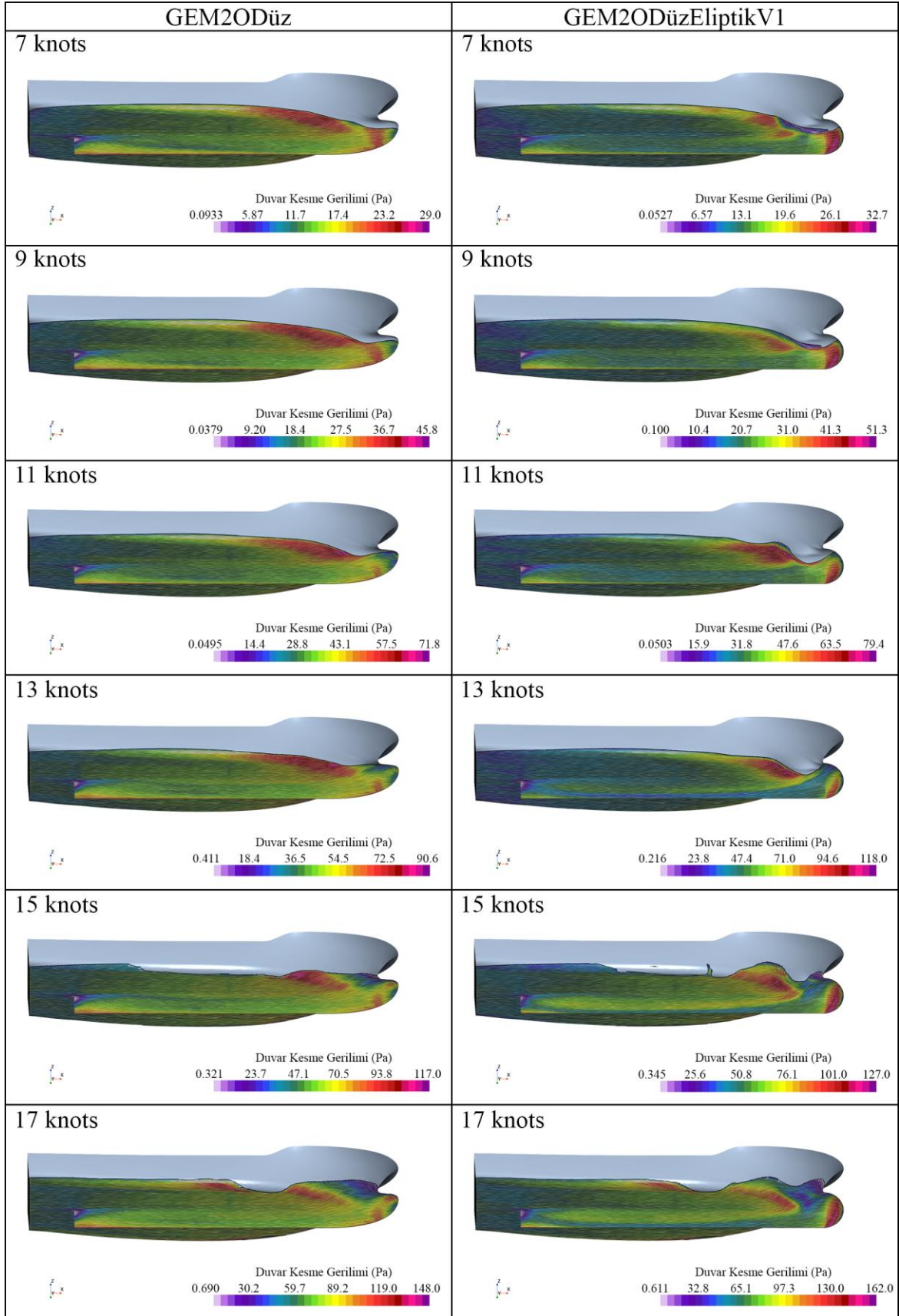
Omurga düzenlemesi ile delta, nabla ve eliptik yumrubaş uygulamaları yapılan formların HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile GEM2ODüz ve GEM2ODüzDelta adlı gemilerin hızlara göre tekne yüzeyindeki basınç katsayısı dağılımları Şekil 3.88’de, GEM2ODüz ve GEM2ODüzNablaV1 adlı gemilerin hızlara göre tekne yüzeyindeki duvar kesme gerilimi dağılımları Şekil 3.89’da ve GEM2ODüz ve GEM2ODüzEliptikV1 adlı gemilerin hızlara göre tekne yüzeyindeki duvar kesme gerilimi dağılımları Şekil 3.90’da gösterilmiştir.



Şekil 3.88. GEM2ODüz ve GEM2ODüzDelta adlı gemilerin hızlara göre tekne yüzeyindeki basınç katsayısı dağılımları



Şekil 3.89. GEM2ODüz ve GEM2OdüzNablaV1 adlı gemilerin hızlara göre tekne yüzeyindeki duvar kesme gerilimi dağılımları



Şekil 3.90. GEM2ODüz ve GEM2ODüzEliptikV1 adlı gemilerin hızlara göre tekne yüzeyindeki duvar kesme gerilimi dağılımları

3.5.3. Skeg Konum Düzenlemeleri

3.5.3.1. Üçlü Skeg Düzenlemesi

Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.45'te ve efektif güç (P_E) değerleri Tablo 3.46'da verilmiştir.

GEM1, GEM2 ve GEM3 formları üzerinde üçlü skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların sırasıyla GEM1, GEM2 ve GEM3 formlarına göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları sırasıyla Şekil 3.91, Şekil 3.92 ve Şekil 3.93'te gösterilmiştir.

Tablo 3.45 incelendiğinde toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- GEM1Skeg3lü3.00 formunun GEM1 formuna göre toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde; 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında sırasıyla %18.35, %13.94, %10.93, %12.65, %11.57 ve %4.36 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg3lü3.50 formunda ise %15.84, %13.05, %10.23, %13.44, %11.14 ve %3.60 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg3lü4.00 formunda ise %14.08, %11.53, %9.37, %10.77, %9.65 ve %3.10 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg3lü4.50 formunda ise %13.48, %10.40, %8.54, %10.97, %9.69 ve %2.97 oranlarında artış görülmüştür.
- GEM2Skeg3lü2.50 formunun GEM2 formuna göre toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde; 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında sırasıyla %23.27, %17.48, %14.66, %18.62, %14.04 ve %6.27 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg3lü3.00 formunda ise %18.54, %13.49, %11.42, %15.48, %12.46 ve %4.56 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg3lü3.50 formunda ise %16.21, %12.74, %10.98, %14.88, %11.87 ve %4.05 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg3lü4.00 formunda ise %14.31, %11.41, %10.29, %14.44, %11.13 ve %3.62 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg3lü4.50 formunda ise %17.49, %13.30, %12.81, %18.19, %14.04 ve %5.38 oranlarında artış görülmüştür.
- GEM3Skeg3lü2.50 formunun GEM3 formuna göre toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde; 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında sırasıyla %15.68, %14.57, %13.52, %18.64, %13.59 ve %6.09 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg3lü3.00 formunda ise %14.16, %12.02, %11.26, %16.70,

%12.76 ve %4.85 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg3lü3.50 formunda ise %12.58, %12.23, %10.96, %15.73, %12.01 ve %4.49 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg3lü4.00 formunda ise %11.14, %11.74, %10.54, %15.91, %11.52 ve %3.93 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg3lü4.50 formunda ise %11.80, %11.58, %10.72, %17.56, %12.36 ve %4.43 oranlarında artış görülmüştür.

Tablo 3.46 incelendiğinde efektif güç (P_E) değerleri açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- GEM1Skeg3lü3.00 formunun GEM1 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla %23.71, %19.09, %15.97, %17.77, %16.50 ve %9.13 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg3lü3.50 formunda ise %21.27, %18.32, %15.41, %18.74, %16.31 ve %8.43 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg3lü4.00 formunda ise %19.32, %16.65, %14.39, %15.85, %14.66 ve %7.86 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg3lü4.50 formunda ise %18.78, %15.57, %13.63, %16.18, %14.76 ve %7.82 oranlarında artış görülmüştür.
- GEM2Skeg3lü2.50 formunun GEM2 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla %29.05, %23.04, %20.06, %24.21, %19.44 ve %11.29 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg3lü3.00 formunda ise %24.41, %19.08, %16.93, %21.21, %17.98 ve %9.78 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg3lü3.50 formunda ise %22.14, %18.46, %16.65, %20.74, %17.46 ve %9.37 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg3lü4.00 formunda ise %20.08, %17.07, %15.87, %20.24, %16.73 ve %8.91 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg3lü4.50 formunda ise %23.47, %19.02, %18.53, %24.17, %19.86 ve %10.74 oranlarında artış görülmüştür.
- GEM3Skeg3lü2.50 formunun GEM3 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla %21.50, %20.34, %19.24, %24.59, %19.26 ve %11.37 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg3lü3.00 formunda ise 20.25, 17.98, 17.21, 22.92, 18.70 ve 10.40 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg3lü3.50 formunda ise %18.50, %18.16, %16.82, %21.81, %17.91 ve %9.99 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg3lü4.00 formunda ise %16.90, %17.55, %16.30, %21.93, %17.24 ve %9.28 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg3lü4.50 formunda ise %17.74, %17.55, %16.62, %23.81, %18.36 ve %9.99 oranlarında artış görülmüştür.

Şekil 3.91 incelendiğinde direnç açısından GEM1 formu için merkez omurgadan en uygun skeg mesafesinin 4.00-4.25 metre arasında olduğu görülmektedir. Şekil 3.92 ve Şekil 3.93 incelendiğinde direnç açısından GEM2 ve GEM3 formları için merkez omurgadan en uygun skeg mesafesinin 3.75-4.00 metre arasında olduğu görülmektedir.

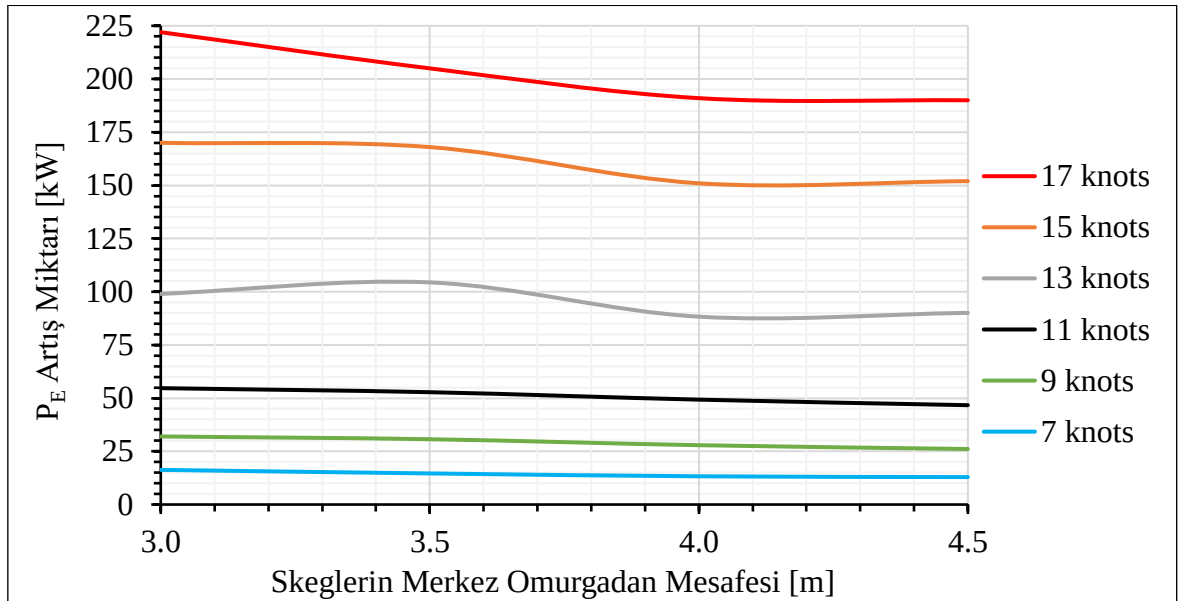
Yapılan değerlendirmeler sonucunda KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formlar için merkez omurgadan en uygun skeg mesafesinin 4.00 metre olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.45. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

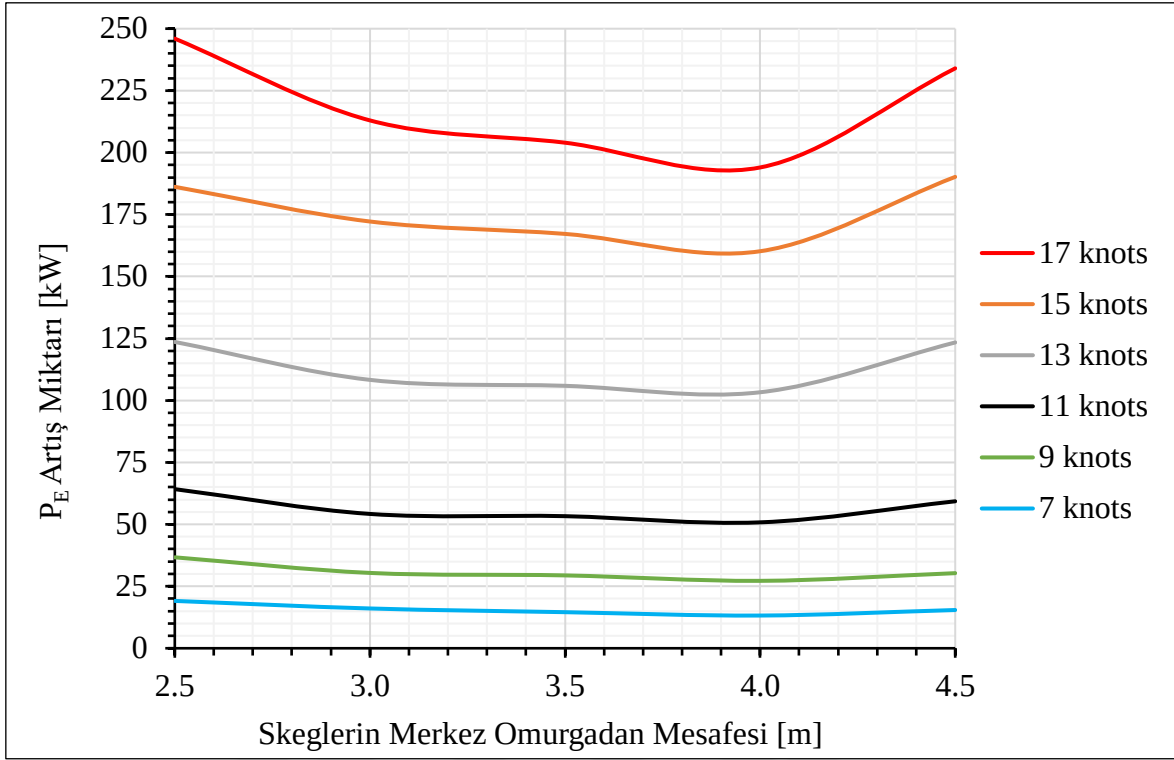
Gemi İsmi	Birim	F_n					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1	$\times 10^3$	3.389	3.888	4.354	4.288	5.158	8.369
GEM1Skeg3lü3.00	$\times 10^3$	4.011	4.430	4.830	4.831	5.755	8.734
GEM1Skeg3lü3.50	$\times 10^3$	3.926	4.395	4.800	4.865	5.733	8.670
GEM1Skeg3lü4.00	$\times 10^3$	3.867	4.336	4.762	4.750	5.656	8.628
GEM1Skeg3lü4.50	$\times 10^3$	3.846	4.292	4.727	4.759	5.658	8.618
GEM2	$\times 10^3$	3.468	3.953	4.351	4.204	5.133	8.021
GEM2Skeg3lü2.50	$\times 10^3$	4.275	4.644	4.989	4.987	5.854	8.524
GEM2Skeg3lü3.00	$\times 10^3$	4.110	4.486	4.848	4.855	5.773	8.387
GEM2Skeg3lü3.50	$\times 10^3$	4.030	4.456	4.829	4.830	5.742	8.346
GEM2Skeg3lü4.00	$\times 10^3$	3.964	4.404	4.799	4.811	5.704	8.312
GEM2Skeg3lü4.50	$\times 10^3$	4.074	4.478	4.909	4.969	5.854	8.453
GEM3	$\times 10^3$	4.528	4.348	4.415	4.233	5.071	7.660
GEM3Skeg3lü2.50	$\times 10^3$	5.238	4.982	5.012	5.022	5.760	8.127
GEM3Skeg3lü3.00	$\times 10^3$	5.169	4.871	4.912	4.940	5.718	8.031
GEM3Skeg3lü3.50	$\times 10^3$	5.097	4.880	4.899	4.899	5.680	8.004
GEM3Skeg3lü4.00	$\times 10^3$	5.032	4.859	4.881	4.907	5.655	7.961
GEM3Skeg3lü4.50	$\times 10^3$	5.062	4.852	4.889	4.977	5.698	8.000

Tablo 3.46. Üçlü skeg düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

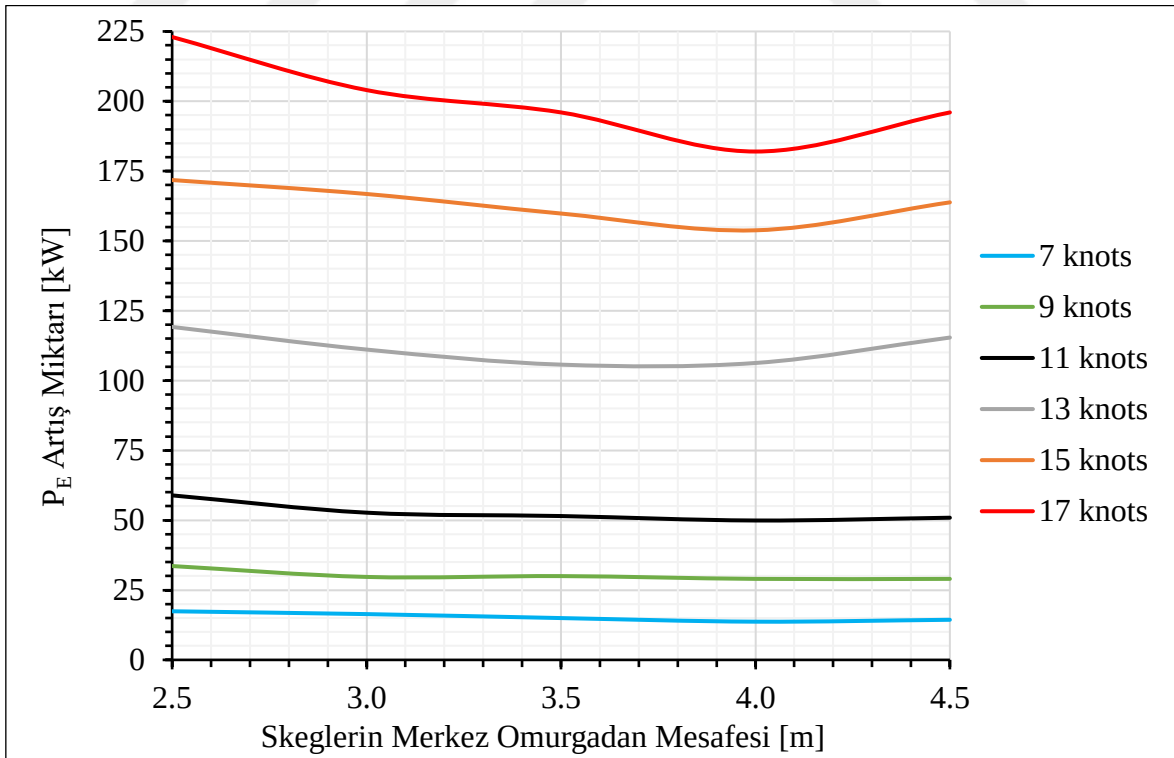
Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	kW	68.74	167.60	342.60	557.00	1030.00	2431.00
GEM1Skeg3lü3.00	kW	85.04	199.60	397.30	656.00	1200.00	2653.00
GEM1Skeg3lü3.50	kW	83.36	198.30	395.40	661.40	1198.00	2636.00
GEM1Skeg3lü4.00	kW	82.02	195.50	391.90	645.30	1181.00	2622.00
GEM1Skeg3lü4.50	kW	81.65	193.70	389.30	647.10	1182.00	2621.00
GEM2	kW	65.75	159.30	320.10	510.50	957.80	2178.00
GEM2Skeg3lü2.50	kW	84.85	196.00	384.30	634.10	1144.00	2424.00
GEM2Skeg3lü3.00	kW	81.80	189.70	374.30	618.80	1130.00	2391.00
GEM2Skeg3lü3.50	kW	80.31	188.70	373.40	616.40	1125.00	2382.00
GEM2Skeg3lü4.00	kW	78.95	186.50	370.90	613.80	1118.00	2372.00
GEM2Skeg3lü4.50	kW	81.18	189.60	379.40	633.90	1148.00	2412.00
GEM3	kW	80.94	165.20	306.20	484.70	892.20	1962.00
GEM3Skeg3lü2.50	kW	98.34	198.80	365.10	603.90	1064.00	2185.00
GEM3Skeg3lü3.00	kW	97.33	194.90	358.90	595.80	1059.00	2166.00
GEM3Skeg3lü3.50	kW	95.91	195.20	357.70	590.40	1052.00	2158.00
GEM3Skeg3lü4.00	kW	94.62	194.20	356.10	591.00	1046.00	2144.00
GEM3Skeg3lü4.50	kW	95.30	194.20	357.10	600.10	1056.00	2158.00



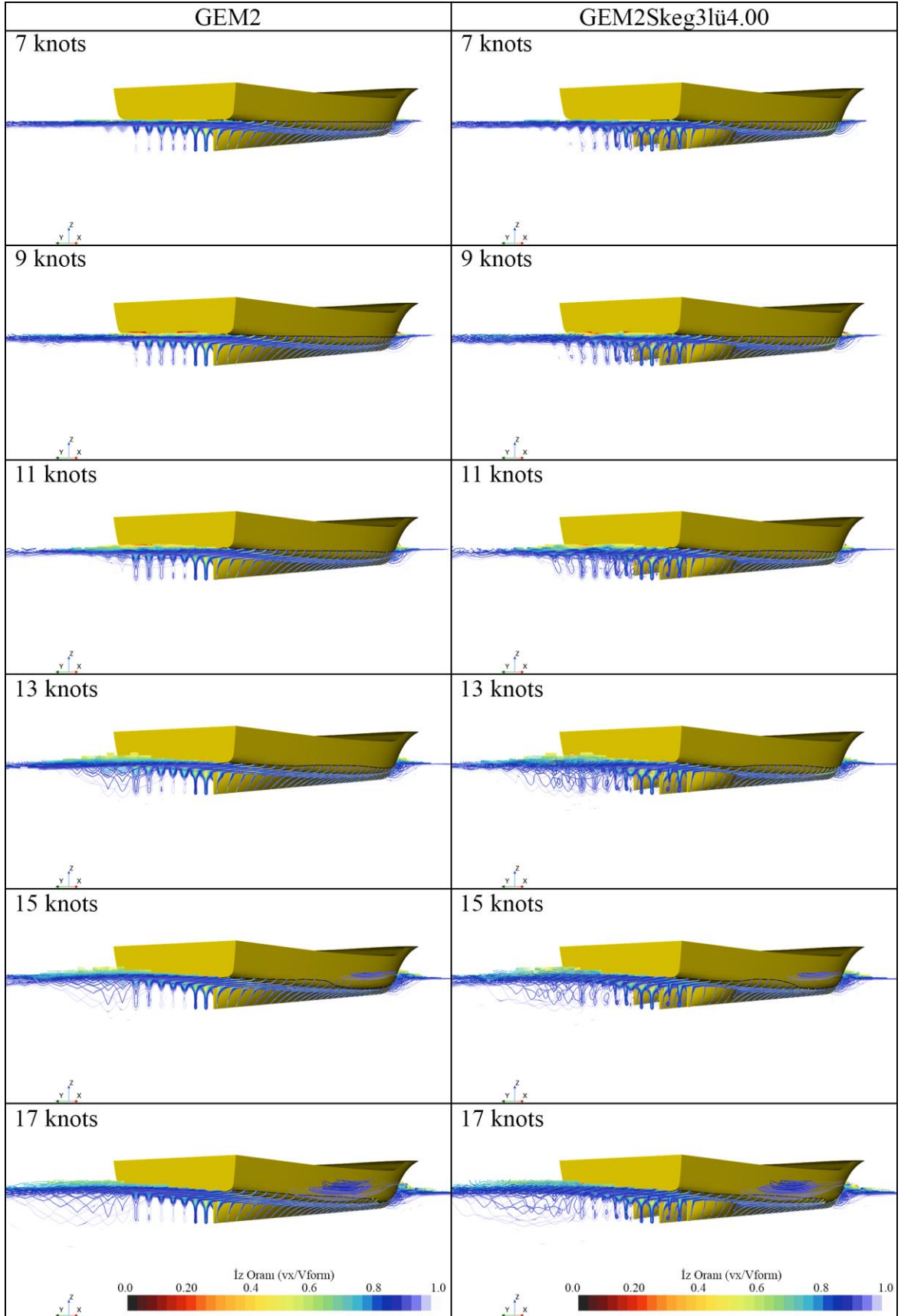
Şekil 3.91. GEM1 formu üzerinde üçlü skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM1 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları



Şekil 3.92. GEM2 formu üzerinde üçlü skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM2 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları



Şekil 3.93. GEM3 formu üzerinde üçlü skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM3 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları



Şekil 3.94. GEM2 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı gemilerin hızlara göre iz oranı dağılımları

Skegli formların HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile GEM2 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı gemilerin hızlara göre iz oranı dağılımları Şekil 3.94'te gösterilmiştir. Tablo 3.45 incelendiğinde, GEM2Skeg3lü4.00 formunda GEM2 formuna göre 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda toplam dirençte sırasıyla %14.31, %11.41, %10.29, %14.44, %11.13 ve %3.62 oranlarında artış olduğu hesaplanmıştır. Şekil 3.94'te görüldüğü üzere toplam dirençteki artış, merkez omurga skeginin sancak ve iskelesinde bulunan skeglerden kaynaklanmaktadır.

3.5.3.2. İkili Skeg Düzenlemesi

İkili skeg düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri Tablo 3.47'de ve efektif güç (P_E) değerleri Tablo 3.48'de verilmiştir.

GEM1, GEM2 ve GEM3 formları üzerinde ikili skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM1, GEM2 ve GEM3 formlarına göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları sırasıyla Şekil 3.95, Şekil 3.96 ve Şekil 3.97'de gösterilmiştir.

Tablo 3.47 incelendiğinde toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- GEM1Skeg2li3.00 formunun GEM1 formuna göre toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde; 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında sırasıyla %8.00, %6.41, %4.90, %5.28, %3.42 ve %0.31 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg2li3.50 formunda ise %8.15, %6.60, %5.02, %5.72, %3.32 ve %0.08 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg2li4.00 formunda ise %6.49, %4.98, %4.40, %5.30, %2.97 ve %0.12 oranlarında artış görülmüştür.
- GEM2Skeg2li3.00 formunun GEM2 formuna göre toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde; 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında sırasıyla %8.59, %6.37, %5.83, %7.32, %4.54 ve %1.49 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg2li3.50 formunda ise %8.83, %6.78, %6.58, %7.84, %4.57 ve %1.56 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg2li4.00 formunda ise %7.94, %6.32, %6.05, %7.87, %4.36 ve %1.31 oranlarında artış görülmüştür.
- GEM3Skeg2li3.00 formunun GEM3 formuna göre toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde; 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında sırasıyla %6.92, %6.27, %5.74, %8.46, %5.44 ve %1.93 oranlarında artış

görülmüştür. GEM3Skeg2li3.50 formunda ise %6.52, %5.96, %6.16, %8.97, %5.94 ve %2.04 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg2li4.00 formunda ise %6.99, %6.67, %6.33, %9.20, %6.10 ve %1.77 oranlarında artış görülmüştür.

Tablo 3.48 incelendiğinde efektif güç (P_E) değerleri açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- GEM1Skeg2li3.00 formunun GEM1 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla %10.20, %8.59, %7.06, %7.43, %5.53 ve %2.39 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg2li3.50 formunda ise %10.47, %8.89, %7.30, %7.99, %5.44 ve %2.22 oranlarında artış görülmüştür. GEM1Skeg2li4.00 formunda ise %8.67, %7.16, %6.57, %7.49, %5.05 ve %1.97 oranlarında artış görülmüştür.
- GEM2Skeg2li3.00 formunun GEM2 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla %10.89, %8.66, %8.09, %9.60, %6.81 ve %3.67 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg2li3.50 formunda ise %11.32, %9.17, %8.97, %10.26, %6.91 ve %3.86 oranlarında artış görülmüştür. GEM2Skeg2li4.00 formunda ise %10.34, %8.66, %8.40, %10.26, %6.60, ve %3.58 oranlarında artış görülmüştür.
- GEM3Skeg2li3.00 formunun GEM3 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla %9.32, %8.66, %8.10, %10.87, %7.79 ve %4.18 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg2li3.50 formunda ise %8.82, %8.23, %8.46, %11.31, %8.23 ve %4.18 oranlarında artış görülmüştür. GEM3Skeg2li4.00 formunda ise %9.23, %8.90, %8.56, %11.47, %8.27 ve %3.82 oranlarında artış görülmüştür.

Şekil 3.95, Şekil 3.96 ve Şekil 3.97 incelendiğinde direnç açısından GEM1, GEM2 ve GEM3 formu için merkez omurgadan 3.00 m ve 4.00 m mesafelerin 3.50 m mesafeden daha uygun olduğu, bununla birlikte 4.00 m mesafenin en uygun olduğu görülmektedir.

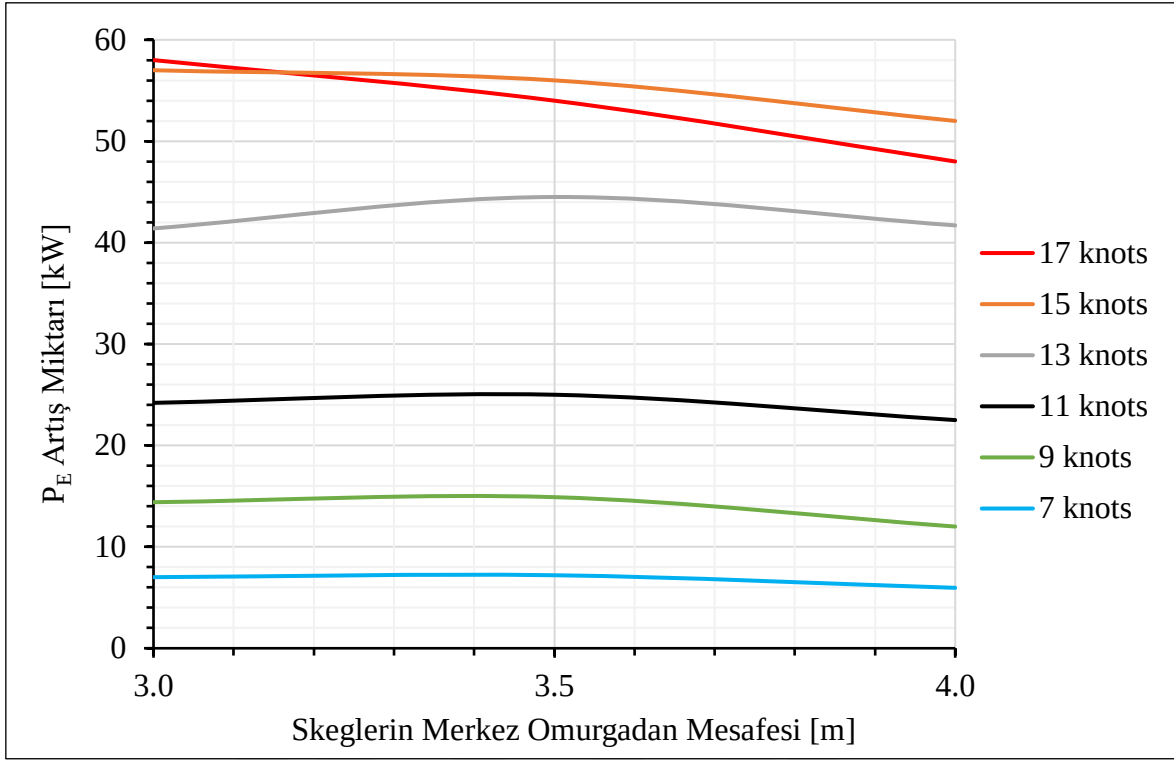
Yapılan değerlendirmeler sonucunda KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formlar için merkez omurgadan en uygun skeg mesafesinin ikili skeg formunda da 4.00 metre olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.47. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerleri

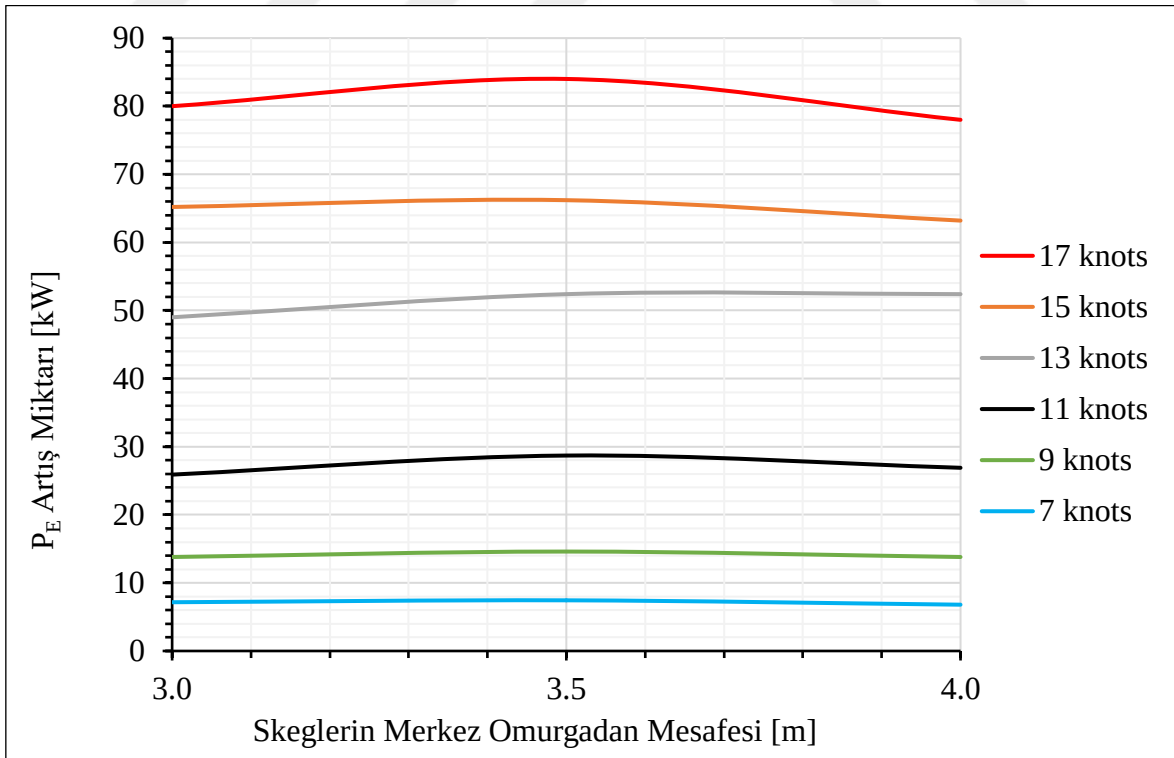
Gemi İsmi	Birim	F_n					
		0.163	0.210	0.257	0.304	0.350	0.397
GEM1	$\times 10^3$	3.389	3.888	4.354	4.288	5.158	8.369
GEM1Skeg2li3.00	$\times 10^3$	3.660	4.137	4.568	4.515	5.335	8.395
GEM1Skeg2li3.50	$\times 10^3$	3.665	4.144	4.573	4.534	5.330	8.375
GEM1Skeg2li4.00	$\times 10^3$	3.609	4.081	4.546	4.516	5.311	8.359
GEM2	$\times 10^3$	3.468	3.953	4.351	4.204	5.133	8.021
GEM2Skeg2li3.00	$\times 10^3$	3.765	4.204	4.605	4.512	5.366	8.141
GEM2Skeg2li3.50	$\times 10^3$	3.774	4.221	4.638	4.534	5.368	8.146
GEM2Skeg2li4.00	$\times 10^3$	3.743	4.203	4.615	4.535	5.357	8.127
GEM3	$\times 10^3$	4.528	4.348	4.415	4.233	5.071	7.660
GEM3Skeg2li3.00	$\times 10^3$	4.841	4.621	4.669	4.592	5.347	7.808
GEM3Skeg2li3.50	$\times 10^3$	4.823	4.607	4.687	4.613	5.372	7.816
GEM3Skeg2li4.00	$\times 10^3$	4.844	4.638	4.695	4.623	5.381	7.795

Tablo 3.48. İkili skeg düzenlemesi yapılan formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri

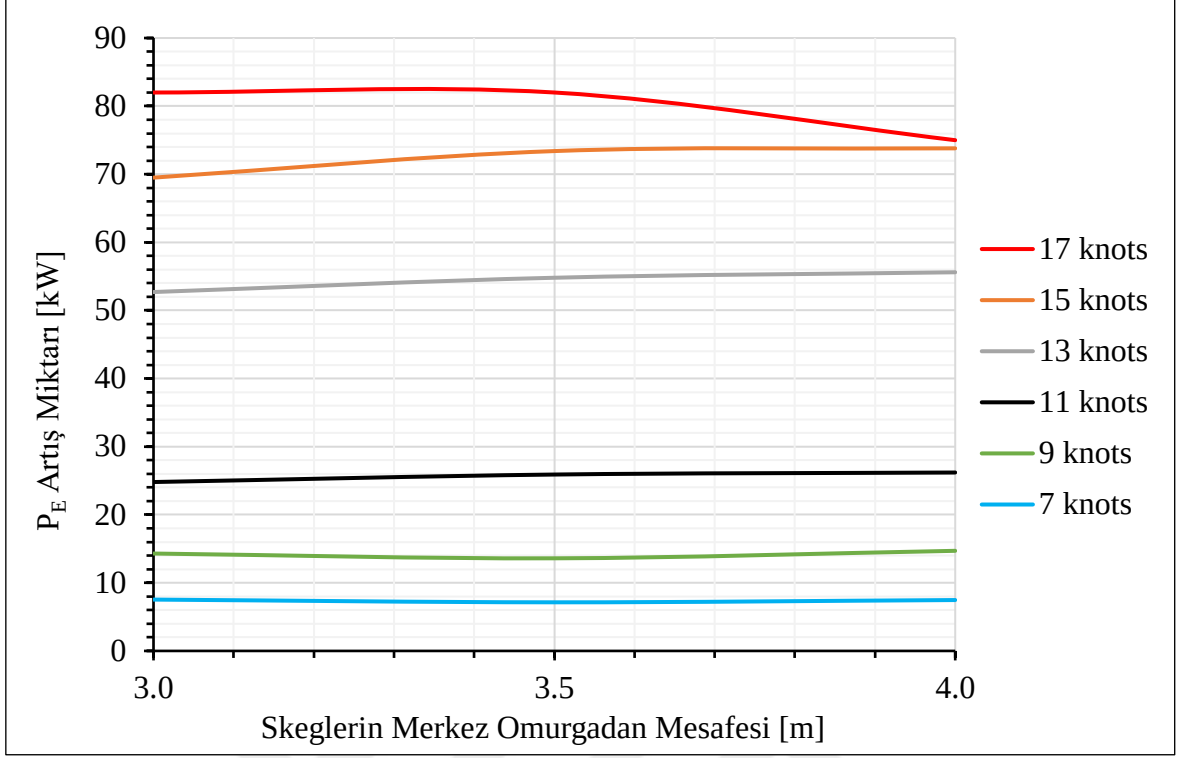
Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	kW	68.74	167.60	342.60	557.00	1030.00	2431.00
GEM1Skeg2li3.00	kW	75.75	182.00	366.80	598.40	1087.00	2489.00
GEM1Skeg2li3.50	kW	75.94	182.50	367.60	601.50	1086.00	2485.00
GEM1Skeg2li4.00	kW	74.70	179.60	365.10	598.70	1082.00	2479.00
GEM2	kW	65.75	159.30	320.10	510.50	957.80	2178.00
GEM2Skeg2li3.00	kW	72.91	173.10	346.00	559.50	1023.00	2258.00
GEM2Skeg2li3.50	kW	73.19	173.90	348.80	562.90	1024.00	2262.00
GEM2Skeg2li4.00	kW	72.55	173.10	347.00	562.90	1021.00	2256.00
GEM3	kW	80.94	165.20	306.20	484.70	892.20	1962.00
GEM3Skeg2li3.00	kW	88.48	179.50	331.00	537.40	961.70	2044.00
GEM3Skeg2li3.50	kW	88.08	178.80	332.10	539.50	965.60	2044.00
GEM3Skeg2li4.00	kW	88.41	179.90	332.40	540.30	966.00	2037.00



Şekil 3.95. GEM1 formu üzerinde ikili skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM1 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları



Şekil 3.96. GEM2 formu üzerinde ikili skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM2 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları



Şekil 3.97. GEM3 formu üzerinde ikili skeg düzenlemesi yapılarak oluşturulan formların GEM3 formuna göre efektif güç (P_E) değerlerindeki artış miktarları

3.5.3.3. Tekli, İkili ve Üçlü Skeg Düzenlemelerinin Karşılaştırılması

Hem üçlü hem de ikili skeg yapısında en az dirence sahip gemiler, skeglerin merkez omurgaya göre 4.00 metre mesafede olduğu formlar olduğu tespit edilmişti. Bu bölümde, formların toplam direnç katsayısı (C_T), efektif güç (P_E) ve tahmini toplam ana makine gücü (BHP) değerleri karşılaştırılacaktır.

Daha önceki bölümlerde HAD direnç analizi yapılan formlar, sadece merkez omurgaya (tek skeg) sahipti. Bu formların gerçek durumdaki gibi üç skegli yapıda olduğunu varsaymak ve hangi ana makine gücünde ne kadar hız yapabildiğini hesaplayabilmek için HAD direnç analizinden elde edilen efektif güç (P_E) değerleri 2.5 katsayısı ile genişletilmişti. 2.5 katsayısı, Tablo 2.2'deki referans formların Maxsurf programında Holtrop direnç tahmin metoduyla yapılan hesaplamalar ile Tablo 2.21'de verilen ORJ formlarının HAD direnç analizleri sonucu elde edilen değerlerin karşılaştırılması ve saha tecrübeleri sonucunda belirlenmişti.

Efektif güç değerlerinden toplam ana makine gücü değerlerini hesaplamak için skeglerin dahil olmadığı HAD direnç analizi efektif güç değerleri ile skeglerin dahil olduğu değerler arasında Denklem (3.7) bağıntısı kurulabilir:

$$X(G+OS+S+S)=(G+OS)2.5 \quad (3.7)$$

Burada; X kayıp oranı, G merkez omurga skegi hariç formun efektif gücü, OS merkez omurga skeginin efektif gücü ve S ise her bir skegden kaynaklanan efektif güçtür.

Skeglerin dahil olmadığı HAD direnç analizi efektif güç değerleri üzerinden hesaplanan toplam ana makine gücü $[(G+OS)2.5]$, üçlü skeg HAD direnç analiz sonucu $[(G+OS+S+S)]$ ile bölünür ve X kayıp oranı bulunur. Burada X kayıp oranı; pürüzlülük, şaft sürtünmesi, yataklama, dişli kutusu/şanzıman, pervane gibi sevk sisteminden dolayı oluşan güç kayıplarını temsil eder. GEM1, GEM2 ve GEM3 formunun hızlara göre X kayıp oranı değerleri Tablo 3.49’da verilmiştir.

Her hız değeri için bulunan X kayıp oranı, iki skegli ve üç skegli formların HAD direnç analiz sonuçlarından elde edilen efektif güç (P_E) değerleri ile çarpılarak gemilerin toplam ana makine gücü değerleri hesaplanmıştır.

GEM1, GEM1Skeg2li4.00 ve GEM1Skeg3lü4.00 adlı formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.98’de gösterilmiştir.

Şekil 3.98’de görüldüğü üzere 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında GEM1 formunun toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerine göre; GEM1Skeg2li4.00 formunun toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde sırasıyla %6.49, %4.98, %4.40, %5.30, %2.97 ve %-0.12 oranlarında, GEM1Skeg3lü4.00 formunununkilerde ise sırasıyla %14.08, %11.53, %9.37, %10.77, %9.65 ve %3.10 oranlarında artış görülmüştür.

GEM2, GEM2Skeg2li4.00 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.99’da gösterilmiştir.

Şekil 3.99’da görüldüğü üzere 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında GEM2 formunun toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerine göre; GEM2Skeg2li4.00 formunun toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde sırasıyla %7.94, %6.32, %6.05, %7.87, %4.36 ve %1.31 oranlarında, GEM2Skeg3lü4.00 formunununkilerde

ise sırasıyla %14.31, %11.41, %10.29, %14.44, %11.13 ve %3.62 oranlarında artış görülmüştür.

GEM3, GEM3Skeg2li4.00 ve GEM3Skeg3lü4.00 adlı formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.100’de gösterilmiştir.

Şekil 3.100’de görüldüğü üzere 0.163, 0.210, 0.257, 0.304, 0.350 ve 0.397 Froude sayılarında GEM3 formunun toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerine göre; GEM3Skeg2li4.00 formunun toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinde sırasıyla %6.99, %6.67, %6.33, %9.20, %6.10 ve %1.77 oranlarında, GEM3Skeg3lü4.00 formunununkilerde ise sırasıyla %11.14, %11.74, %10.54, %15.91, %11.52 ve %3.93 oranlarında artış görülmüştür.

GEM1, GEM1Skeg2li4.00 ve GEM1Skeg3lü4.00 adlı formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.101’de gösterilmiştir.

Şekil 3.101’de görüldüğü üzere 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda GEM1 formunun efektif güç (P_E) değerlerine göre; GEM1Skeg2li4.00 formunun efektif güç (P_E) değerlerinde sırasıyla %8.67, %7.16, %6.57, %7.49, %5.05 ve %1.97 oranlarında, GEM1Skeg3lü4.00 formunununkilerde ise sırasıyla %19.32, %16.65, %14.39, %15.85, %14.66 ve %7.86 oranlarında artış görülmüştür.

GEM2, GEM2Skeg2li4.00 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.102’de gösterilmiştir.

Şekil 3.102’de görüldüğü üzere 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda GEM2 formunun efektif güç (P_E) değerlerine göre; GEM2Skeg2li4.00 formunun efektif güç (P_E) değerlerinde sırasıyla %10.34, %8.66, %8.40, %10.26, %6.60 ve %3.58 oranlarında, GEM2Skeg3lü4.00 formunununkilerde ise sırasıyla %20.08, %17.07, %15.87, %20.24, %16.73 ve %8.91 oranlarında artış görülmüştür.

GEM3, GEM3Skeg2li4.00 ve GEM3Skeg3lü4.00 adlı formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.103’te gösterilmiştir.

Şekil 3.103’te görüldüğü üzere 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda GEM3 formunun efektif güç (P_E) değerlerine göre; GEM3Skeg2li4.00 formunun efektif güç (P_E) değerlerinde sırasıyla %9.23, %8.90, %8.56, %11.47, %8.27 ve %3.82 oranlarında, GEM3Skeg3lü4.00

formununkilerde ise sırasıyla %16.90, %17.55, %16.30, %21.93, %17.24 ve %9.28 oranlarında artış görülmüştür.

İki ve üç skegli formların hıza göre HAD direnç analizlerinden elde edilen efektif güç değerlerinin X kayıp oranları ile çarpılıp hesaplanan toplam ana makine gücü değerleri Tablo 3.50’de verilmiş ve bu değerlerin referans formlarınkilere göre artış miktarları Şekil 3.104’te gösterilmiştir.

Tablo 3.50 ve Şekil 3.104 birlikte değerlendirildiğinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda GEM1 formunun toplam ana makine gücü (BHP) değerlerine göre; GEM1Skeg2li4.00 formunun toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde sırasıyla 16.75 HP, 34.49 HP, 65.94 HP, 120.67 HP, 152.04 HP ve 149.20 HP kadar, GEM1Skeg3lü4.00 formununkilerde ise sırasıyla 37.31 HP, 80.19 HP, 144.49 HP, 255.52 HP, 441.51 HP ve 593.69 HP kadar artış görülmüştür.

Tablo 3.50 ve Şekil 3.104 birlikte değerlendirildiğinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda GEM2 formunun toplam ana makine gücü (BHP) değerlerine göre; GEM2Skeg2li4.00 formunun toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde sırasıyla 18.99 HP, 39.52 HP, 77.83 HP, 146.11 HP, 181.52 HP ve 240.11 HP kadar, GEM2Skeg3lü4.00 formununkilerde ise sırasıyla 36.85 HP, 77.89 HP, 146.98 HP, 288.03 HP, 460.12 HP ve 597.20 HP kadar artış görülmüştür.

Tablo 3.50 ve Şekil 3.104 birlikte değerlendirildiğinde 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda GEM3 formunun toplam ana makine gücü (BHP) değerlerine göre; GEM3Skeg2li4.00 formunun toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinde sırasıyla 21.42 HP, 41.92 HP, 75.53 HP, 152.87 HP, 211.04 HP ve 230.10 HP kadar, GEM3Skeg3lü4.00 formununkilerde ise sırasıyla 39.23 HP, 82.71 HP, 143.85 HP, 292.28 HP, 439.81 HP ve 558.37 HP kadar artış görülmüştür.

Tek, iki ve üç skegli formların toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerleri Tablo 3.51’de sunulmuştur.

Tablo 3.51 incelendiğinde 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 ve 8000 HP güçte GEM1 formunun gemi hızı değerlerine göre; GEM1Skeg2li4.00 formunun gemi hızı değerlerinde sırasıyla 0.16 knots (%1.75), 0.23 knots (%2.05), 0.23 knots (%1.65), 0.15 knots (%0.99), 0.11 knots (%0.67), 0.08 knots (%0.47), 0.05 knots (%0.32), 0.03 knots (%0.18) ve 0.01 knots (%0.05) kadar, GEM1Skeg3lü4.00 formununkilerde ise sırasıyla 0.35 knots (%3.90), 0.46 knots (%4.19), 0.50 knots (%3.65), 0.42 knots (%2.78), 0.34 knots

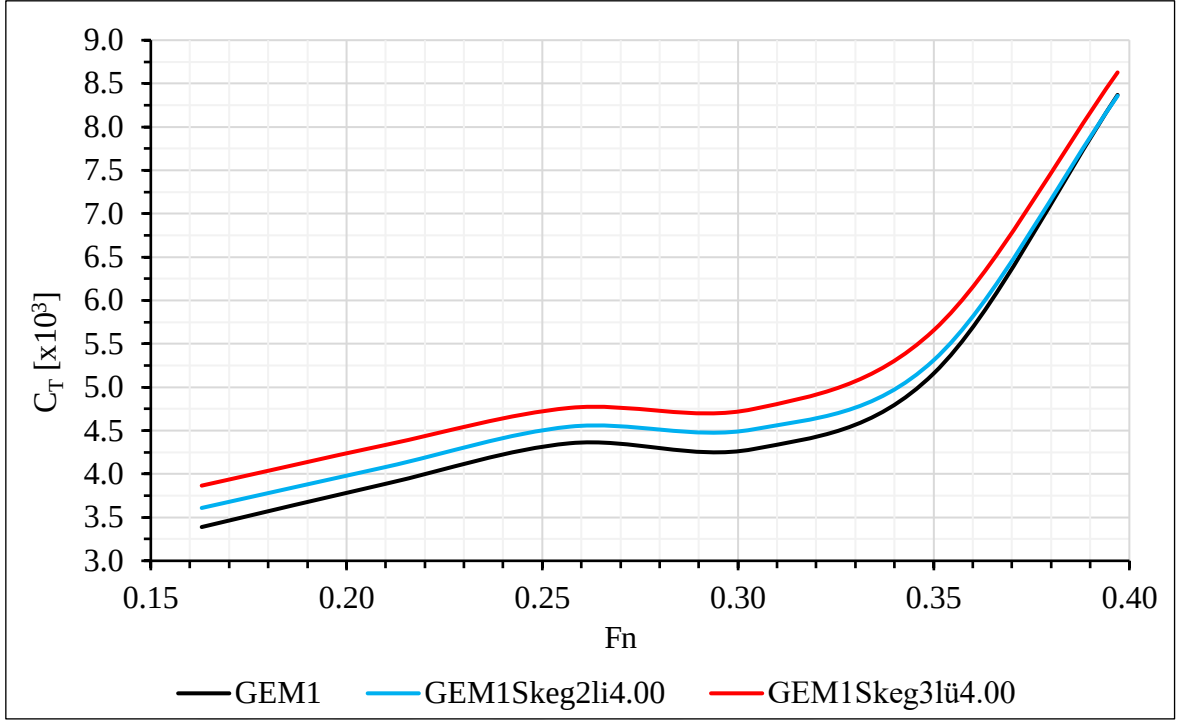
(%2.17), 0.27 knots (%1.66), 0.20 knots (%1.20), 0.16 knots (%0.94) ve 0.05 knots (%0.32) kadar azalma görülmüştür.

Tablo 3.51 incelendiğinde 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 ve 8000 HP güçte GEM2 formunun gemi hızı değerlerine göre; GEM2Skeg2li4.00 formunun gemi hızı değerlerinde sırasıyla 0.19 knots (%2.03), 0.37 knots (%3.23), 0.26 knots (%1.83), 0.17 knots (%1.11), 0.12 knots (%0.78), 0.09 knots (%0.56), 0.07 knots (%0.39), 0.04 knots (%0.22) ve 0.01 knots (%0.05) kadar, GEM2Skeg3lü4.00 formununkilerde ise sırasıyla 0.37 knots (%3.97), 0.61 knots (%5.41), 0.56 knots (%3.94), 0.43 knots (%2.86), 0.35 knots (%2.17), 0.27 knots (%1.62), 0.19 knots (%1.13), 0.11 knots (%0.65) ve 0.02 knots (%0.14) kadar azalma görülmüştür.

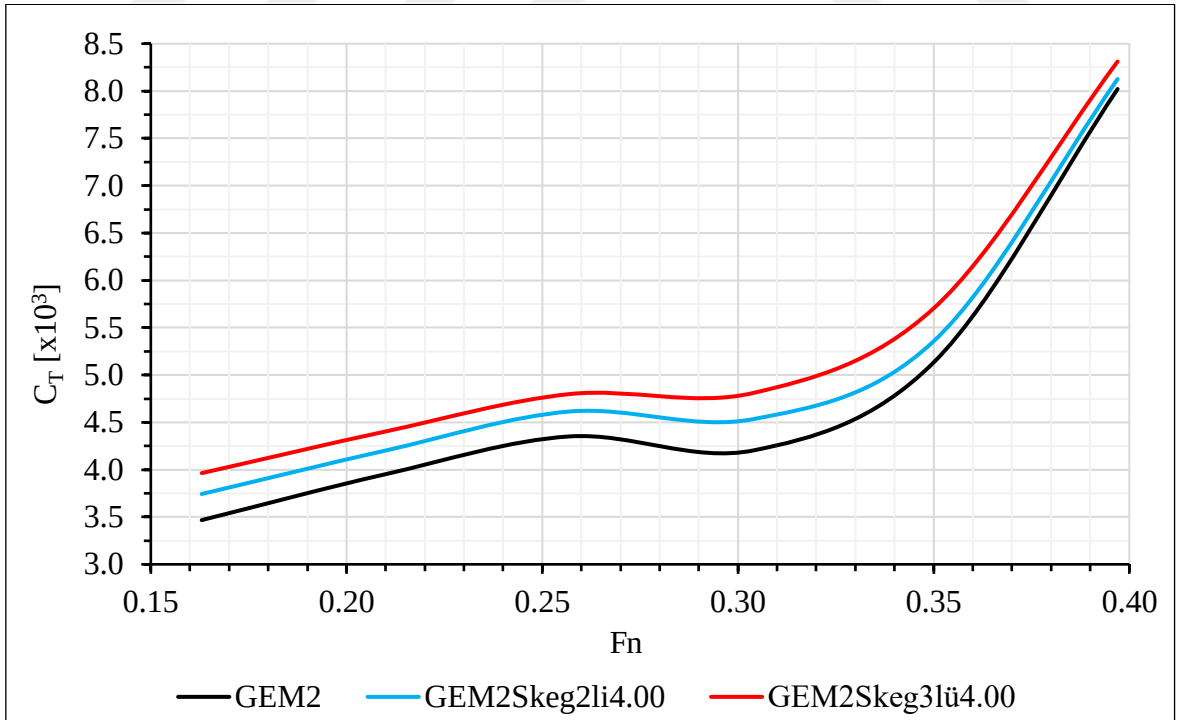
Tablo 3.51 incelendiğinde 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 ve 8000 HP güçte GEM3 formunun gemi hızı değerlerine göre; GEM3Skeg2li4.00 formunun gemi hızı değerlerinde sırasıyla 0.23 knots (%2.51), 0.45 knots (%3.86), 0.29 knots (%2.02), 0.20 knots (%1.29), 0.15 knots (%0.90), 0.10 knots (%0.62), 0.06 knots (%0.38), 0.02 knots (%0.14) ve 0.02 knots (%0.12) kadar, GEM3Skeg3lü4.00 formununkilerde ise sırasıyla 0.98 knots (%10.72), 0.74 knots (%6.39), 0.58 knots (%4.03), 0.43 knots (%2.77), 0.33 knots (%2.02), 0.24 knots (%1.46), 0.17 knots (%0.98), 0.08 knots (%0.49) ve 0.03 knots (%0.19) kadar azalma görülmüştür.

Tablo 3.49. GEM1, GEM2 ve GEM3 formunun X kayıp oranı değerleri

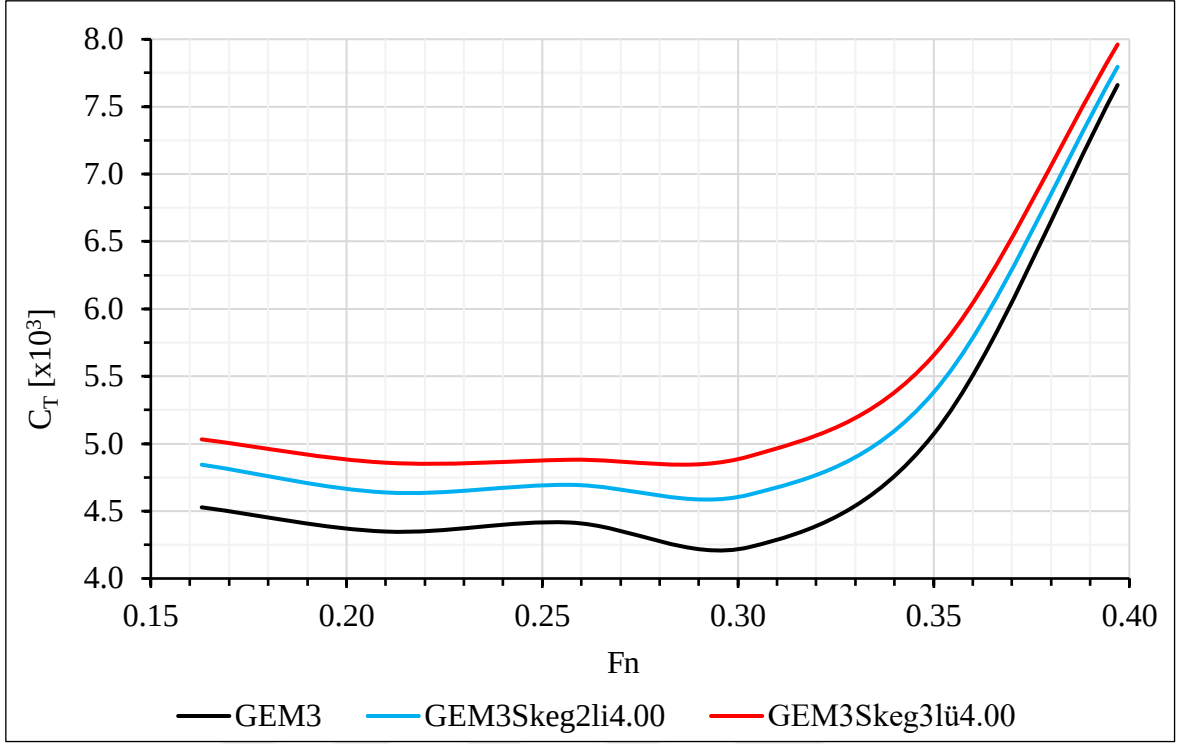
Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	HP	92	225	459	747	1381	3260
2.5×GEM1	HP	230	562	1149	1867	3453	8150
GEM1Skeg3lü4.00	HP	110	262	526	865	1584	3516
GEM1 Kayıp Oranı (X)		2.095	2.143	2.186	2.158	2.180	2.318
GEM2	HP	88	214	429	685	1284	2921
2.5×GEM2	HP	220	534	1073	1711	3211	7302
GEM2Skeg3lü4.00	HP	106	250	497	823	1499	3181
GEM2 Kayıp Oranı (X)		2.082	2.135	2.158	2.079	2.142	2.296
GEM3	HP	109	222	411	650	1196	2631
2.5×GEM3	HP	271	554	1027	1625	2991	6578
GEM3Skeg3lü4.00	HP	127	260	478	793	1403	2875
GEM3 Kayıp Oranı (X)		2.139	2.127	2.150	2.050	2.132	2.288



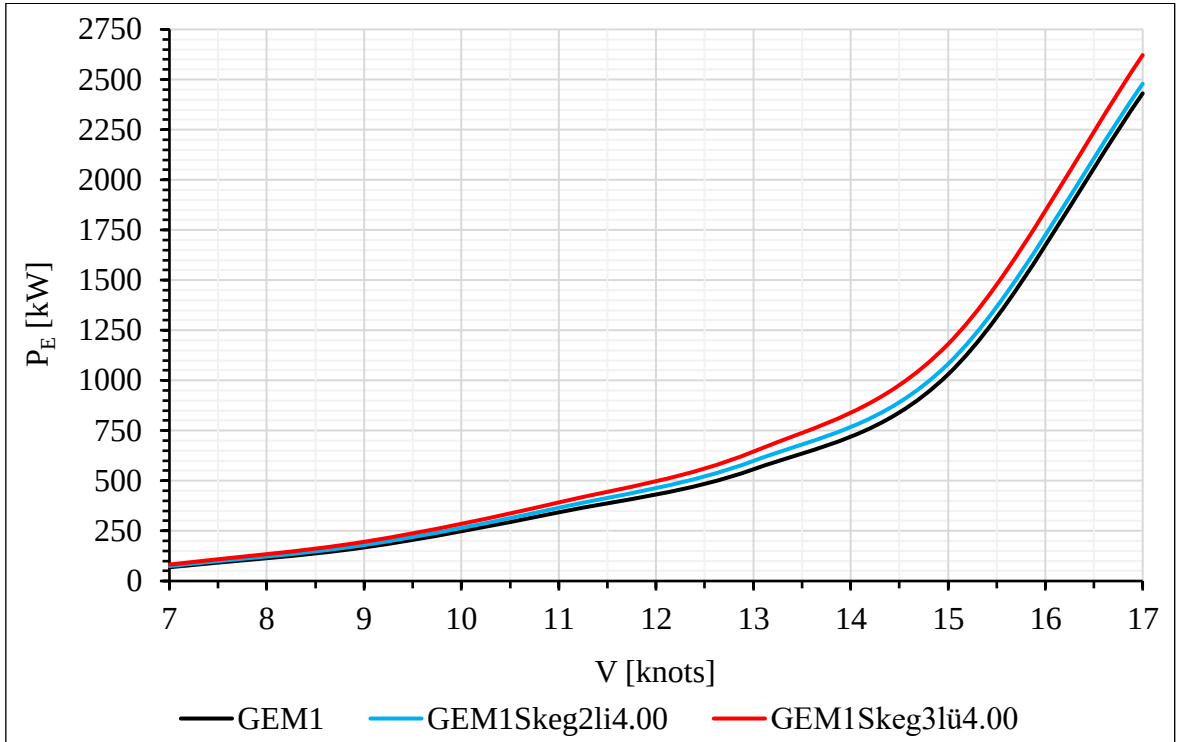
Şekil 3.98. GEM1, GEM1Skeg2li4.00 ve GEM1Skeg3lü4.00 adlı formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması



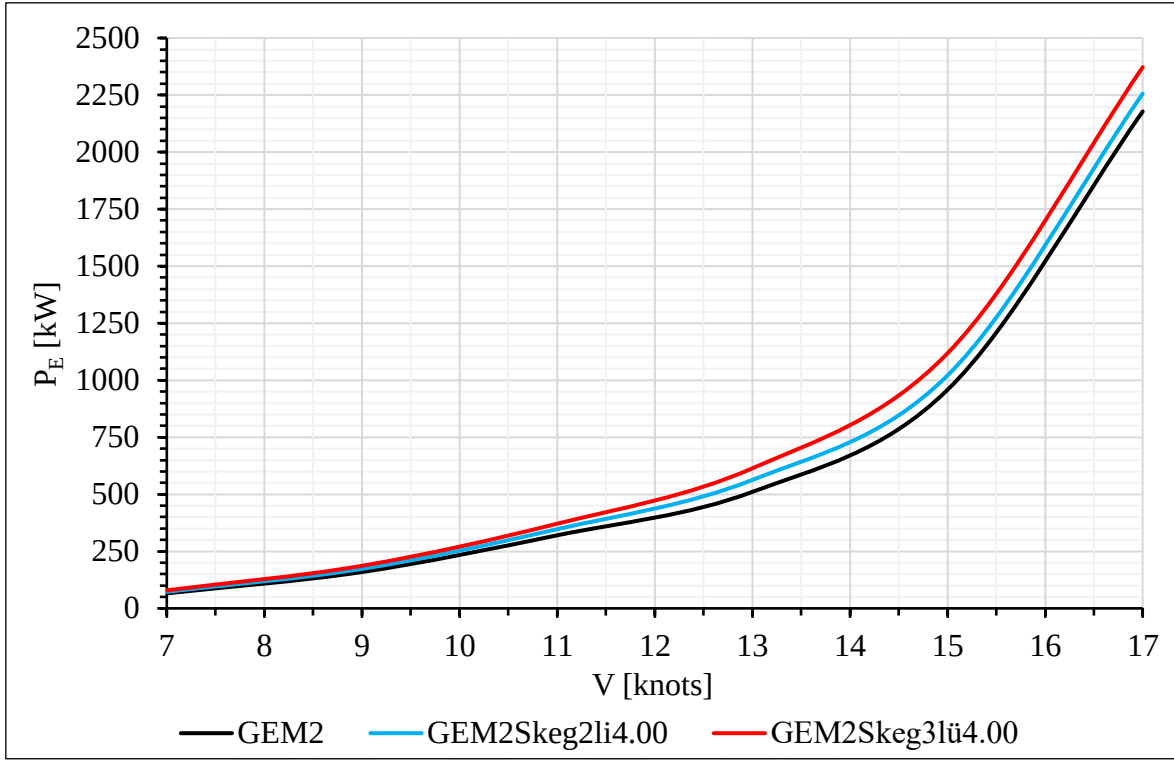
Şekil 3.99. GEM2, GEM2Skeg2li4.00 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması



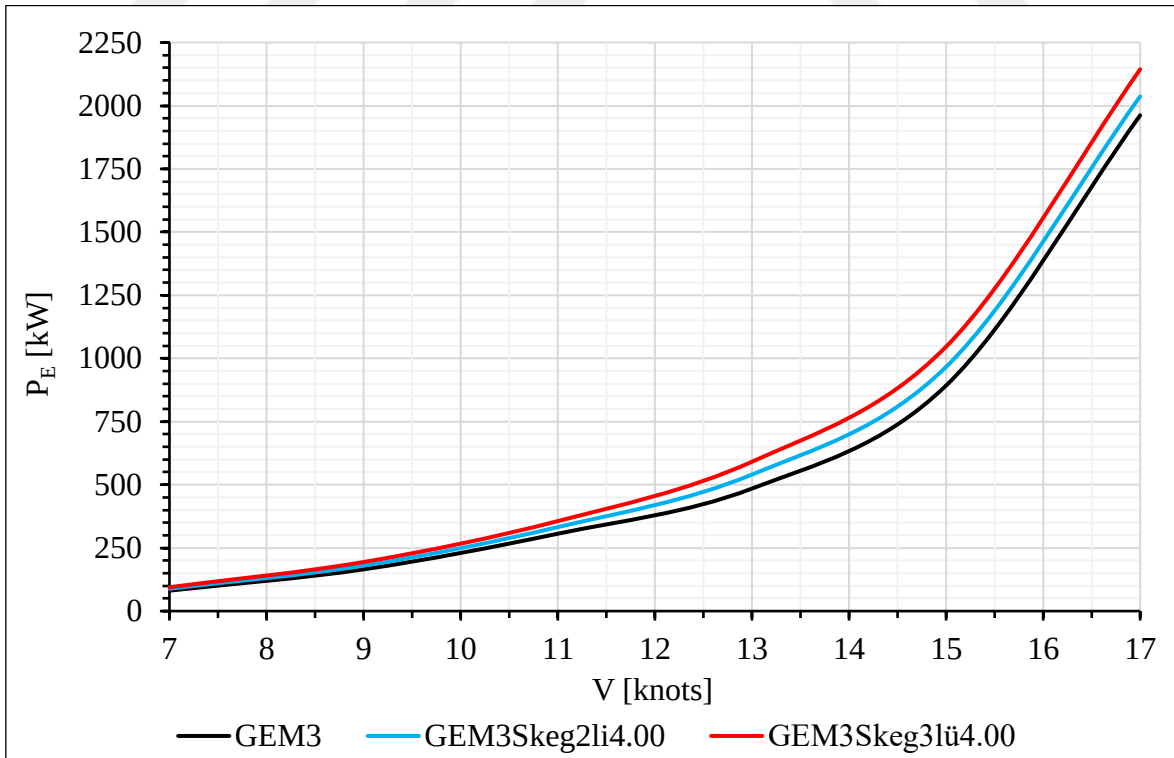
Şekil 3.100. GEM3, GEM3Skeg2li4.00 ve GEM3Skeg3lü4.00 adlı formların F_n değerlerine göre HAD analizlerinden elde edilen toplam direnç katsayısı (C_T) değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 3.101. GEM1, GEM1Skeg2li4.00 ve GEM1Skeg3lü4.00 adlı formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması



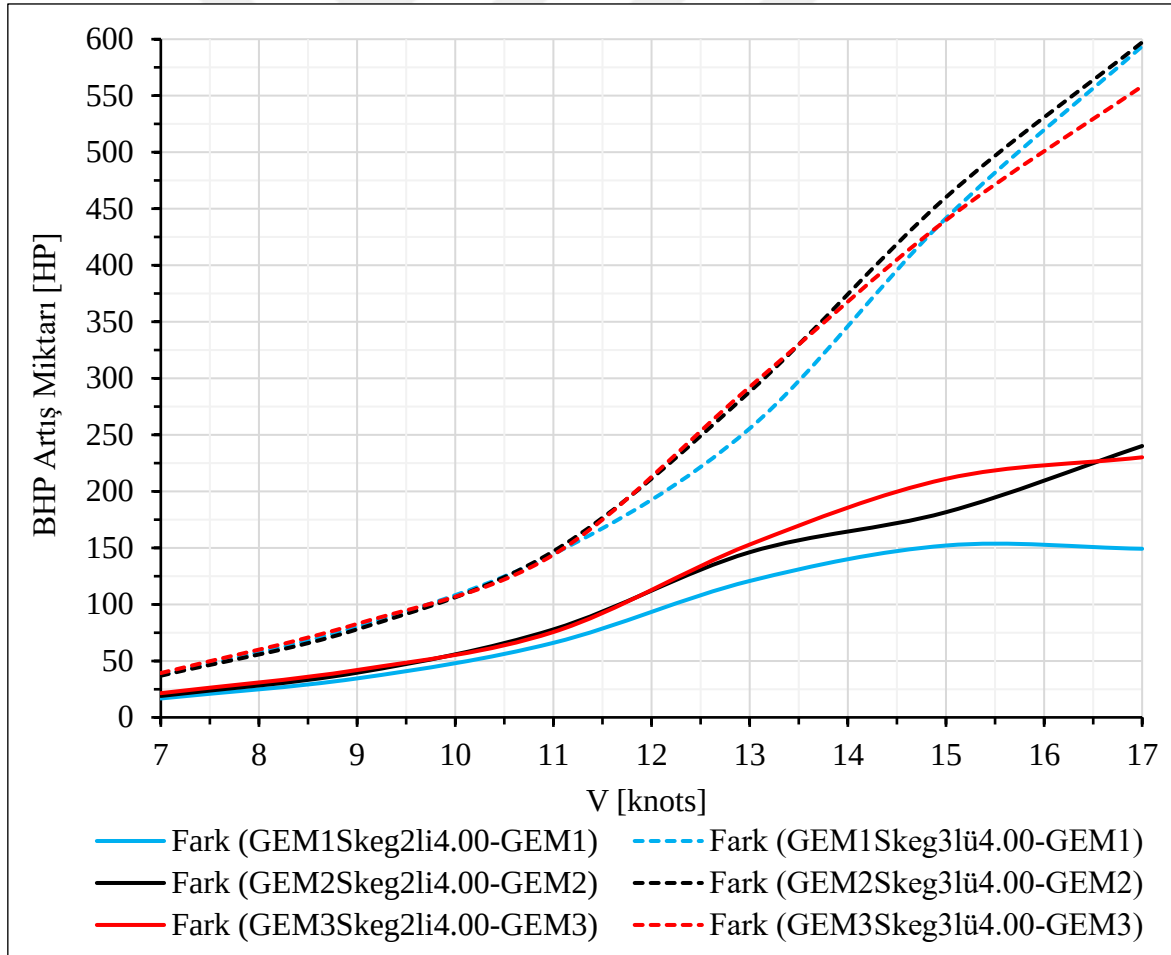
Şekil 3.102. GEM2, GEM2Skeg2li4.00 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 3.103. GEM3, GEM3Skeg2li4.00 ve GEM3Skeg3lü4.00 adlı formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen efektif güç (P_E) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.50. İki ve üç skegli formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerleri

Gemi İsmi	Birim	Gemi Hızı					
	knots	7	9	11	13	15	17
GEM1	HP	193.14	481.70	1004.10	1611.85	3011.62	7556.37
GEM1Skeg2li4.00	HP	209.89	516.19	1070.04	1732.52	3163.67	7705.57
GEM1Skeg3lü4.00	HP	230.45	561.89	1148.59	1867.37	3453.13	8150.06
GEM2	HP	183.58	456.17	926.17	1423.44	2750.96	6704.66
GEM2Skeg2li4.00	HP	202.56	495.69	1004.00	1569.55	2932.48	6944.78
GEM2Skeg3lü4.00	HP	220.43	534.06	1073.15	1711.48	3211.08	7301.86
GEM3	HP	232.12	471.14	882.70	1332.71	2551.34	6019.34
GEM3Skeg2li4.00	HP	253.55	513.06	958.23	1485.58	2762.38	6249.44
GEM3Skeg3lü4.00	HP	271.36	553.84	1026.55	1624.98	2991.15	6577.71

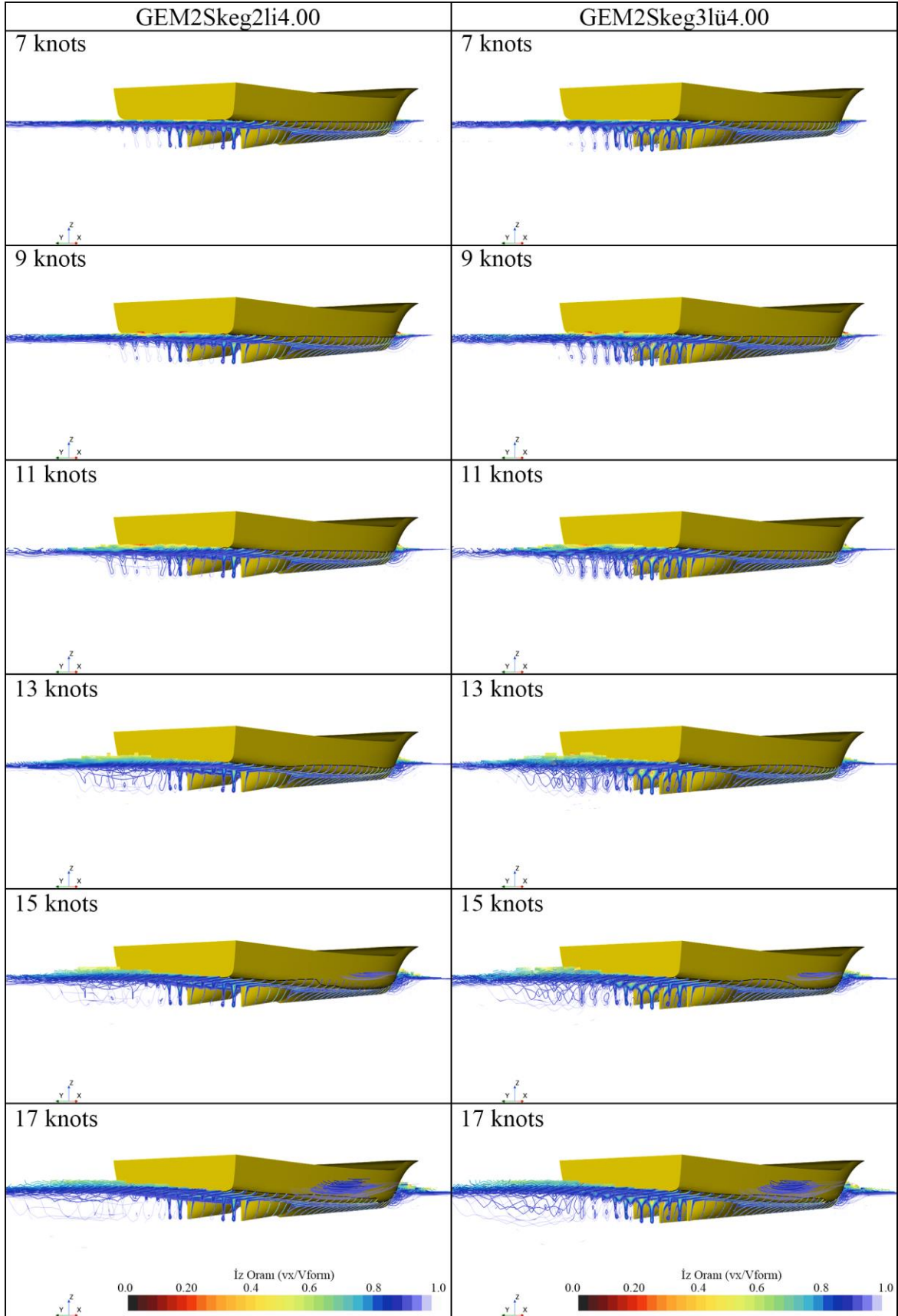


Şekil 3.104. İki ve üç skegli formların hıza göre HAD analizlerinden elde edilen toplam ana makine gücü (BHP) değerlerinin tek skegli (referans formlar) formlarınkilere göre artış miktarları

Tablo 3.51. İki ve üç skegli formların toplam ana makine gücüne göre HAD analizlerinden elde edilen hız değerleri

Gemi İsmi	Birim	Toplam Ana Makine Gücü (BHP)							
	HP	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
GEM1	knots	10.99	13.75	14.99	15.77	16.31	16.69	16.92	17.04
GEM1Skeg2li4.00	knots	10.76	13.53	14.84	15.67	16.24	16.63	16.89	17.03
GEM1Skeg3lü4.00	knots	10.53	13.25	14.57	15.43	16.04	16.48	16.76	16.98
GEM2	knots	11.35	14.10	15.24	15.98	16.49	16.84	17.05	17.13
GEM2Skeg2li4.00	knots	10.98	13.84	15.07	15.85	16.40	16.77	17.01	17.12
GEM2Skeg3lü4.00	knots	10.74	13.55	14.80	15.63	16.22	16.65	16.94	17.10
GEM3	knots	11.64	14.31	15.44	16.16	16.66	17.00	17.18	17.27
GEM3Skeg2li4.00	knots	11.19	14.02	15.24	16.02	16.56	16.93	17.16	17.25
GEM3Skeg3lü4.00	knots	10.90	13.74	15.01	15.84	16.42	16.83	17.10	17.23

Skegli formların HAD analizlerinden elde edilen görsellere örnek olması amacı ile GEM2Skeg2li4.00 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı gemilerin hızlara göre iz oranı dağılımları Şekil 3.105'te gösterilmiştir. Tablo 3.50 incelendiğinde GEM2Skeg3lü4.00 adlı geminin toplam ana makine gücü değerlerinin GEM2Skeg2li4.00 adlı formunkilere göre 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda sırasıyla 18 HP, 39 HP, 69 HP, 142 HP, 279 HP ve 357 HP kadar fazla olduğu hesaplanmıştır. Şekil 3.105'te görüldüğü üzere bu artışa merkez omurga skeginin varlığı neden olmaktadır. Eğer iki ana makine ve iki pervaneli bir sevk sistemi kullanılacaksa toplam ana makine gücünde belirtilen miktarlarda düşüş sağlanması için merkez omurga skeginin gemi formunda bulunmaması gerekmektedir.



Şekil 3.105. GEM2Skeg2li4.00 ve GEM2Skeg3lü4.00 adlı gemilerin hızlara göre iz oranı dağılımları

4. İRDELEME

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde form optimizasyonu yapabilmek için standart bir form gerekli idi. Bunun için mevcut 12 adet Karadeniz tipi balıkçı gemisi endaze planından yola çıkılarak bir KTBG standart boyutsuz ofset tablosu oluşturulmuştur. Yapılan denemeler sonucunda KTBG standart boyutsuz ofset tablosu ile 40-60 metre boy, 4.0-5.5 metre derinlik ve 2.50-3.50 L/B oranı aralığında başarılı bir şekilde Karadeniz tipi balıkçı gemisi formları üretildiği görülmüştür. Ayrıca, merkez omurga skeginin pervane çapı ile uyumu göz önünde tutularak kontrollü bir şekilde 20-40 ila 60-80 metre boy aralığında da Karadeniz tipi balıkçı gemisi formları üretilebilmektedir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların HAD direnç analizlerini doğru bir şekilde gerçekleştirebilmek için dizayn su çekimi ağırlığının tespit edilmesi gerekli idi. Bunun için Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin endaze planları üzerinden ağırlık hesaplamaları ve saha gözlemleri yapılarak bu tip gemilerin, 40-60 metre boy aralığında olmak koşulu ile gemi gövdesi çelik tekne ağırlığını, üst yapı çelik tekne ağırlığını, toplam çelik tekne ağırlığını, toplam tekne ağırlığını, yakıt, tatlı su ve diğer tankların hacimlerini, dizayn su çekimi ağırlığını, toplam balık ambarı hacmini ve balık yüklü su çekimi ağırlığını yaklaşık olarak hesaplayabilen formüller geliştirilmiştir. Geliştirilen bu formüller yardımı ile Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin ön tasarım aşamasında belirtilen ağırlık ve hacimleri yaklaşık olarak tespit edilebilmektedir. Geliştirilen formüllerin tutarlılığını denemek için saha gözlemleri yapılmıştır. Belirlenen balıkçı gemilerinde yapılan ağırlık hesaplamaları sonucu bulunan tahmini dizayn ve balık yüklü su çekimi değerleri ile sahada gözlemlenen değerler arasında 3-5 cm arasında farklar gözlemlenmiştir.

Çalışma kapsamında, boyları 40, 45, 50, 55 ve 60 metre olmak üzere toplam 140 adet Karadeniz tipi balıkçı gemisi formu oluşturulmuştur. Her form için 7, 9, 11, 13, 15 ve 17 knots hız değerlerinde olmak üzere toplam 840 tane HAD direnç analizi yapılmıştır. HAD direnç analizleri için STAR-CCM+ yazılımı içindeki Tekne Performans İş Akışı (Hull Performance Workflow) modülü kullanılmıştır. TPİA, gemi formlarının HAD direnç analizlerinin durgun suda doğru ve tutarlı bir şekilde yapılması için geliştirilmiş özel bir modüldür.

HAD direnç analizleri yapılan formların model direnç deneyleri yeterli bütçe bulunamadığından dolayı yapılamamıştır. Bundan dolayı, HAD analizlerinden elde edilen direnç değerlerinin doğruluğunu ve tutarlılığını test etmek için ağdan bağımsızlık çalışması yapılmıştır. İncelenen her boy ve hız değeri için en uygun hücre boyutu belirlenmiş ve oluşturulan formların HAD direnç analizleri yapılmıştır. TPİA modülü ile yapılan HAD direnç analizlerinin F_n 0.15-0.40 aralığında yapılması yazılımın kullanıcı kılavuzunda (SIEMENS, 2021b) önerilmiştir. Bu F_n aralığı içinde yapılan HAD direnç analizlerinin sonuçları ile ilgili deney değerleri arasındaki farkın %1'den az olacağı yine yazılımın kullanıcı kılavuzunda belirtilmiştir. Yapılan ağdan bağımsızlık çalışmasında da farklı hücre boyutuna sahip ağlardan elde edilen direnç değerleri arasındaki farkın bu mertebede olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, boyu 40 ve 45 metre olan formlar ile KTBG-5, KTBG-10, KTBG-11, KTBG-13 ve KTBG-14 adlı gemilerin 17 knots hızdaki F_n değerlerinin sırasıyla 0.443, 0.418, 0.410, 0.439, 0.444, 0.413 ve 0.412 değerlerinde olduğu ve bu F_n değerlerinde elde edilen HAD direnç değerlerinin olması gerekenden %5'e kadar az veya fazla olacağı göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların direnç açısından mevcut bu tip balıkçı gemisi formlarından daha iyi olduğunu kanıtlayabilmek için dördü boyutsuz ofset tablosunun geliştirildiği formlardan, ikisi başka gemilerden olmak üzere altı adet ana değerleri aynı olan eşdeğer formların HAD direnç analizleri hem sabit deplasmanda hem de sabit su çekiminde yapılmıştır. Hem sabit deplasmanda hem de sabit su çekiminde KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların, bu tip balıkçı gemilerinin yoğun olarak kullanıldığı 11.0-15.0 knots hız aralığında, orijinal gemi formlarından direnç açısından genel olarak daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların orijinal gemi formlarına göre direnç açısından optimize edildiği söylenilebilir.

Peşman (2005) tarafından Karadeniz tipi balıkçı tekneleri için en uygun direnç tahmin yönteminin Holtrop-Mennen 1 yöntemi olduğu belirtilmiştir. Bundan dolayı HAD ile elde edilen toplam direnç değerleri, Maxsurf Resistance yazılımı yardımıyla Holtrop direnç tahmin yöntemi ile elde edilen toplam direnç değerleri de karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda 11-14 knots hız aralığında iki yöntemle elde edilen toplam direnç değerlerinin birbirlerine oldukça yakın ve bazı formlarda neredeyse aynı oldukları tespit edilmiştir. 7-11 knots hız aralığında değerler birbirine yakındır. 14-17 knots hız aralığında ise basınç

direncinin aşırı artmasından dolayı Holtrop toplam direnç değerleri HAD değerlerinin oldukça altında kalmaktadır.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan 140 adet formun toplam ana makine gücüne göre yapabildikleri hız değerlerini hesaplamak için HAD analizleri sonucunda elde edilen efektif güç (P_E) değerleri 2.5 ile genişletilmiştir. 2.5 katsayısı, standart boyutsuz ofset tablosunun geliştirildiği orijinal gemi formları üzerinden bulunmuştur. Bu Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin maksimum toplam ana makine gücünde yaptıkları maksimum hızlar bilinmektedir. Maksimum hız değerlerinde bu gemilerin hem HAD direnç analizleri hem de Holtrop direnç tahmin yöntemi ile efektif güç değerleri bulunmuştur. Mevcut toplam ana makine gücü değerleri ile hesaplanan efektif güç değerleri oranlanmış ve 2.2 ile 2.8 arasında değişen değerler bulunmuştur. 2.5 katsayısı çıkan bu değerlerin ortalaması olarak kabul edilmiştir. İncelenen Karadeniz tipi balıkçı gemileri üç skegli, üç ana makineli ve üç pervaneli bir sevk sistemi yapısına sahiptir. HAD direnç analizleri yanlarda bulunan iki skeg eklentisi olmadan sadece merkez omurga skegi yani ana form ile yapılmıştır. Sevk sisteminden oluşan kayıpların hesaplamaların içine katılması için HAD direnç analizlerden elde edilen efektif güç değerlerinin 2.5 katsayısı ile genişletilmesi, incelenen formun üç skegli yapıdaki toplam ana makine gücünün ve gerçekte yapabileceği hızın elde edilmesini sağlamaktadır.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların direnç karakteristiklerini belirleyebilmek için 40- 60 metre boy aralığında, 4.0-5.5 metre derinlik aralığında ve 2.50-3.00 L/B oranı aralığında toplam 68 adet form oluşturulmuş ve HAD direnç analizleri yapılmıştır. HAD direnç analizleri sonucunda elde edilen değerler, literatürde balıkçı gemileri üzerinde yapılmış deney sonuçları ile karşılaştırıldıklarında genel olarak aşağıdaki durumlar tespit edilmiştir:

Ridgely-Nevitt (1956) tarafından pruvadaki giriş açısını azaltmanın formun toplam direncini düşürmek için etkili olduğu vurgulanmıştır. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre dizayn su çekiminde L/B oranı 2.50 olan formların pruva giriş açısı 24° iken L/B oranı 3.00 olan formlarda ise 22° 'dir. L/B oranı 3.00 olan formların toplam direnç değerleri L/B oranı 3.00 olan formlardan ortalama %13 daha azdır.

Pattullo ve Thomson (1965) tarafından yapılan balıkçı gemisi model testlerinde L/B oranını arttırmanın direnci azalttığı ve direncin hızla artmaya başladığı hız noktasını geciktirdiği tespit edilmiştir. HAD analizleri sonucunda, L/B oranı 2.50 olan formlara göre L/B oranı 3.00 ve 3.50 olan formların toplam direnç değerleri sırasıyla ortalama %13 ve %22

kadar daha az olduğu tespit edilmiştir. Çizilen hıza göre efektif güç grafiklerinde (Şekil 3.25, Şekil 3.31, Şekil 3.37, Şekil 3.43 ve Şekil 3.49) L/B oranını arttırmanın direncin hızla artmaya başladığı noktaları geciktirdiği de görülmektedir.

Nutku (1962) tarafından 15-20 metre boy aralığındaki Taka ve Almetro tipi balıkçı gemilerinin ekonomik hız sınırının 10 knots civarı olduğu, Kafalı vd. (1979) tarafından geliştirilen Türkiye sularına uygun balıkçı gemisi formlarından 20 metre boyundaki formların ekonomik servis hızının 10 knots, 30 metre boyundakilerin ise 12 knots olduğu, Saral ve Köse (2020) tarafından 35.6 metre boyundaki bir Karadeniz tipi balıkçı gemisinin ekonomik servis hızının 11 knots olduğu belirtilmiştir. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların, dizayn su çekiminde, L/B oranı ve D değerine göre ekonomik servis hızlarının; 40 ve 45 metre boydaki formlar için 12-13 knots aralığında olduğu (Şekil 3.25 ve Şekil 3.31), 50 ve 55 metre boydaki formlar için 13-14 knots aralığında olduğu (Şekil 3.37 ve Şekil 3.43) ve 60 metre boydaki formlar için 14-15 knots aralığında olduğu (Şekil 3.49) tespit edilmiştir.

Gemi yükleme durumunun direnç üzerindeki etkisini görebilmek için GEM2 adlı formun çeşitli yükleme durumlarındaki HAD direnç analizleri yapılmıştır. Efektif güç değerleri, toplam ana makine gücü değerleri ve hız değerleri arasında verilen oranlar, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlar geometrik benzer olduğundan, diğer formların yükleme durumlarındaki toplam ana makine gücü ve hız değerlerinin tahminleri için de kullanılabilir.

Gemiler genelde trimsiz, kıça veya baş trimli halde yüzerler. Gemiler, hızlandıkça formlarının hidrodinamik yapısından dolayı bir miktar batma ve kıça veya başa trim yaptıkları bilinmektedir. HAD analizlerinde formlar trimsiz halde sabit kabul edilmiş ve direnç değerleri bu kabule göre hesaplanmıştır. Gerçek değerlere yakın sonuçlar elde etmek için sistemin dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketlerinin serbest olması ve HAD direnç analizlerinin bu serbestide çözülmesi gerekmektedir. Hareketli çözümde tam doğru sonuçlara ulaşabilmek için gemi toplam ağırlığının ve ağırlık merkezi konumunun doğru bir şekilde bilinmesi lazımdır. Aksi halde HAD direnç analiz sonuçları yanlış hesaplanacaktır. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların ve bu tip gemilerin ağırlık merkezi konumları meyil deneyleri yapılmadığından (klaslı gemiler hariç) tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenlerden dolayı çalışma kapsamında yapılan bütün HAD direnç analizleri sabit sistemde yapılmıştır. Saha çalışmalarında Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin hızlandıkça gemi formuna göre bir miktar kıça veya başa trim yaptıkları gözlemlenmiştir.

Bundan dolayı kıça ve başa trimin direnç üzerindeki etkisini görebilmek için GEM2 adlı geminin 1.0 kıça, 0.5 kıça, 0.5 başa ve 1.0 başa trimli durumların HAD direnç analizleri yapılmıştır. Kıça ve başa trimli hallerin trimsiz hale göre efektif güç değerlerindeki değişim oranları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değişim oranları ile trimsiz halde çözülmüş diğer formların hız-efektif güç değerleri kıça veya başa trimli haller için revize edilebilir. Böylece gerçek ortamdaki değerlere yakın hız-efektif güç değerleri bulunabilir.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde omurga ve sintine yapısının direnç üzerindeki etkisini araştırmak için GEM1, GEM2 ve GEM 3 adlı gemiler üzerinde omurga ve sintine düzenlemeleri yapılarak oluşturulan formların HAD ile direnç hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplamalar sonucu toplam dirençte bir miktar düşüş veya artış görülse de bu azalış ve artışın gemi hızı üzerinde neredeyse hiç etkisi olmamıştır. Bunun nedeni değişim miktarının o hızda gereken güç miktarından çok az (değişim miktarı ortalama %1) olmasıdır.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde yumrubaşın direnç üzerindeki etkisini araştırmak için GEM1, GEM2 ve GEM 3 adlı gemilerin yumrubaşsız halleri oluşturularak HAD ile direnç hesaplamaları yapılmıştır. Yumrubaşların 10 knots hızdan sonra etkinlik göstermeye başladıkları tespit edilmiştir. 11-17 knots hız aralığında efektif güç değerlerinde ortalama % 25 azalma, toplam ana makine gücünde ortalama 1310 HP kadar düşüş ve gemi hızında ise ortalama 1.1 knots (%7) kadar artış olduğu tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında ise balıkçı gemilerinde yumrubaş kullanımı ile ilgili şu bilgilere ulaşılmıştır. Ridgely-Nevitt (1967) tarafından balıkçı gemilerinde yüksek hızlarda yumrubaş kullanmasının avantajlı olduğu belirtilmiştir. Doust (1959b) tarafından yapılan deneylerin sonucunda yumrubaşın makine gücünü %10-15 oranında azalttığı görülmüştür. Çalışal ve McGreer (1993) tarafından yapılan deneylerde yumrubaşlı formun yumrubaşsız forma göre 10.5 knots seyir hızında %16.6 oranında daha az dirence sahip olduğu tespit edilmiştir. Atlar (1977) tarafından deneylerde, İTÜ balıkçı gemilerinde delta yumrubaş uygulamasının servis hızında toplam direnci %18 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Söylemez (1983) tarafından yapılan deneylerde ise İTÜ balıkçı gemilerinde delta yumrubaş uygulamasının servis hızında efektif gücü %20 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Saral vd. (2018a) tarafından yapılan HAD direnç analizlerinde ise delta (Δ), nabla (∇) ve eliptik (0) kesitli yumrubaşların 10 knots servis hızında toplam direnci ortalama %10-13 arasında azalttığı tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında balıkçı gemilerinde yumrubaş kullanılmasının belirli bir hızdan sonra yararlı olduğu görülmektedir.

Son yıllarda Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde de uygulanmaya başlanan X-Bow tipi baş yapısının bu tip balıkçı gemilerinde direnç açısından uygun olup olmadığını araştırmak GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemilerin X-Bow tipi baş yapısına sahip formları oluşturularak HAD direnç analizleri yapılmıştır. 11-15 knots hız aralığında X-Bow tipi baş bodoslama yapısına sahip formların toplam dirençlerinin KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlarınkinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. X-Bow tipi baş şekli 11 knots hızdan düşük ve 15 knots hızdan yüksek hızlarda çalışacak Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde kullanılabilir. 11-15 knots hız aralığından çalışacak Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilmesi direnç açısından daha iyidir.

Yumrubaş tipinin direnç üzerindeki etkisini görebilmek ve KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlarda bulunan yumrubaşın etkinliğini tespit edebilmek için GEM2 adlı gemiye 1 adet delta, 2 adet nabla ve 3 adet eliptik yumrubaş şekli uygulanmış ve oluşturulan formların HAD direnç analizleri yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen referans formda bulunan yumrubaşın direnç açısından en iyi performansı gösterdiği tespit edilmiştir.

40 metreden büyük Karadeniz tipi balıkçı gemileri genellikle üç ana makine, üç pervane ve üç skegden oluşan bir sevk sistemi yapısına sahiptir. Skeg konum düzenlemeleri haricinde yapılan HAD direnç analizlerindeki formlar merkez ana omurga skegli (tek skegli) idi. Efektif güç değerleri 2.5 katsayısı ile genişletilerek üç skegli durum varsayımına göre toplam ana makine gücü değerleri elde edilip yapabilecekleri hızlar hesaplanmıştır. Skeg konum düzenlemeleri ile GEM1, GEM2 ve GEM3 adlı gemiler üzerinde formların üç skegli ve iki skegli durumlarındaki efektif güç değerleri hesaplanmıştır. Bu tip balıkçı gemilerinde kullanılan geleneksel skeg, ikili ve üçlü şekilde olmak üzere, merkez omurgadan mesafeleri 3.0, 3.5, 4.0 ve 4.5 metre mesafede eklenmiş ve HAD direnç analizleri yapılmıştır. Skeg formları kendi içinde simetrik olmadığı için HAD analizleri tam model uygulaması benimsenmiştir. İkili ve üçlü skeg düzenlemelerinde, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formlar için direnç açısından en uygun skeg mesafesinin merkez omurgadan 4.00 metre uzaklıkta olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde form optimizasyonu yapmak için mevcut gemilerden yola çıkılarak, bu tip balıkçı gemilerinin formlarını standart bir şekilde oluşturabilmek için bir KTBG standart boyutsuz ofset tablosu geliştirilmiştir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosu ile 40-60 metre boy, 4.0-5.5 metre derinlik ve 2.50-3.50 L/B oranı aralığında başarılı bir şekilde Karadeniz tipi balıkçı gemisi formları üretilmektedir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların ve bu tip balıkçı gemilerinin, 40-60 metre boy aralığında olmak koşulu ile toplam çelik tekne ağırlığını, dizayn su çekimi ağırlığını ve balık yüklü su çekimi ağırlığını yaklaşık olarak hesaplayabilen formüller geliştirilmiştir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formlar ile dördü boyutsuz ofset tablosunun geliştirildiği formlardan ve ikisi başka gemilerden olmak üzere altı adet ana değerleri aynı olan eşdeğer formların HAD direnç analizleri hem sabit deplasmanda hem de sabit su çekiminde yapılmıştır. KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların, direnç açısından, bu tip balıkçı gemilerinin yoğun olarak kullanıldığı 11.0-15.0 knots hız aralığında orijinal gemi formlarından genel olarak daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formların direnç karakteristiklerini belirleyebilmek için 40, 45, 50, 55 ve 60 metre boylarında, 4.0, 4.5, 5.0 ve 5.5 metre derinliklerinde ve L/B oranı 2.50, 2.75 ve 3.00 olan (50 metre boydakiler için 3.25 ve 3.50 oranları da dahil) toplam 68 adet form oluşturulmuş ve HAD direnç analizleri yapılmıştır. HAD direnç analizleri sonucunda genel olarak aşağıdaki durumlar tespit edilmiştir:

- Tam boy (L) arttıkça toplam direnç değerlerinde; 7, 9 ve 11 knots hızlarda artış; 13 knots hızda 40 metreden 50 metreye kadar azalış ve 50 metreden 60 metreye artış; 15 ve 17 knots hızlarda ise azalış olmaktadır.
- L/B oranı arttıkça her gemi boyu ve derinliğinde bütün hızlarda toplam direnç değerleri azalmıştır.
- Gemi derinliği (D) arttıkça, her gemi boy ve L/B oranında bütün hızlarda toplam direnç değerleri artmıştır.

- Tam boy (L) arttıkça, bütün hız değerlerinde, toplam direnci oluşturan sürtünme direncinin oranı artmakta, basınç direncinin oranı ise düşmektedir.
- L/B oranı arttıkça her boy ve derinlikte 7 ve 9 knots hızlarda toplam direnci oluşturan sürtünme direnci oranı düşmekte, basınç direnci oranı ise artmaktadır. 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda ise ya aynı kalmakta ya da %1-2 oranında artmakta veya azalmaktadır.
- Gemi derinliği (D) arttıkça belirlenen boylarda ve L/B oranlarında belirli bir düzen olmamakla beraber 7 ve 9 knots hızlarda toplam dirençteki sürtünme direnci oranı artmakta, basınç direnci oranı ise azalmaktadır. 11, 13, 15 ve 17 knots hızlarda ise ya sabit kalmakta ya da %1-2 oranında artmakta veya azalmaktadır.
- Gemi hızı arttıkça her formda toplam direnç içindeki sürtünme direnci oranı düşmekte ve basınç direnci oranı ise artmaktadır.
- Formların efektif güç (P_E) değerleri; gemi boyu uzadıkça artmakta, L/B oranı yükseldikçe azalmakta ve D değeri yükseldikçe artmaktadır.

Sistematik olarak KTBG boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen 68 adet form, balık taşıma hacimlerine göre 500-1500 m³ arasında 100 m³ arayla sınıflandırılmış ve HAD direnç analizleri sonucunda elde edilen efektif güç değerleri üzerinden ($2.5 \times P_E$) hesaplanan toplam ana makine gücüne göre iyiden kötüye doğru sıralanmıştır.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna ile oluşturulan 68 adet formun HAD direnç analizleri sonucunda elde edilen toplam ana makine gücüne göre hesaplanan hız değerlerinin incelenmesi ile aşağıdaki tespitler yapılmıştır:

- Tam boy (L) arttıkça, sabit D değeri ve L/B oranında, gemi hızı artmaktadır.
- L/B oranı arttıkça, her boy ve derinlikte, gemi hızı artmaktadır.
- Gemi derinliği (D) arttıkça, sabit L değerinde ve L/B oranında, gemi hızı azalmaktadır.
- Toplam ana makine gücü (BHP) arttıkça genel olarak bütün formların hızı artmaktadır.

Gemi yükleme durumunun direnç üzerindeki etkisini görebilmek için seçilen bir form (GEM2) üzerinde HAD direnç analizleri yapılmıştır.

Kıça ve başa trimin direnç üzerindeki etkisini görebilmek seçilen bir form (GEM2) üzerinde 1.0° kıça, 0.5° kıça, 0°, 0.5° başa ve 1.0° başa trimli hallerde HAD direnç analizleri yapılmıştır. Genel olarak; kıça trimli durumlarda 15.5 knots hıza kadar dirençte artış, bu

hızdan sonra ise dirençte azalma olduğu; başa trimli durumlarda ise 13.5 knots hıza kadar dirençte azalma, bu hızdan sonra ise dirençte artış olduğu tespit edilmiştir.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde omurga ve sintine yapısının direnç üzerindeki etkisini araştırmak seçilen üç form (GEM1, GEM2 ve GEM3) üzerinde HAD direnç analizleri yapılmıştır. Düz omurga, düz omurga ve düz sintine yapılarının direnç üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde yumrubaşın direnç üzerindeki etkisini araştırmak için seçilen üç form (GEM1, GEM2 ve GEM3) üzerinde HAD direnç analizleri yapılmıştır. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin yoğun olarak sefer yaptığı 11-15 knots hız aralığında yumrubaş uygulamasının direnci düşürme açısından yararlı olduğu tespit edilmiştir.

Son yıllarda Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde de uygulanmaya başlanan X-Bow tipi baş yapısının bu tip balıkçı gemilerinde direnç açısından uygun olup olmadığını araştırmak için seçilen üç form (GEM1, GEM2 ve GEM3) üzerinde HAD direnç analizleri yapılmıştır. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin yoğun olarak sefer yaptığı 11-15 knots hız aralığında X-Bow tipi baş bodoslamanın toplam direnci ortalama %8 oranında artırdığı tespit edilmiştir.

Yumrubaş tipinin direnç üzerindeki etkisini görebilmek ve KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen formlarda bulunan yumrubaşın etkinliğini tespit edebilmek için seçilen bir form (GEM2) üzerinde 1 çeşit delta (Δ), 2 çeşit nabla (∇) ve 3 çeşit eliptik (0) yumrubaş uygulaması yapılarak HAD direnç analizleri yapılmıştır. 11-15 knots hız aralığında KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre üretilen referans formda bulunan yumrubaşın direnç açısından en iyi performansı gösterdiği tespit edilmiştir.

KTBG boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan üç forma (GEM1, GEM2 ve GEM3) bu tip balıkçı gemilerinde kullanılan geleneksel skeg ikili ve üçlü şekilde olmak üzere, merkez omurgadan 3.0, 3.5, 4.0 ve 4.5 metre mesafede eklenmiş ve HAD direnç analizleri yapılmıştır. İkili ve üçlü skeg düzenlemelerinde, direnç açısından, KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formlar için en uygun skeg mesafesinin merkez omurgadan 4.00 metre uzaklıkta olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ikili skegli formların üçlü skegli formlara göre ortalama %8 oranında daha az toplam dirence sahip oldukları hesaplanmıştır.

6. ÖNERİLER

Karadeniz tipi balıkçı gemileri için geliştirilen yaklaşık ağırlık ve hacim hesaplamaları formülleri mevcut bu tip balıkçı gemileri üzerinde denenerek daha tutarlı sonuç verebilir hale getirilebilir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre 40, 45, 55 ve 60 metre boylarda L/B oranı 3.25 ve 3.50 değerlerinde de formlar oluşturulup HAD direnç analizleri yapılabilir. Oluşturulan bu formların balık ambar hacimlerine göre sınıflandırılması yapıp, çıkan sonuçlara göre yeniden formlar direnç açısından sınıflandırılabilir.

Formlar sabit durumda çözülmüştür. Formların hızlandıkça bir miktar batma ve trim yaptıkları bilinmektedir. Bundan dolayı mevcut formların sabit değil de hareketli sistemde HAD direnç analizleri yapılabilir. Böylece gerçek duruma daha yakın sonuçlar elde edilebilir.

Sadece GEM2 formunun yükleme durumları için HAD direnç analizleri yapılmıştır. Diğer formların da yüklü durum HAD direnç analizleri yapılabilir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosunda sintine çene hattı keskindir. Bu hattın yuvarlatılmış halinin dirence etkisi araştırılabilir. Sintine dönüm hattı ise yuvarlaktır. Bu kısım da keskin çeneli yapılarak direnç üzerindeki etkisi araştırılabilir.

X-Bow tipi baş şekli 50 metre boy ve L/B oranı 2.50, 2.75 ve 3.00 değerlerinde yapılmıştır. X-Bow baş tipinin 40, 45, 55 ve 60 metre boy ve L/B oranı 3.25 ve 3.50 değerlerinde formları oluşturulup HAD direnç analizleri yapılarak X-Bow tipi baş yapısının bu tip balıkçı gemilerinin direnci üzerindeki etkisi daha detaylı bir şekilde araştırılabilir.

Delta, nabla ve eliptik yumurbaşı uygulamaları sektörde görülen tiplerde yapılmıştır. Yapılan bu uygulamalardaki yumrubaşların uzunlukları %5'er artırılıp azaltılarak ve genişlikleri de %5'er artırılıp azaltılarak oluşturulacak yumrubaşı modellerinin direnç üzerindeki etkisi daha detaylı bir şekilde incelenebilir.

Skeg incelemesinde mevcut gemilerde kullanılan geleneksel skeg modeli kullanılmıştır. Farklı tasarımlarda yeni tip skeg modelleri geliştirilmiştir. Geliştirilen bu skeg modelleri formlara uygulanarak direnç üzerindeki etkileri araştırılabilir.

KTBG standart boyutsuz ofset tablosuna göre oluşturulan formların denizcilik analizleri yapılarak hangi formun hangi deniz durumuna daha elverişli olduğu araştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Aksu, E., Köse, E. ve Ölmez, H., 2012. Doğu Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerindeki Yapısal Değişiklikler ve Etkilerinin İncelenmesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 2012, Aralık, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 515-523.
- Alkan, A., D., 1993. Balıkçı Gemilerinin Hidrodinamik İncelemesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Atlar, M., 1977. Balıkçı Gemilerinde Yumrubaşın ve Ölçek Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, İstanbul.
- Aydın, M., 2002. Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemilerinin Bilgisayar Destekli Dizaynı, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aydın, M. ve Akyıldız, H., 2005. Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemilerinin Stabilitate Karakteristiklerinin İncelenmesi, İTÜ Dergisi/d Mühendislik, 4, 6, 3-12.
- Aydın, M. ve Şalcı, A., 2007a. Geometrical Characteristics of Fishing Boats Series of ITU, Marine Technology, 44, 2, 125-137.
- Aydın, M. ve Şalcı, A., 2007b. Türkiye Sularına Uygun Bir Balıkçı Gemisinin Akım Görüntüleme Deneylerinin Analizi, İTÜ Dergisi/d Mühendislik, 6, 5-6, 16-23.
- Aydın, M. ve Şalcı, A., 2008a. Resistance Characteristics of Fishing Boats Series of ITU, Marine Technology, 45, 4, 194-210.
- Aydın, M. ve Şalcı, A., 2008b. Türkiye Sularına Uygun Bir Balıkçı Gemisinin İz Karakteristiklerinin İncelenmesi, İTÜ Dergisi/d Mühendislik, 7, 1, 3-14.
- Bakışkan, E., 2019. CPM-PERT Proje Yönetim Tekniklerinin Karadeniz Tipi Balıkçı Gemileri İnşa Sürecine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Barlas, Ş., 1957. Türk Balıkçı Tekneleri, Balık ve Balıkçılık, 5, 8, 1-3.
- Baykal, R. ve Dikili, C., A., 2002. Gemilerin Direnci ve Makina Gücü, 1. Baskı, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Baytemür, A., 2018. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Ağırlık Dağılımının Stabilitate ve Gemi Hareketleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Bodur, E., 1990. Optimum Size of A Drop Section Bulb, Istanbul Technical University.
- Çalışal, M., S. ve Fung, O., 1984. Balıkçı Gemileri Direnç Hesapları İçin Kullanılan Algoritmaların Karşılaştırılması, Gemi İnşaatı Teknik Kongresi'84, Aralık, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 150-166.
- Çalışal, M., S. ve McGreer, D., 1993. A Resistance Study on a Systematic Series of Low L/B Vessels, Marine Technology, 30, 4, 286-296.
- CD-Adapco, 2014. User Guide, Star-CCM+ Version 9.04, CD-Adapco.
- Chapelle, H., I., 1957a. Türk Balıkçı Tekneleri, Balık ve Balıkçılık, 5, 1, 14-22.
- Chapelle, H., I., 1957b. Türk Balıkçı Teknelerinin Uygun Makina Güçleri, Balık ve Balıkçılık, 5, 4, 1-8.
- Claytor, R., A., Eareckson, L. ve Wilkins, J., R., 1956. The Resistance of Trawler Hull Forms of Various Displacement-Length Ratios at 0.65 Prismatic Coefficient, PhD Thesis, Webb Institute, Naval Architecture, New York.
- Demirel, H., 2013. Bir Balıkçı Teknesinin Yalpa Hareketinin Dinamik Analizi ve Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dinçer, A., C., 1992. A Design Study of Turkish Black Sea Fishing Vessels, Master's Thesis, Glasgow Caledonian University, Department Naval Architecture and Ocean Engineering, Glasgow.
- Dinçer, A., C., 1996. Hamsi Avcılığında Kullanılan Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Simülasyon Dizaynı ve Ekonomik Analizi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dinçer, A., C. ve Köse, E., 2003. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Stabilité Açısından Değerlendirilmesi, Balıkçı Gemileri ve Balıkçılık Teknolojisi 2003, İzmir, Bildiriler Kitabı: 129-136.
- Dinçer, A., C., Köse, E. ve Durgun, O., 1999. Karadeniz Balıkçı Gemilerinin Genel Yapısal Özellikleri, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 99, Aralık, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 357-366.
- Dinçer, A., C., Köse, E. ve Durukanoğlu, H., F., 1995. Karadeniz Tipi Balıkçı Teknelerinin Maliyet Hesabı İçin Pratik Bir Yöntem, Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu, Haziran, Erzurum, Bildiriler Kitabı: 773-778.
- Djebli, M., A., Hamoudi, B., Imine, O. ve Adjlout, L., 2015. The Application of A Smartphone in Ship Stability Experiment, Journal of Marine Science and Application, 14, 4, 406-412.
- Doust, D., J., 1959a. Statistical Analysis of Resistance Data for Trawlers, 2nd World Fishing Boat Congress, April, Rome, Fishing Boats of the World 2: 370-387.

- Doust, D., J., 1959b. Trawler Forms with Bulbous Bow, 2nd World Fishing Boat Congress, April, Rome, Fishing Boats of the World 2: 445–452.
- Doust, D., J., 1961. Bulb Trawlers, Ship and Boat Builder, 40-42.
- Doust, D., J., 1962. Optimized Trawler Forms, Transactions of North-East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, 79, 95-136.
- Doust, D., J. ve O'Brien, T., P., 1959. Resistance and Propulsion of Trawlers, North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, 75, 355-436.
- Durgun, O., 1989. Balıkçı Gemilerinin Ön Dizaynı, Gemi İnşaatı Teknik Kongresi'89, Aralık, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 18-33.
- Ekren, H., 1993. Balıkçı Teknelerinde Motor-Pervane Sisteminin Yarattığı Titreşimlerin ve Gürültü Kirliliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ersan, F., 1968. Türk Balıkçı Tekneleri, Balık ve Balıkçılık, 16, 4, 15-20.
- FAO., 1985. Definition and Classification of Fishery Vessel Types, FAO Fisheries Technical Paper (Vol. 267), Rome.
- FAO., 2021. Purse seines, <http://www.fao.org/fishery/geartype/249/en>, 21 Mayıs 2021.
- Gammon, M., A., 2004. Ship Hull Form Optimization By Evolutionary Algorithm, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Günaydın, O., 2001. Türk Balıkçı Gemilerinin Geometrik Parametrelerinin Denizcilik ve Direnç Performans Ölçülerine Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kafalı, K., 1955a. Balıkçı Gemileri, Gemi Mecmuası, 6-7, 10-19.
- Kafalı, K., 1955b. Türkiye Sularında Çalışan Hafif Tekneler Takalar, Gemi Mecmuası, 1, 12-19.
- Kafalı, K., 1956. Dalgalı Denizlerde Küçük Balıkçı Tekneleri, İTÜ Dergisi.
- Kafalı, K., 1958. Behaviour of A Fishing Boat Among Head Waves, MIT Internal Report.
- Kafalı, K., 1967. Takalarda Sephiye Merkezinin Optimum Yeri Hakkında. İTÜ Gemi Enstitüsü, İstanbul.
- Kafalı, K., 1970. Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Tekneleri, Gemi Mecmuası, 40, 3-12.
- Kafalı, K., 1980. Balıkçı Gemisi Formlarının İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi Enstitüsü Bülteni No: 25, İstanbul.

- Kafalı, K., 1981. Scale Effect on Experiments and Model-Ship Correlation.
- Kafalı, K., Şaylan, Ö. ve Şalcı, A., 1979. Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Geliştirilmesi, TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu, Proje No: G-416, İstanbul.
- Kracht, A., M., 1978. Design of Bulbous Bows, Transactions SNAME, 86, 197-217.
- Kükner, A., Sarıöz, K., Alkan, A., D. ve Sarıöz, E., 2006. Açık Deniz Tipi Balıkçı Teknesi Formu Dizaynı ve Deneysel Değerlendirmesi, TÜBİTAK Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu, Proje No: İÇTAG I243, İstanbul.
- MEGEP., 2008. Balıkçı Gemileri ve Donanımları, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Mutlu, T. ve Dinçer, A., C., 2018. A Study on the Economic Analysis of the Turkish Black Sea Purse Seiners, Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 3, 2, 80-84.
- Neşer, G., 2002. Çelik Malzemeyle İnşa Edilmiş Bir Balıkçı Gemisi Serisinin Türk Loydu Kurallarıyla Boyutlandırılmış Ortakesit Elemanlarının Yapısal Analizi, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 19, 1-2, 197-203.
- Nutku, A., 1957. Model Tests With Fishing Boats I, İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi Enstitüsü Bülteni No:3, İstanbul.
- Nutku, A., 1962. Model Tests With Fishing Boats II Taka, İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi Enstitüsü Bülteni No: 7, İstanbul.
- Özerdem, N., 1957. Balıkçı Teknelere Makina Seçimi, 1. Baskı, Fakülteler Matbaası, İstanbul.
- Özkan, İ., R., 1981. Total (Practical) Stability of Ships, Ocean Engineering, 8, 6, 551-598.
- Pattullo, R., N., M., 1968. The BSRA Trawler Series (Part II), Transactions RINA, 110, 151-185.
- Pattullo, R., N., M., 1974. The Resistance and Propulsion Qualities of a Series of Stern Trawlers, Transactions RINA, 347-372.
- Pattullo, R., N., M. ve Thomson, G., R., 1965. The BSRA Trawler Series (Part I), Transactions RINA, 107, 215-241.
- Pattullo, R., N., M. ve Thomson, G., R., 1969. The BSRA Trawler Series (Part III), Transactions RINA, 111, 317-342.
- Peşman, E., 2005. Karadeniz Balıkçı Teknelerinin Direnç ve Sevk Analizi ve Sevk Sistemlerinin Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Peşman, E., Durgun, O. ve Ölmez, H., 2005. Karadeniz Balıkçı Teknelerinde Sevk Sistemi Tasarımı, Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri II. Ulusal Kongresi, Haziran, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 88-96.
- Ridgely-Nevitt, C., 1956. The Resistance of Trawler Hull Forms of 0.65 Prismatic Coefficient, Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, 64, 433-468.
- Ridgely-Nevitt, C., 1963. The Development of Parent Hulls for a High Displacement-Length Series of Trawler Forms, Transaction of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, 71, 5-30.
- Ridgely-Nevitt, C., 1967. The Resistance of A High Displacement-Length Ratio Trawler Series, Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, 75, 51-78.
- Saral, D., 2016. Yumrubaşın Balıkçı Gemilerinin Direncine Olan Etkisinin Sistematik Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saral, D., Aydın, M. ve Köse, E., 2018a. A Systematic Investigation of The Effects of Various Bulbous Bows on Resistance of Fishing Boats, Brodogradnja, 69, 2, 93-117.
- Saral, D., Aydın, M. ve Köse, E., 2018b. Investigation of The Influence of Bulbous Bow Forms on Resistance of An ITU Fishing Vessel Family Hull, 3rd International Naval Architecture and Maritime Symposium (INT-NAM 2018), Nisan, İstanbul, Proceedings Book I: 595-610.
- Saral, D. ve Köse, E., 2020. Geleneksel Karadeniz Tipi Balıkçı Gemisinin HAD ile Sakin Sudaki Direnç Analizleri, Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi, 6, 2, 207-223.
- Saral, D. ve Köse, E., 2021. Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinde Skeg Konumlarının Direnç Açısından İncelenmesi, 2nd International Congress on Ship and Marine Technology, Eylül, İstanbul, Proceedings Book: 383-396.
- Savcı, M., 1956. Balıkçı Gemilerinin Dizaynı İçin Yeni Yollar, Doçentlik Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, İstanbul.
- SIEMENS., 2021a. Simcenter STAR-CCM+ Documentation Version 2021.2, Siemens Digital Industries Software.
- SIEMENS., 2021b. Simcenter STAR-CCM+ Hull Performance Workflow User Guide Version 2021.2, Siemens Digital Industries Software.
- Soygür, H. ve Taşeli, H., 1981. Balıkçı Gemisi Modeli İz Dağılımının Deneysel Olarak Bulunması, Lisans Bitirme Ödevi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, İstanbul.

- Söylemez, M., 1983. Balıkçı Teknelerine Yumrubaş Uygulaması, Lisans Bitirme Ödevi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, İstanbul.
- Taşeli, H. ve Soygür, H., 1983. Türkiye Sularına Uygun Olarak Geliştirilmiş Balıkçı Gemilerinin Sevk Karakteristiklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Traung, J., O., 1985. 50 Years of Improvements in Fishing Vessels-From 1950 to 2000, International Conference on Design, Construction and Operation of Commercial Fishing Vessels, May, Florida, Proceedings Book: 12-20.
- Whitaker, R., G., 1988. The Resistance and Motions of Australian Trawler Hulls Forms, Master's Thesis, University of New South Wales, Engineering, New South Wales.
- Yasa, A., M., 2013. Açık Deniz Tipi Balıkçı Teknesinde Yumrubaş Dizaynı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, H., 1998. Balıkçı Gemileri Form Parametrelerinin Ön Dizayn Aşamasında Pratik Stabilite Kriterleri Açısından İncelenmesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, H. ve Kükner, A., 1999. An Approximate Method for Intact Stability of Fishing Vessels, Marine Technology, 36, 3, 171-174.
- URL-1, <https://www.basarangemi.com.tr/ships/built-list>, Yeni İnşa Listesi. 19 Ekim 2022.
- URL-2, <https://www.basarangemi.com.tr/ships/balik-avci/zaman-avci-ii>, Zaman Avcı 2. 5 Kasım 2022.
- URL-3, <https://www.basarangemi.com.tr/ships/tadilat-projeleri/sursan-1>, Sürsan 1. 5 Kasım 2022.
- URL-4, <https://www.basarangemi.com.tr/ships/balik-avci/kasirga-2>, Kasırğa 2. 5 Kasım 2022.

8. EKLER

Ek Tablo 2.1. Baş bodoslama eğrisinin referans gemilerdeki X ve Z koordinat değerleri

KTBG-No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
L _{OA}		49950	49950	49900	47500	46700	45700	42300	42200	42000	40800	39950	39600
D		4871	4269	5057	5050	3927	4670	4152	4112	4112	3980	5450	3833
B1	X	45288	44973	45025	43050	42250	41921	38242	38242	38241	36950	36800	35481
	Z	8027	7161	8226	8400	6970	7850	7000	7000	6999	6930	8685	6675
B2	X	43625	43266	42950	41093	41011	40190	36919	36871	36870	35531	35142	34287
	Z	6720	5908	6796	6928	5776	6479	5817	5763	5762	5675	7185	5536
B3	X	43069	42772	42308	40476	40587	39563	36439	36383	36383	35047	34617	33848
	Z	6067	5282	6081	6192	5179	5794	5226	5144	5144	5047	6434	4966
B4	X	42658	42436	41803	40081	40264	39143	36093	36051	36051	34677	34347	33473
	Z	5413	4656	5365	5456	4582	5108	4634	4525	4525	4420	5684	4396
B5	X	42576	42383	41560	40049	40228	39128	36024	36024	36024	34643	34344	33440
	Z	5052	4378	4797	5233	4379	4993	4354	4354	4362	4239	5610	4197
B6	X	42765	42488	41705	40265	40330	39372	36115	36114	36113	34744	34646	33515
	Z	4646	4096	4485	4818	4113	4620	4090	4091	4092	3974	4983	3932
B7	X	43297	42689	42192	40945	40553	39872	36300	36294	36303	35197	35072	33683
	Z	4442	3955	4329	4611	3980	4433	3958	3960	3956	3841	4670	3799
B8	X	43637	43371	43098	41214	41133	40213	37013	37007	37021	35717	35143	34074
	Z	4384	3857	4260	4565	3915	4371	3886	3886	3886	3813	4627	3736
B9	X	44523	44255	44490	42163	41936	41054	37912	37900	37928	36689	35640	34634
	Z	4239	3814	4173	4404	3847	4246	3826	3829	3821	3709	4356	3667
B10	X	45410	44924	45006	42975	42216	41830	38203	38201	38206	36915	36584	35415
	Z	3832	3532	3860	3989	3581	3874	3562	3566	3551	3444	3729	3401
B11	X	45506	44971	45055	43068	42249	41921	38242	38242	38242	36947	36794	35446
	Z	3425	3251	3548	3575	3315	3500	3298	3303	3280	3178	3102	3136
B12	X	45329	44836	44901	42885	42113	41743	38114	38116	38110	36783	36643	35261
	Z	2637	2525	2757	2752	2563	2714	2566	2570	2553	2456	2410	2409
B13	X	44861	44461	44452	42392	41728	41290	37734	37736	37727	36353	36231	34762
	Z	1849	1798	1966	1928	1812	1928	1835	1837	1826	1733	1718	1681
B14	X	43914	43661	43549	41450	40954	40412	36962	36964	36956	35502	35383	33922
	Z	1061	1072	1175	1105	1061	1142	1103	1104	1099	1010	1026	954
B15	X	42547	42947	42453	40212	39628	39480	36273	36273	36273	34478	34298	33223
	Z	558	712	683	588	569	695	753	753	753	580	604	599
B16	X	41067	41935	41151	38784	38317	38260	35289	35289	35289	33244	33050	32112
	Z	341	436	444	351	393	432	482	482	482	353	406	329
B17	X	39587	40924	39850	37356	37006	37040	34304	34304	34304	32009	31802	31000
	Z	273	346	384	282	309	356	372	372	372	288	334	227
X: AP'ye göre mesafe (mm), Z: BL'ye göre mesafe (mm)													

KTBG-No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
L _{OA}		49950	49950	49900	47500	46700	45700	42300	42200	42000	40800	39950	39600
D		4871	4269	5057	5050	3927	4670	4152	4112	4112	3980	5450	3833
K1	X	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
	Z	-341	-389	-460	-352	-373	-426	-425	-425	-425	-353	-418	-275
K2	X	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K3	X	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
	Z	2159	1861	2040	2148	1691	2024	1725	1725	1725	1647	1882	1673
K4	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	2267	1992	2175	2296	1849	2183	1853	1853	1853	1782	2025	1769
K5	X	-4027	-4670	-4401	-4000	-4149	-3629	-3731	-3731	-3531	-3624	-3000	-4000
	Z	2558	2403	2570	2692	2285	2566	2172	2172	2154	2108	2311	2024
K6	X	-4273	-4977	-4845	-4340	-4451	-3629	-4006	-3923	-3723	-3823	-3038	-4130
	Z	5713	5220	5956	5935	4875	5592	4700	4706	4695	4769	6246	4323
K7	X	-4273	-4977	-4845	-4385	-4450	-3629	-4058	-3958	-3759	-3849	-3042	-4160
	Z	6309	5606	6328	6353	5352	6039	5182	5178	5170	5114	6556	4865
X: AP'ye göre mesafe (mm), Z: BL'ye göre mesafe (mm)													

X: AP'ye göre mesafe (mm), Z: BL'ye göre mesafe (mm)

Ek Tablo 2.3. Parapet (küpeşte) eğrisinin referans gemilerdeki X ve Z koordinat değerleri

KTBG-No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
L _{OA}		49950	49950	49900	47500	46700	45700	42300	42200	42000	40800	39950	39600
D		4871	4269	5057	5050	3927	4670	4152	4112	4112	3980	5450	3833
P1	X	45288	44973	45025	43050	42250	41921	38242	38242	38241	36950	36800	35481
	Z	8027	7161	8226	8400	6970	7850	7000	7000	6999	6930	8685	6675
P2	X	42658	42436	41803	40081	40264	39143	36093	36051	36051	34677	34347	33473
	Z	7872	6896	7940	8199	6695	7637	6705	6701	6700	6624	8488	6522
P3	X	31994	31827	31352	30060	30198	29357	27070	27038	27038	26008	25760	25105
	Z	7234	6155	7367	7522	5845	6882	5973	5971	5970	5965	8045	5979
P4	X	30453	32007	30842	28766	30090	29421	26073	26073	26073	25146	25436	24516
	Z	7162	6176	7343	7435	5834	6889	5899	5899	5899	5903	8022	5940
P5	X	28482	30483	28649	26811	28744	27464	24343	24343	24343	23379	23501	23168
	Z	6471	5634	6639	6672	5290	6075	5402	5402	5402	5373	7222	5304
P6	X	26511	28960	26456	24856	27398	25571	22614	22614	22614	21611	21567	21820
	Z	5775	5106	5879	5923	4890	5502	4898	4898	4898	4836	6320	4869
P7	X	21329	21218	20901	20040	20132	19571	18046	18026	18026	17339	17173	16736
	Z	5753	4929	5820	5840	4641	5397	4741	4741	4741	4726	6252	4758
P8	X	10665	10609	10451	10020	10066	9786	9023	9013	9013	8669	8587	8368
	Z	5782	4975	5852	5875	4683	5429	4696	4696	4696	4684	6295	4832
P9	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	6134	5389	6179	6186	5087	5840	5018	5018	5018	4964	6495	4860
P10	X	-4273	-4977	-4845	-4385	-4450	-3629	-4058	-3958	-3759	-3849	-3042	-4160
	Z	6309	5606	6328	6353	5352	6039	5182	5178	5170	5114	6556	4865
X: AP'ye göre mesafe (mm), Z: BL'ye göre mesafe (mm)													

Ek Tablo 2.4. Ana güverte eğrisinin referans gemilerdeki X ve Z koordinat değerleri

KTBG-No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
L _{OA}		49950	49950	49900	47500	46700	45700	42300	42200	42000	40800	39950	39600
D		4871	4269	5057	5050	3927	4670	4152	4112	4112	3980	5450	3833
G1	X	42658	42436	41803	40081	40264	39143	36093	36051	36051	34677	34347	33473
	Z	5413	4656	5365	5456	4582	5108	4634	4525	4525	4420	5684	4396
G2	X	31994	31827	31352	30060	30198	29357	27070	27038	27038	26008	25760	25105
	Z	5015	4333	5153	5155	4037	4757	4300	4173	4173	4125	5500	3962
G3	X	21329	21218	20901	20040	20132	19571	18046	18026	18026	17339	17173	16736
	Z	4869	4272	5070	5049	3935	4681	4140	4105	4105	3990	5449	3837
G4	X	10665	10609	10451	10020	10066	9786	9023	9013	9013	8669	8587	8368
	Z	5035	4463	5239	5202	4144	4879	4243	4200	4200	4119	5598	4027
G5	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	5508	4926	5668	5649	4623	5356	4554	4505	4505	4517	6026	4231
G6	X	-4273	-4977	-4845	-4340	-4451	-3629	-4006	-3923	-3723	-3823	-3038	-4130
	Z	5713	5220	5956	5935	4875	5592	4700	4706	4695	4769	6246	4323
X: AP'ye göre mesafe (mm), Z: BL'ye göre mesafe (mm)													

Ek Tablo 2.7. PN 1 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri

[illegible]

Ek Tablo 2.10. PN 4 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri

[illegible]

Ek Tablo 2.11. PN 5 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri

[illegible]

Ek Tablo 2.12. PN 6 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri

[illegible]

Ek Tablo 2.13. PN 7 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri

[illegible]

Ek Tablo 2.15. PN 9 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri

[illegible]

Ek Tablo 2.16. PN 9.5 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri

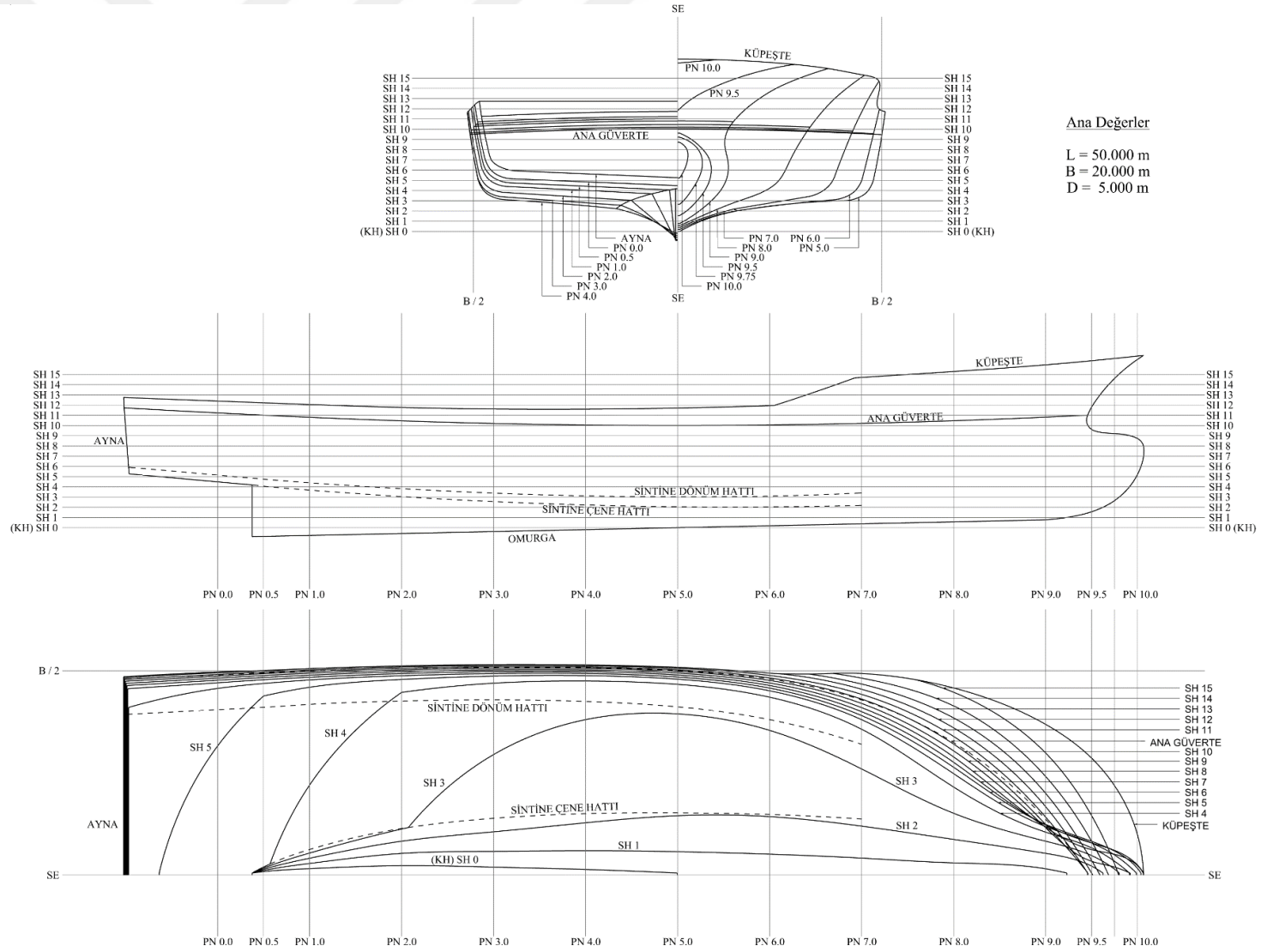
[illegible]

Ek Tablo 2.17. PN 10 eğrisinin referans gemilerdeki yarı genişlik değerleri

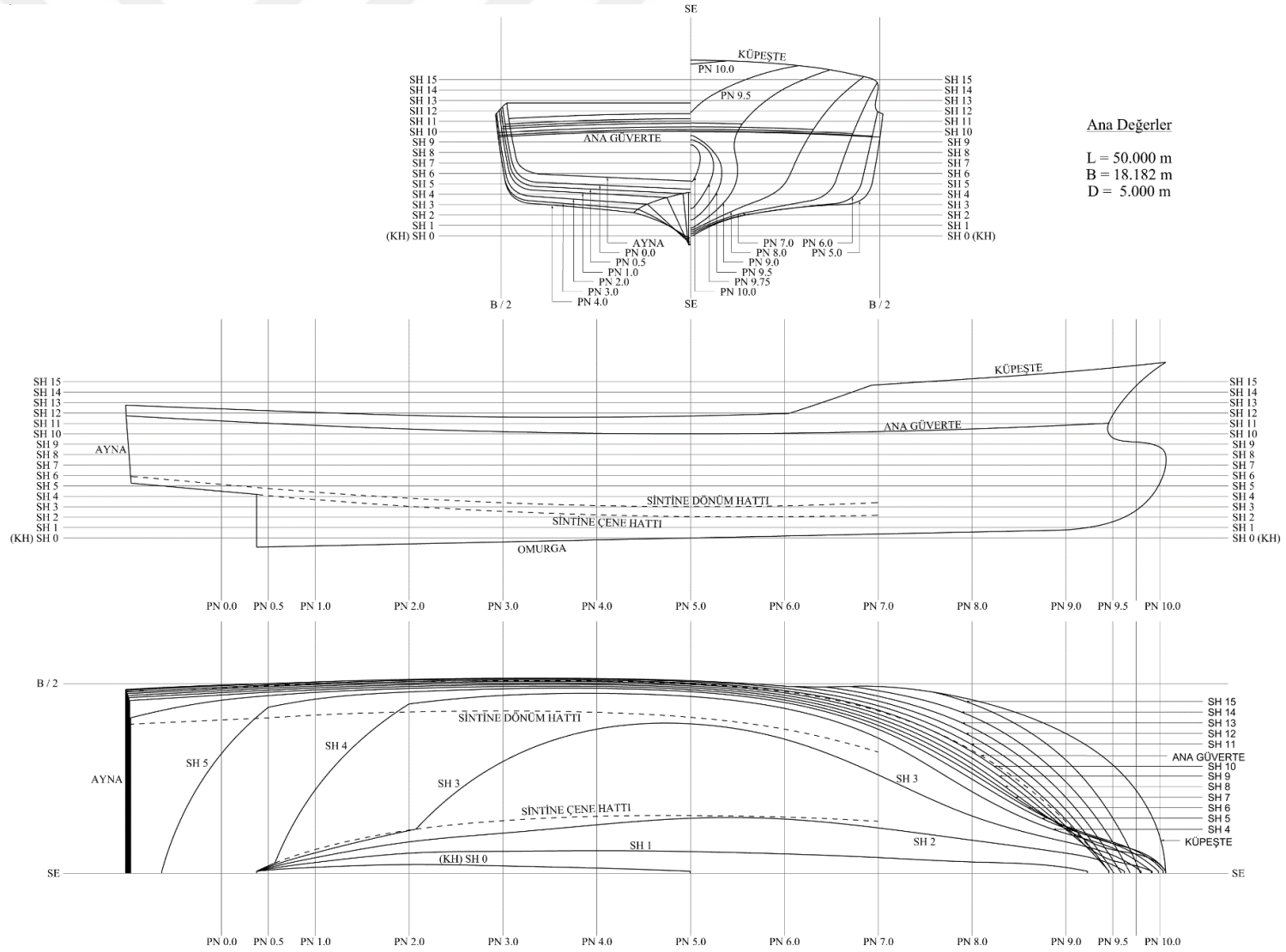
KTBG-No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
B _{Mastori} /2	8255	7860	8171	8285	7683	8235	7380	7360	7360	7110	7975
D	4871	4269	5057	5050	3927	4670	4152	4112	4112	3980	5450
0.0 x D											
0.1 x D											
0.2 x D											
0.3 x D											
0.4 x D											
0.5 x D			109								
0.6 x D	158	283	417	315	186	262	202	190	190	307	
0.7 x D	223	421	429	395	270	400	382	372	373	490	
0.8 x D		375	150	197	317	335	419	425	425	503	
0.9 x D					295		174	213	213	256	
1.0 x D											
1.1 x D											
1.2 x D											
1.3 x D											
1.4 x D											
1.5 x D											
1.6 x D											
1.7 x D					106					776	

Ek Tablo 2.18. Sintine çene hattı eğrisinin referans gemilerdeki Y ve Z koordinat değerleri

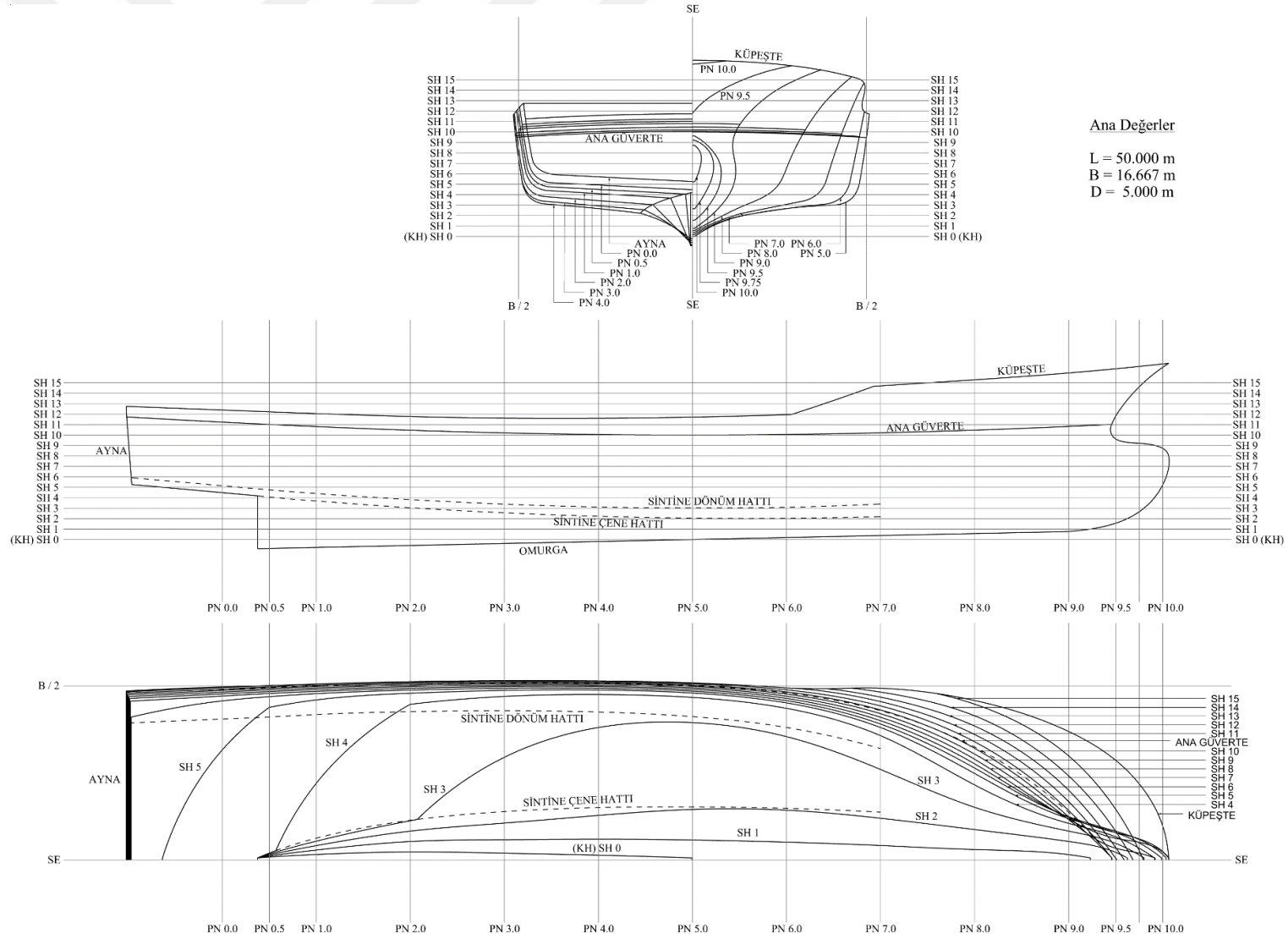
KTBG-No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
B _{Mastori}		16510	15719	16342	16570	15365	16470	14760	14720	14720	14220	15950
D		4871	4269	5057	5050	3927	4670	4152	4112	4112	3980	5450
PN 0.5	Y	450	378	384	302	339	370	249	249	249	199	259
	Z	2095	1796	1974	2086	1634	1963	1693	1693	1693	1620	1853
PN 1	Y	1243	1075	1062	897	1042	1118	873	873	873	714	989
	Z	1907	1614	1788	1893	1446	1759	1547	1547	1547	1475	1699
PN 2	Y	2091	1900	1771	1763	1768	1948	1663	1663	1663	1435	1876
	Z	1569	1311	1480	1569	1165	1411	1299	1299	1299	1221	1433
PN 3	Y	2440	2310	2042	2282	2072	2306	2061	2061	2061	1879	2290
	Z	1312	1088	1253	1322	963	1148	1108	1108	1108	1021	1225
PN 4	Y	2583	2496	2193	2536	2224	2470	2228	2228	2228	2111	2467
	Z	1140	951	1108	1153	822	969	976	976	976	878	1077
PN 5	Y	2583	2529	2254	2589	2257	2497	2236	2236	2236	2179	2495
	Z	1050	896	1040	1063	723	877	903	903	903	796	994
PN 6	Y	2464	2432	2667	2365	2179	2399	2141	2141	2141	2103	2406
	Z	1043	919	1117	1035	692	870	888	888	888	778	978
PN 7	Y	2240	2188	2608	2263	2197	2184	1926	1926	1926	1883	2202
	Z	1122	1021	1227	1133	733	952	930	930	930	824	1036
Y: CL'ye göre mesafe (mm), Z: BL'ye göre mesafe (mm)												



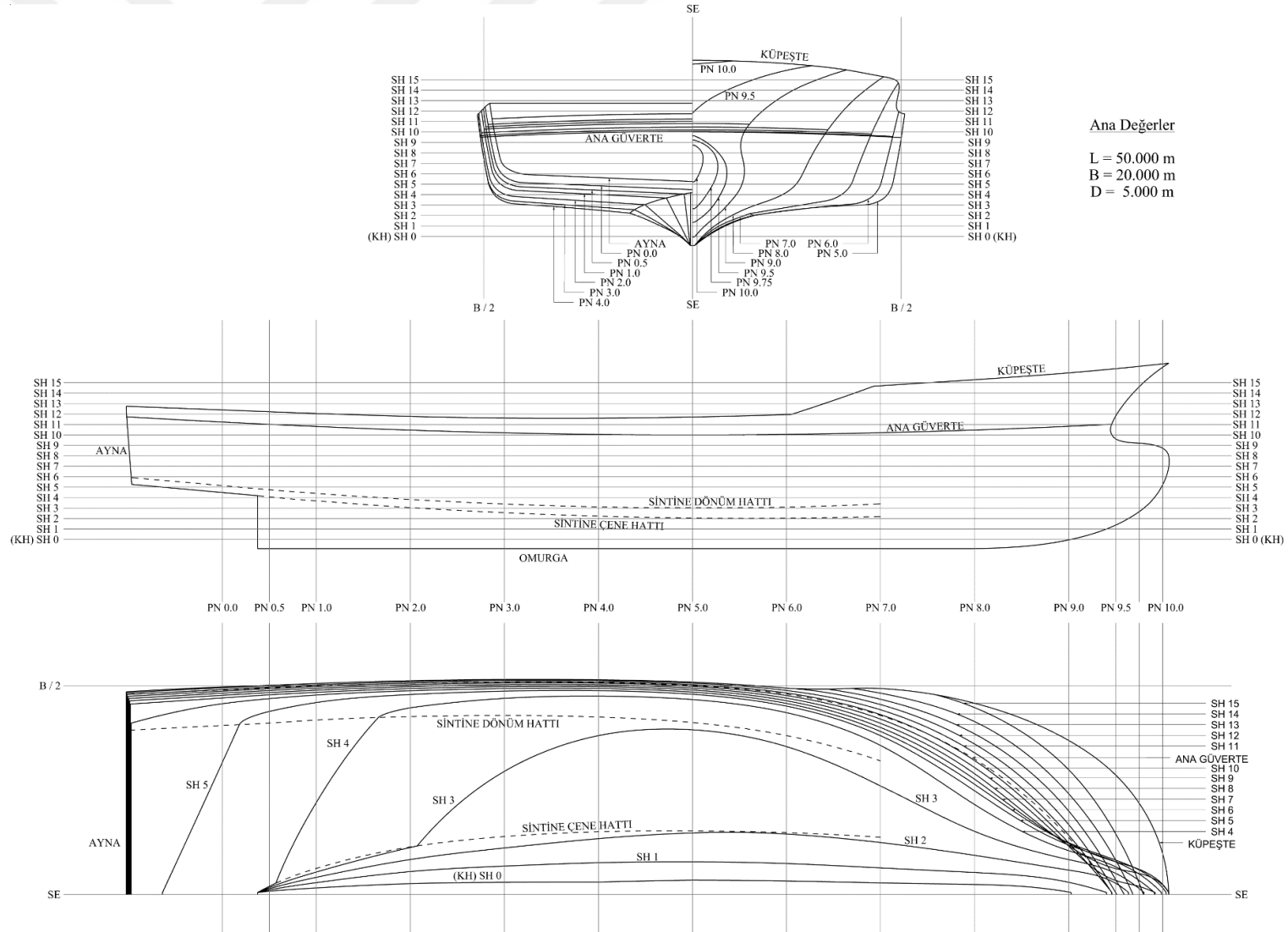
Ek Şekil 2.1. GEM1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



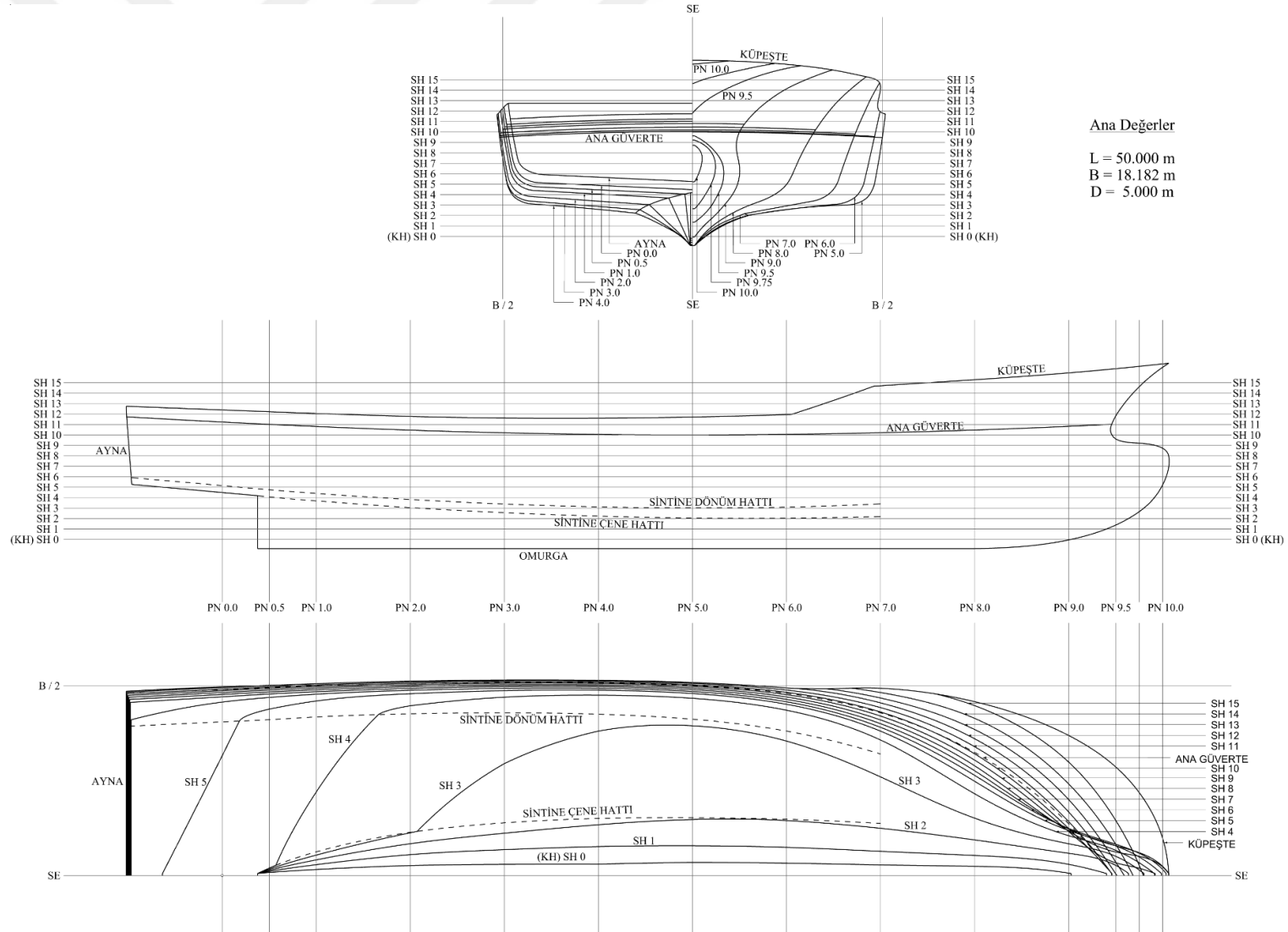
Ek Şekil 2.2. GEM2 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



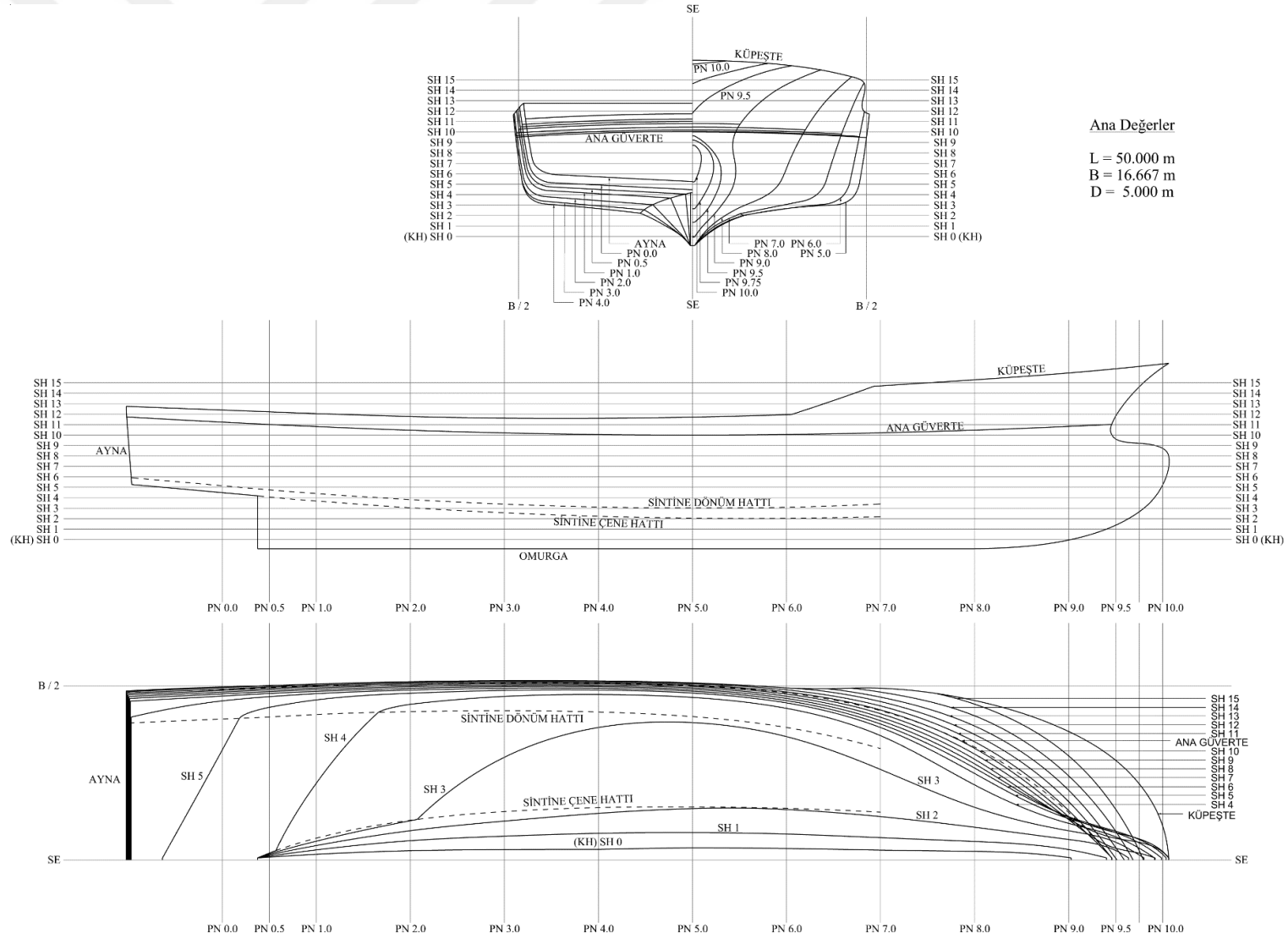
Ek Şekil 2.3. GEM3 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



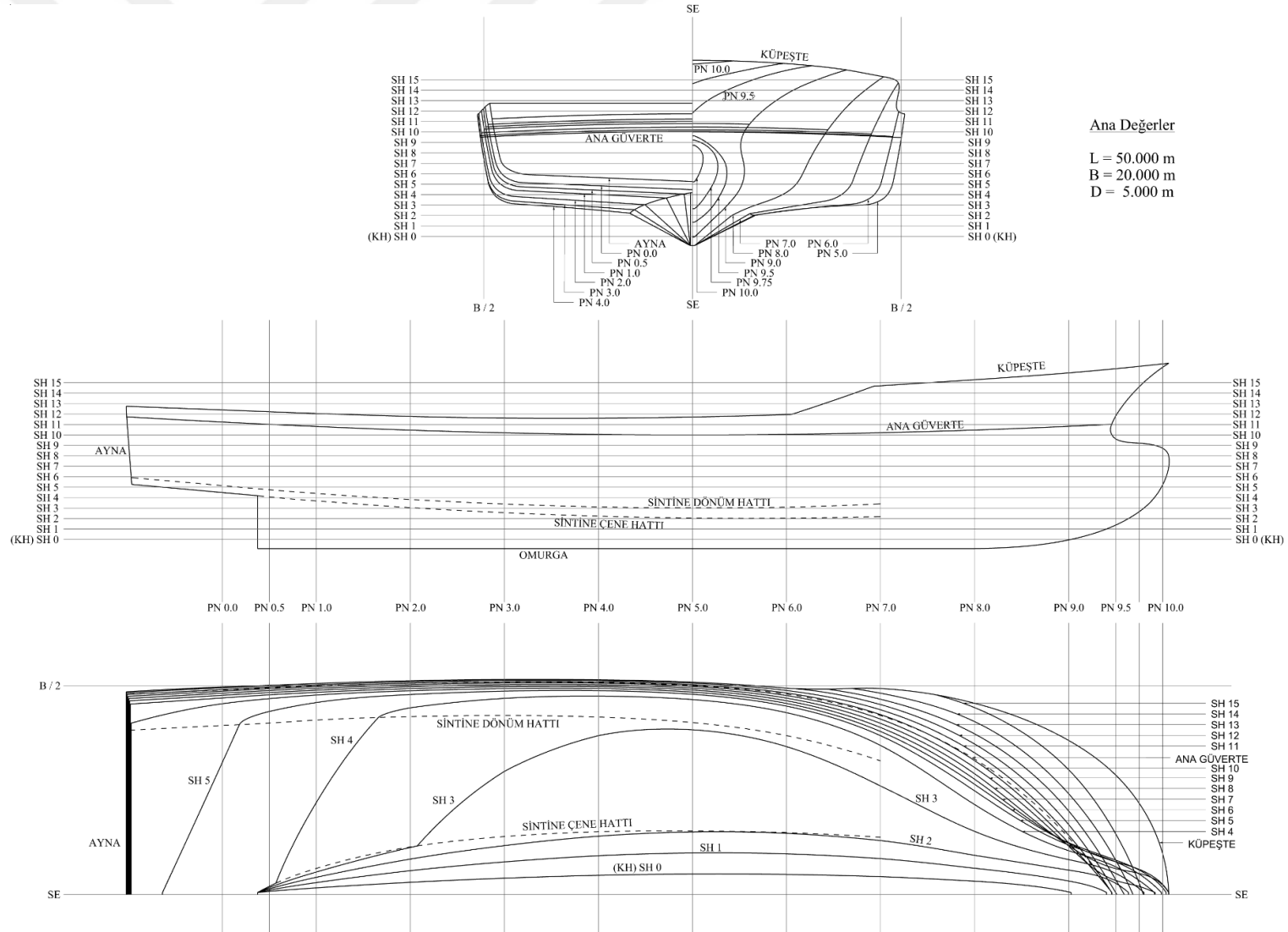
Ek Şekil 2.4. GEM10Düz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



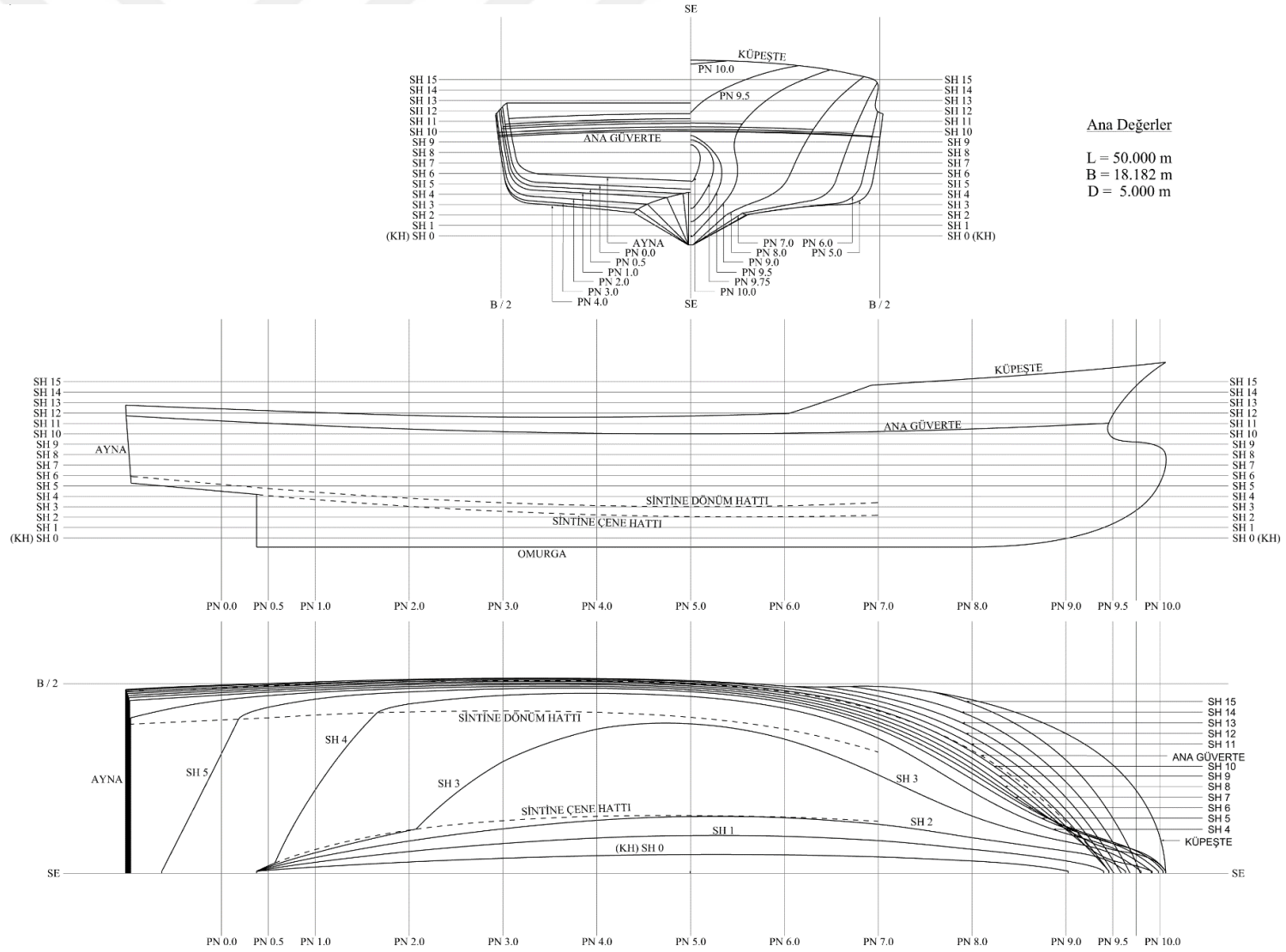
Ek Şekil 2.5. GEM2ODüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



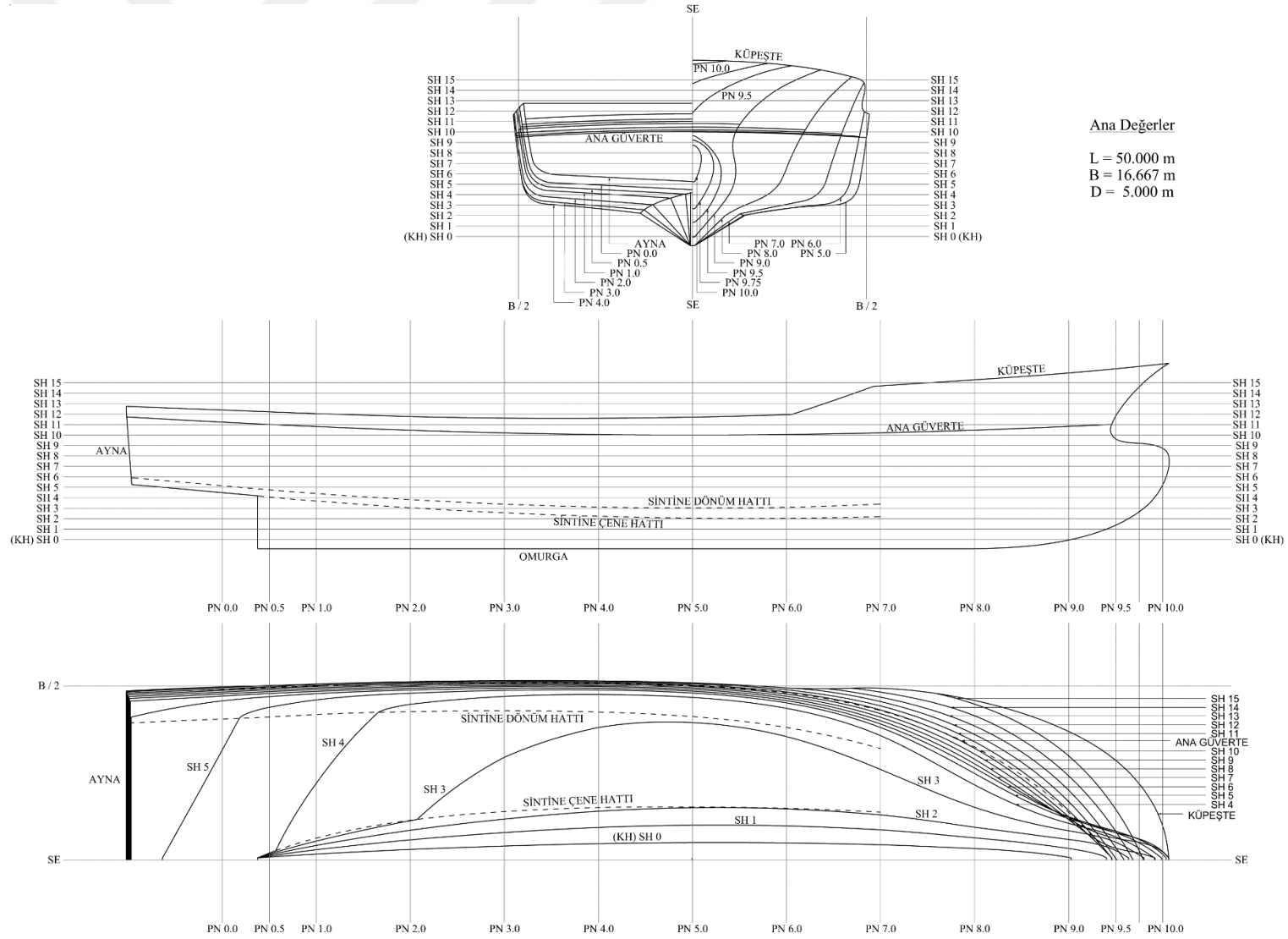
Ek Şekil 2.6. GEM3ODüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



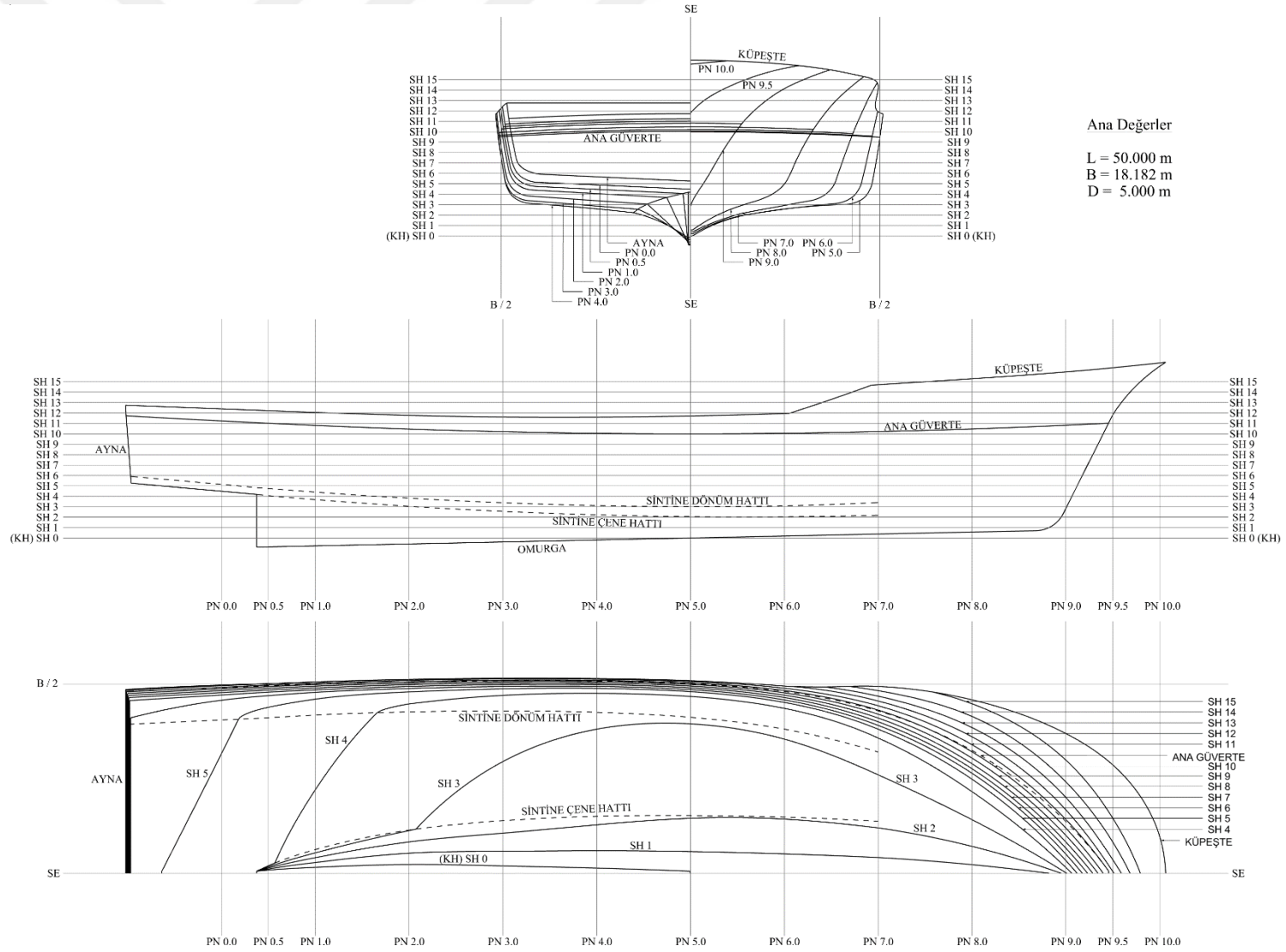
Ek Şekil 2.7. GEM10SDüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



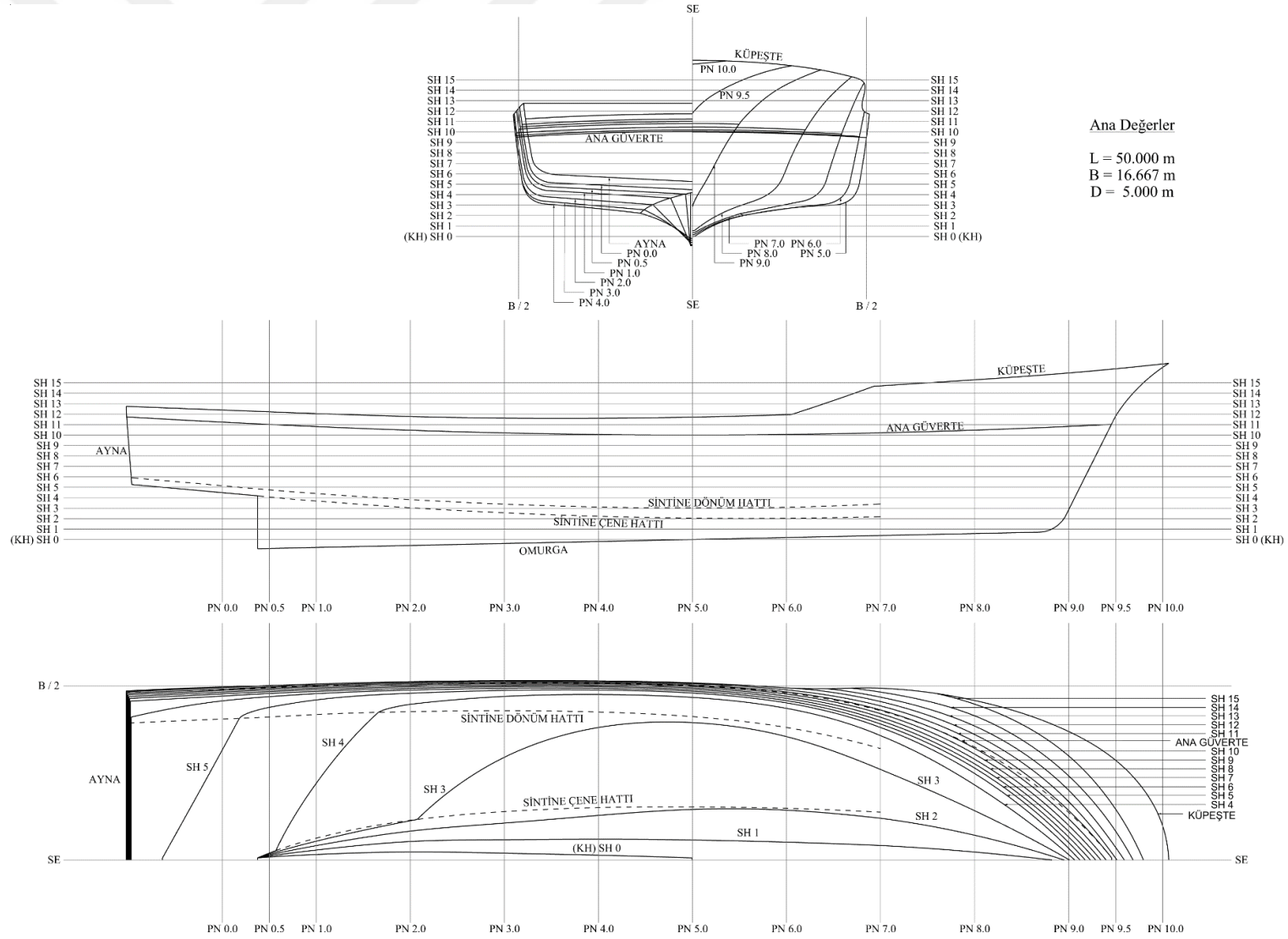
Ek Şekil 2.8. GEM2OSDüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



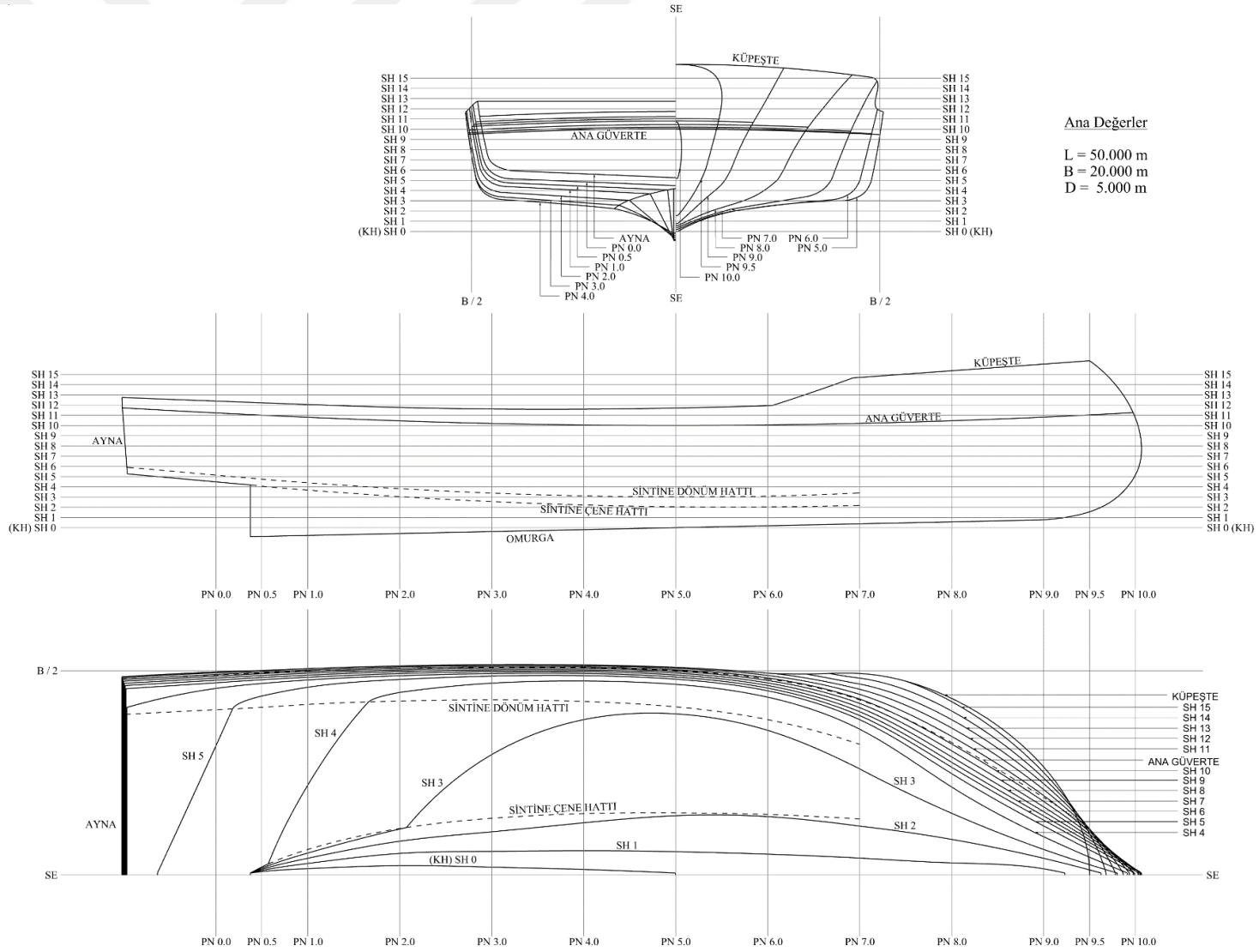
Ek Şekil 2.9. GEM3OSDüz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



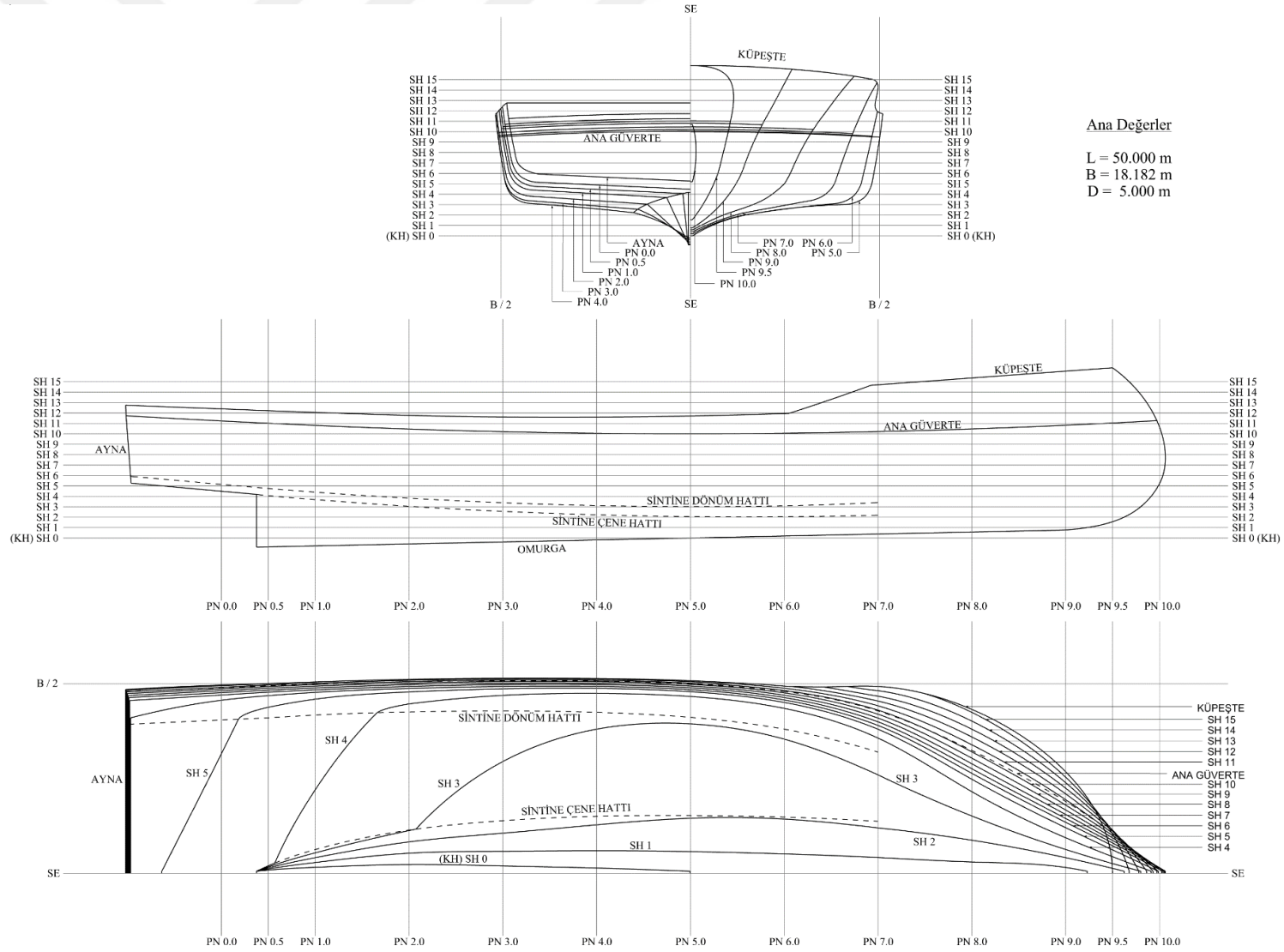
Ek Şekil 2.11. GEM2Balbsiz adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



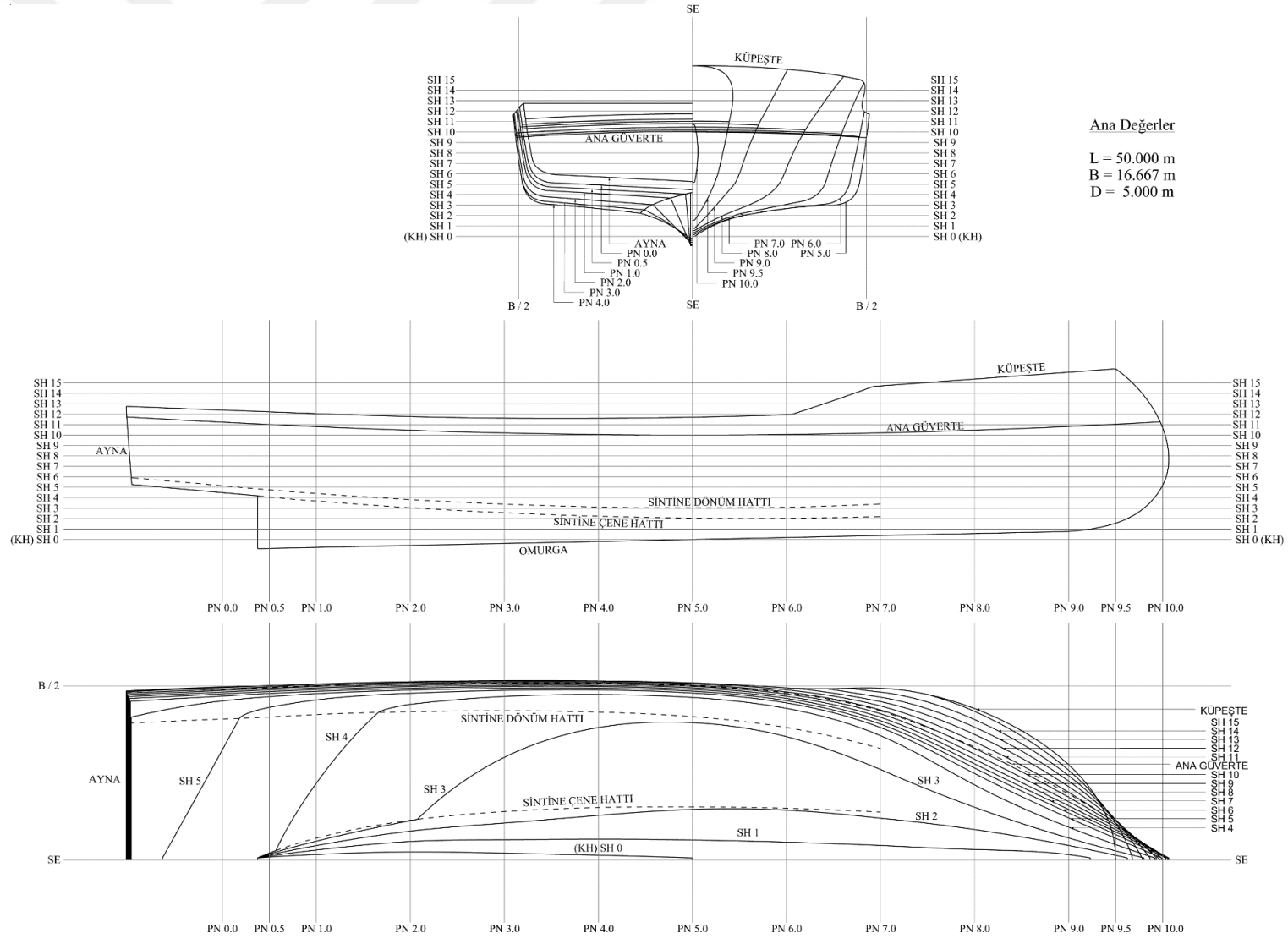
Ek Şekil 2.12. GEM3Balbsız adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



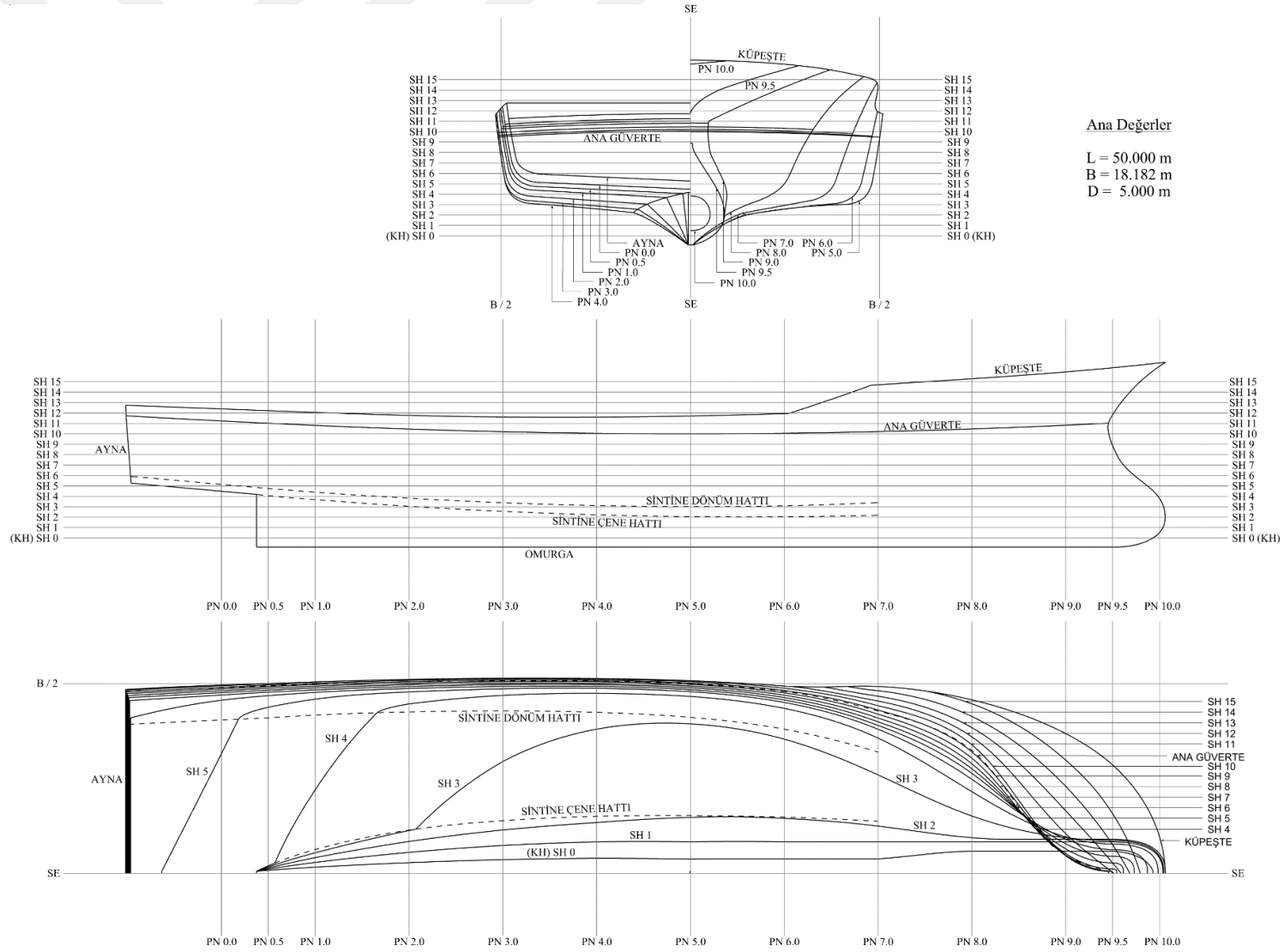
Ek Şekil 2.13. GEM1XBow adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



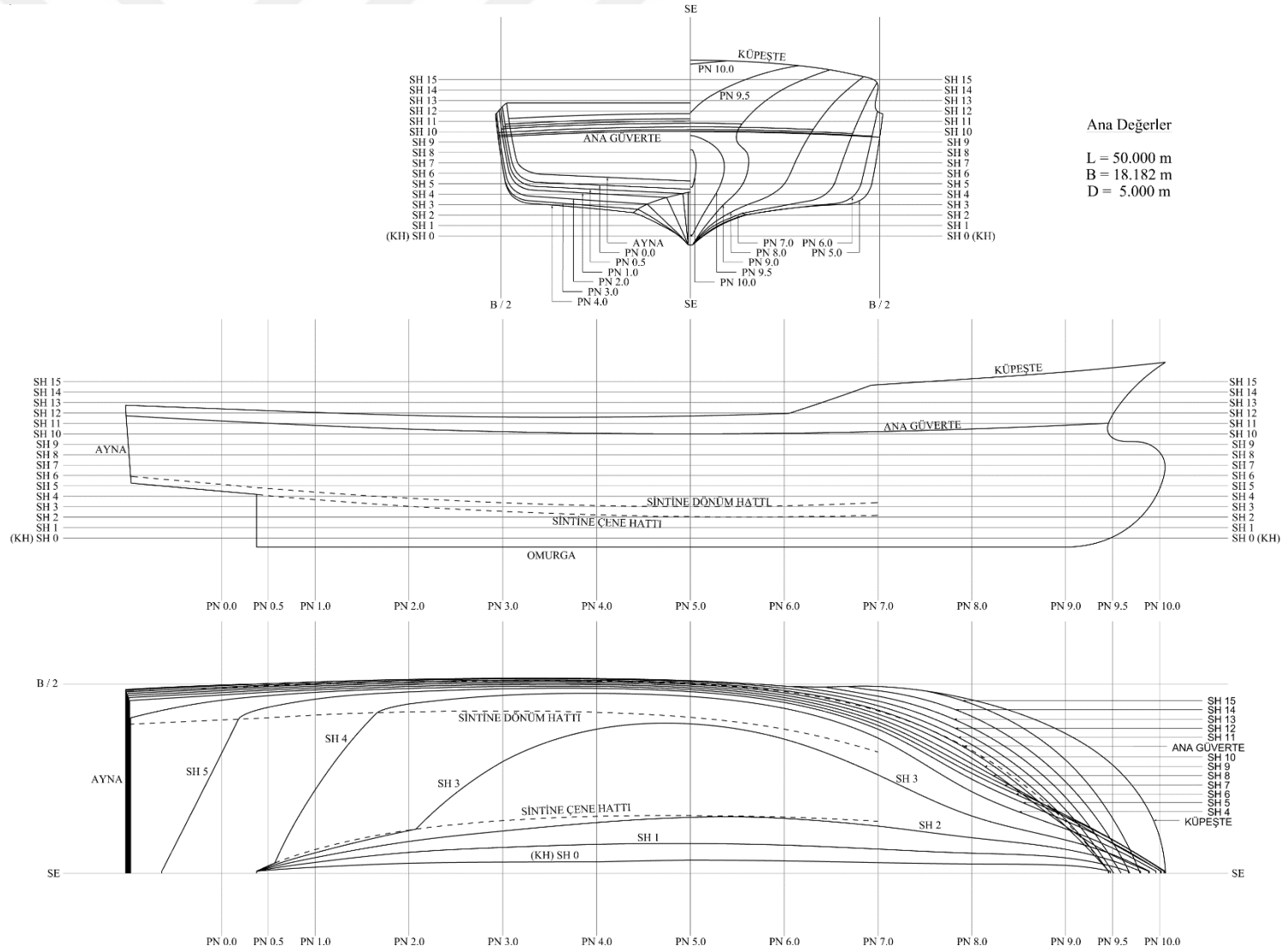
Ek Şekil 2.14. GEM2XBow adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



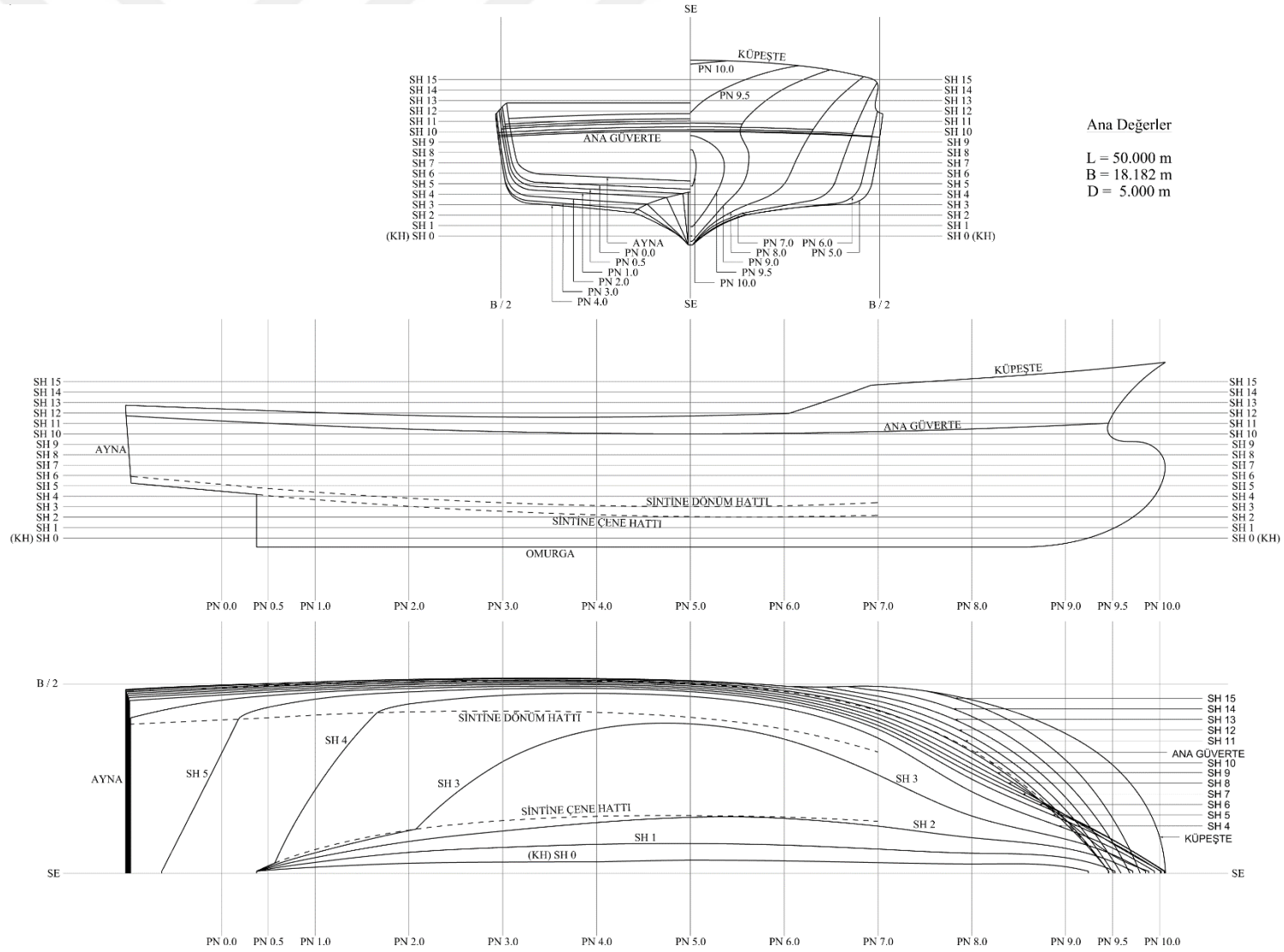
Ek Şekil 2.15. GEM3XBow adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



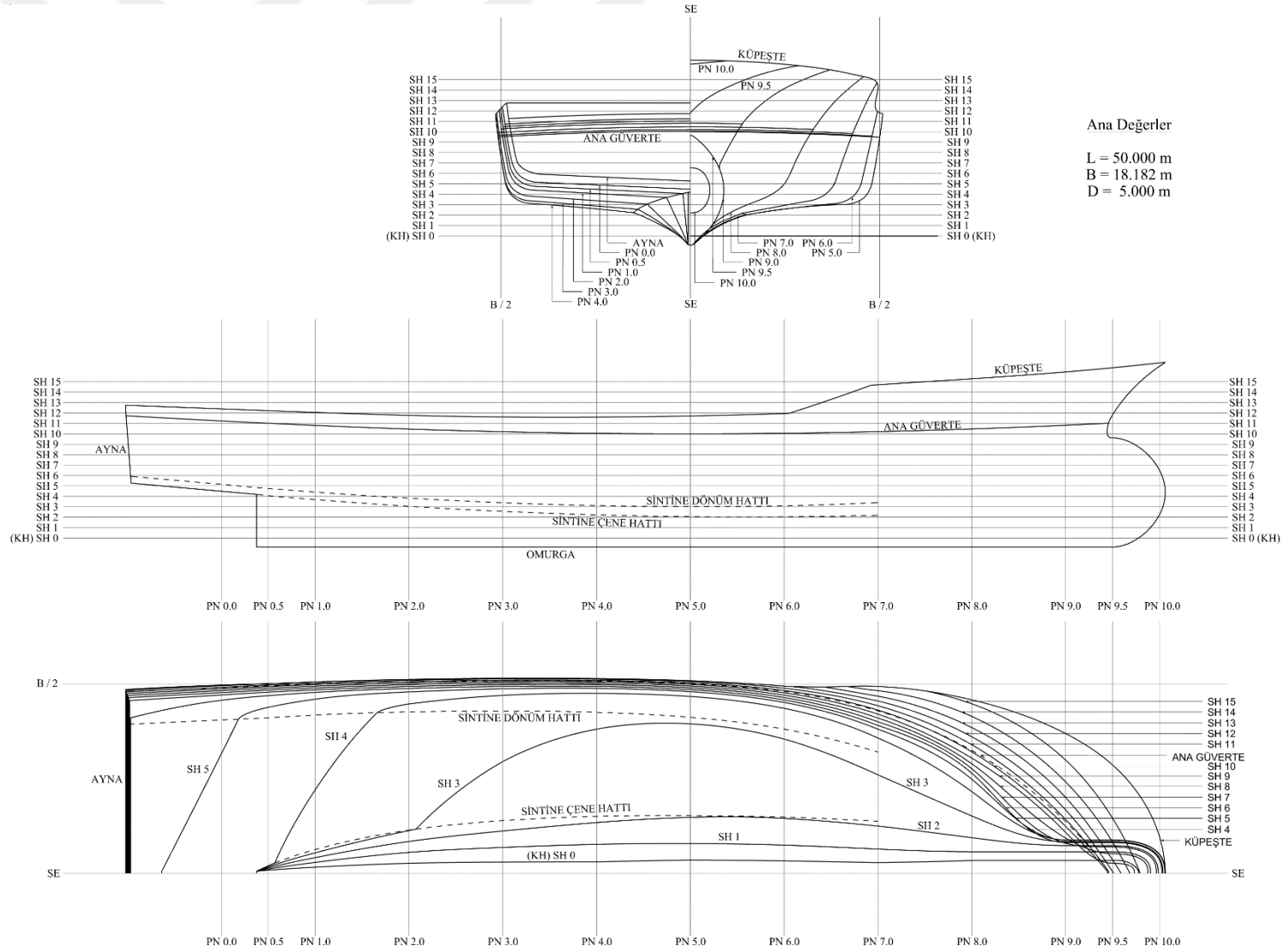
Ek Şekil 2.16. GEM2ODüzDelta adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



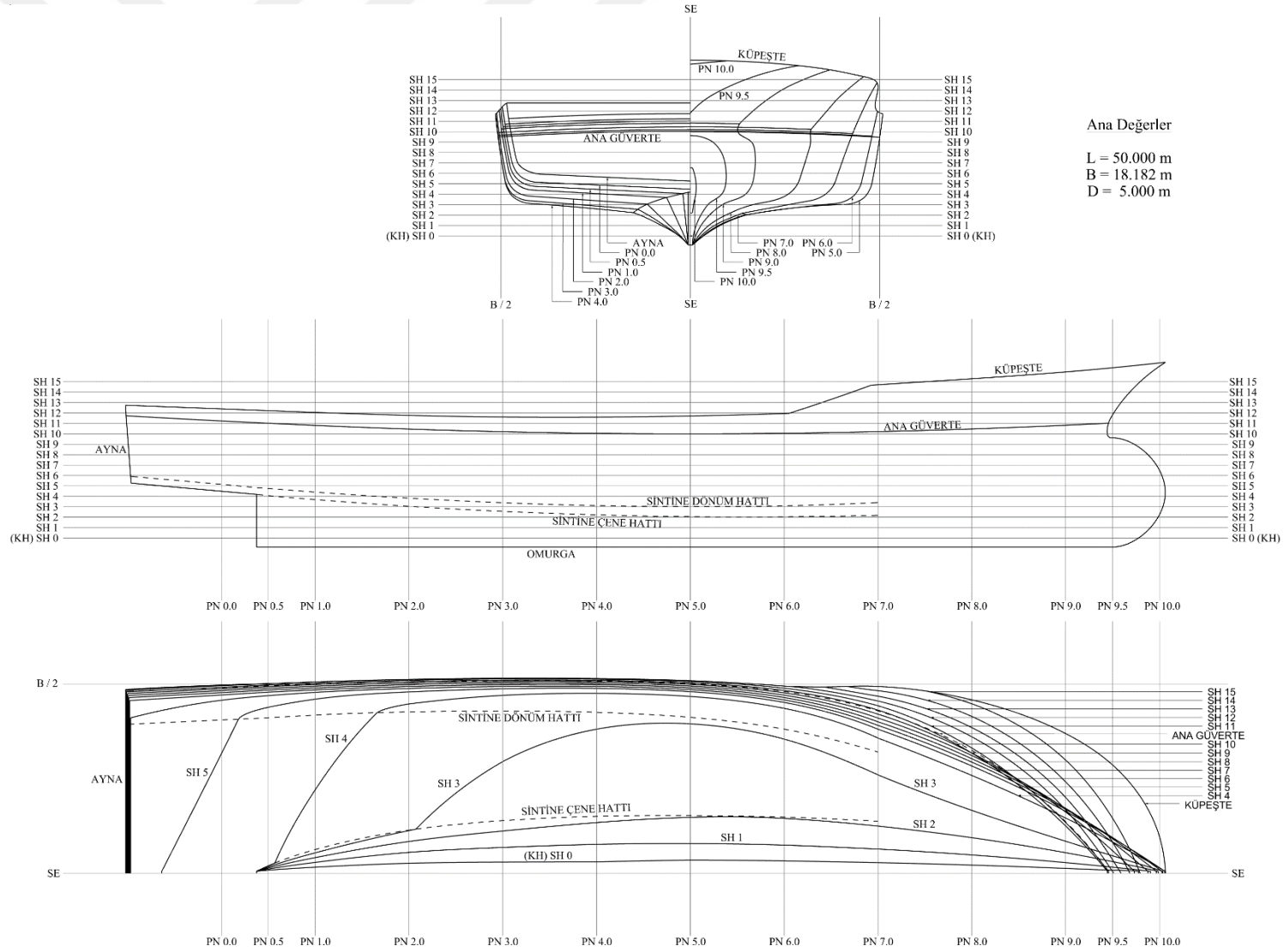
Ek Şekil 2.17. GEM2ODüzNablaV1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



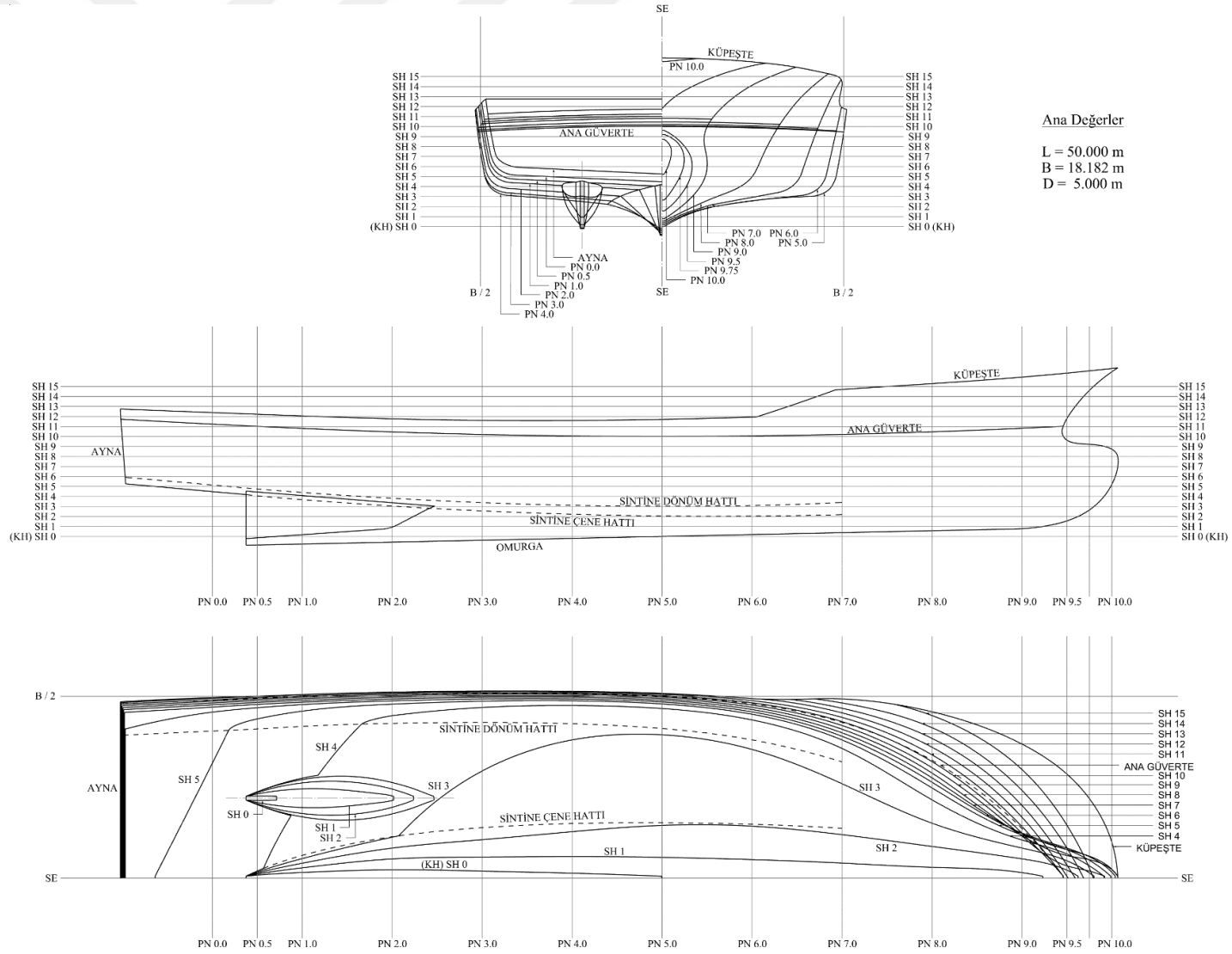
Ek Şekil 2.18. GEM2ODüzNablaV2 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



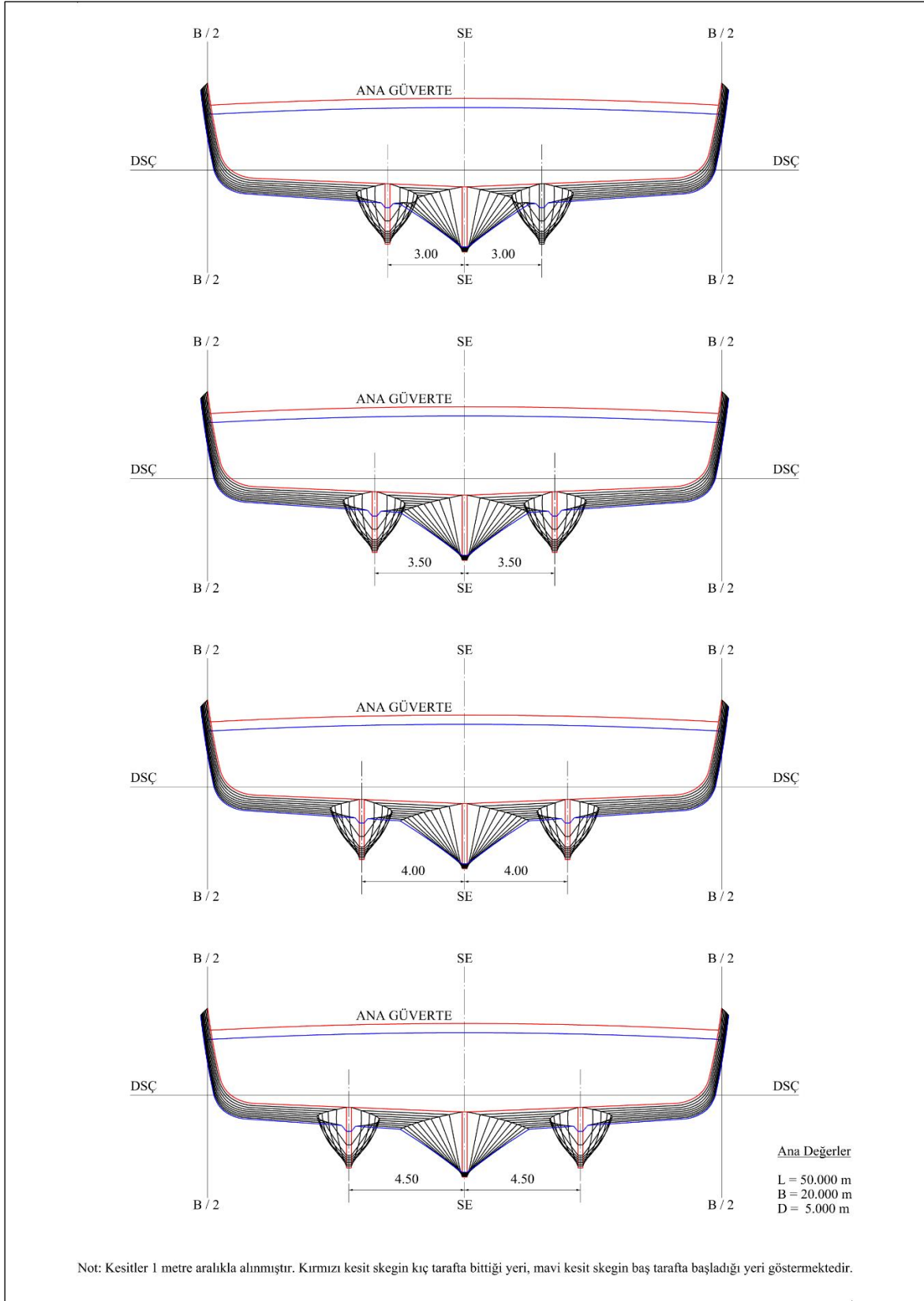
Ek Şekil 2.19. GEM20DüzEliptikV1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



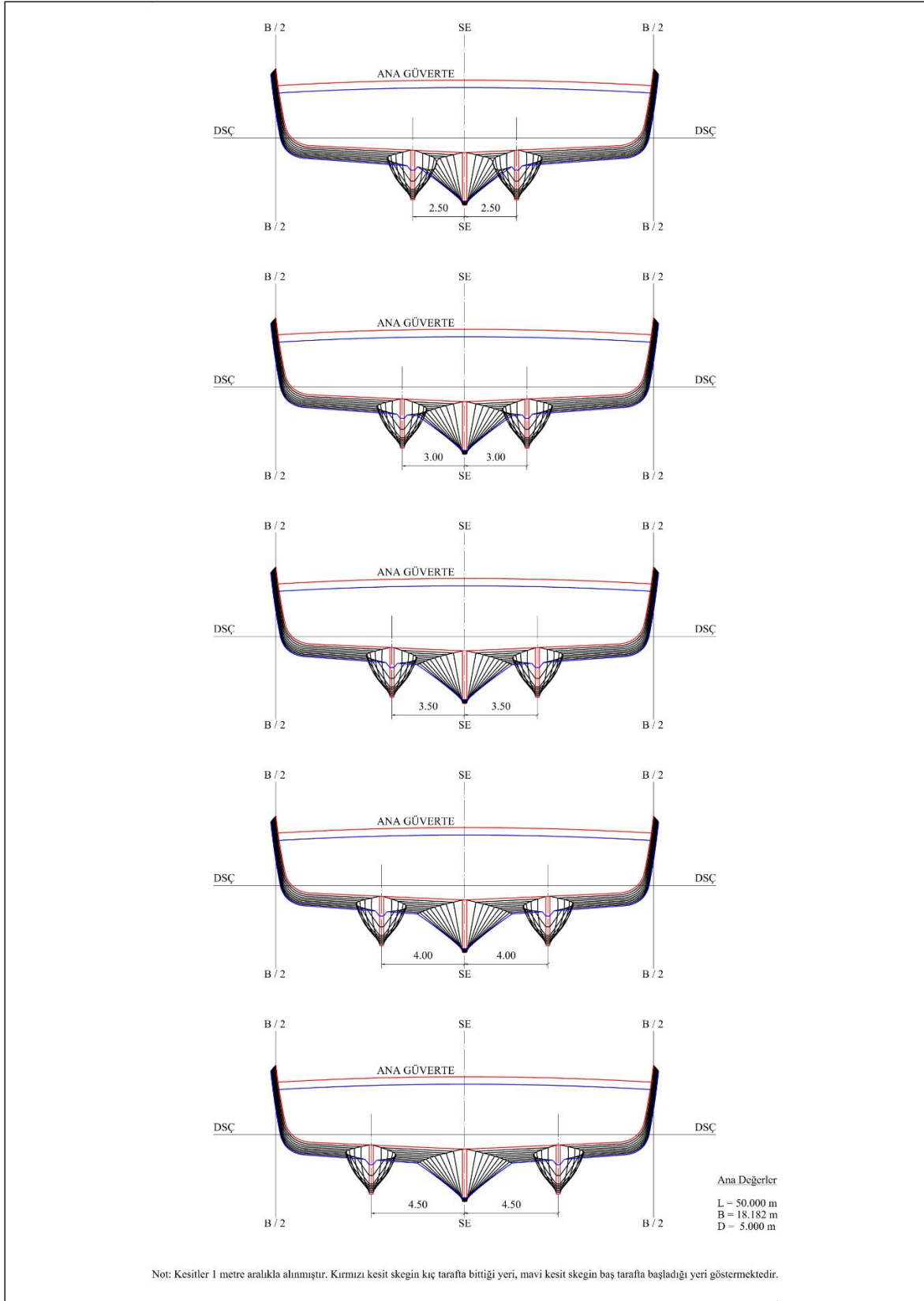
Ek Şekil 2.21. GEM20DüzEliptikV3 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



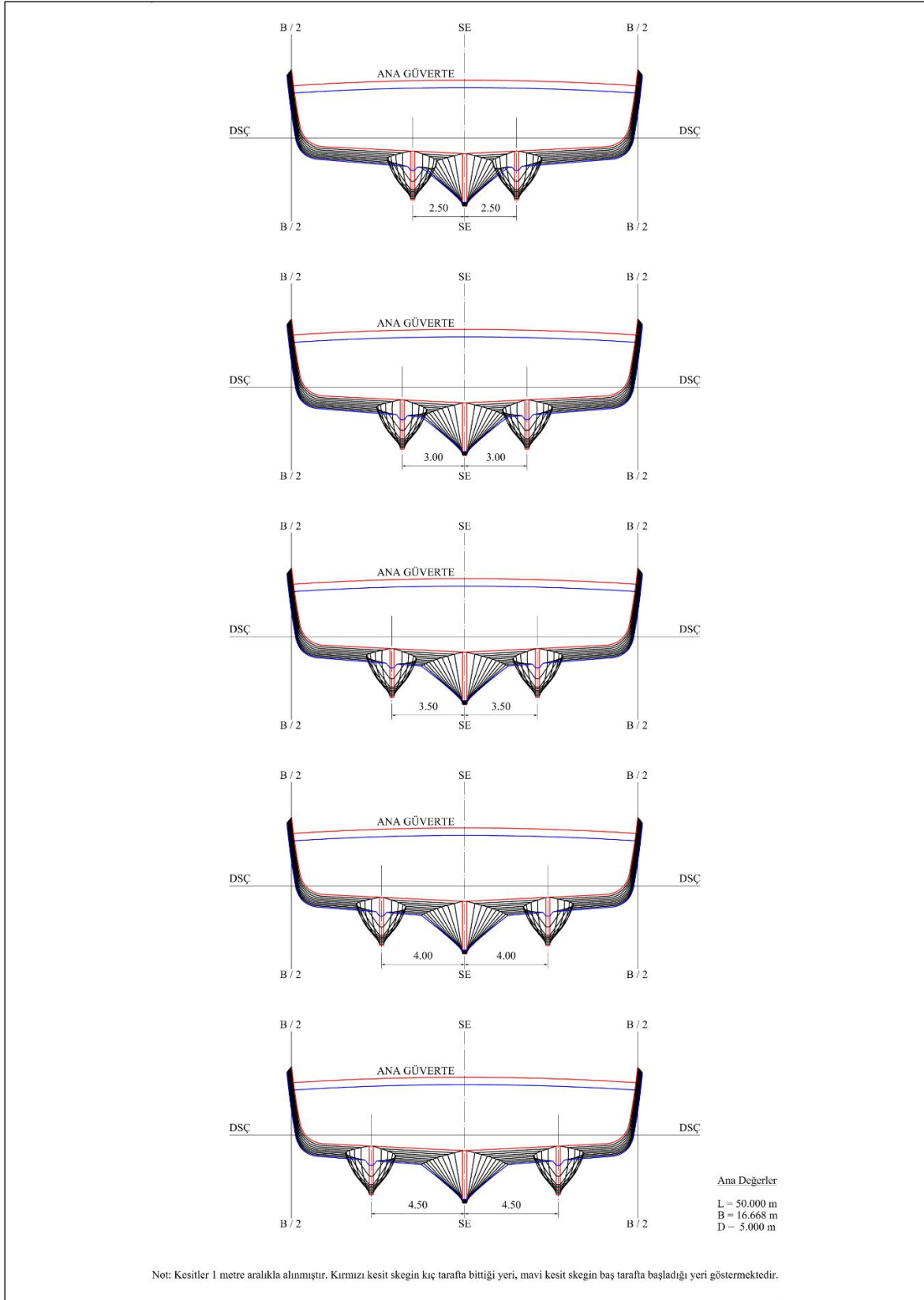
Ek Şekil 2.22. GEM2Skeg3lü4.00 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin endaze planı



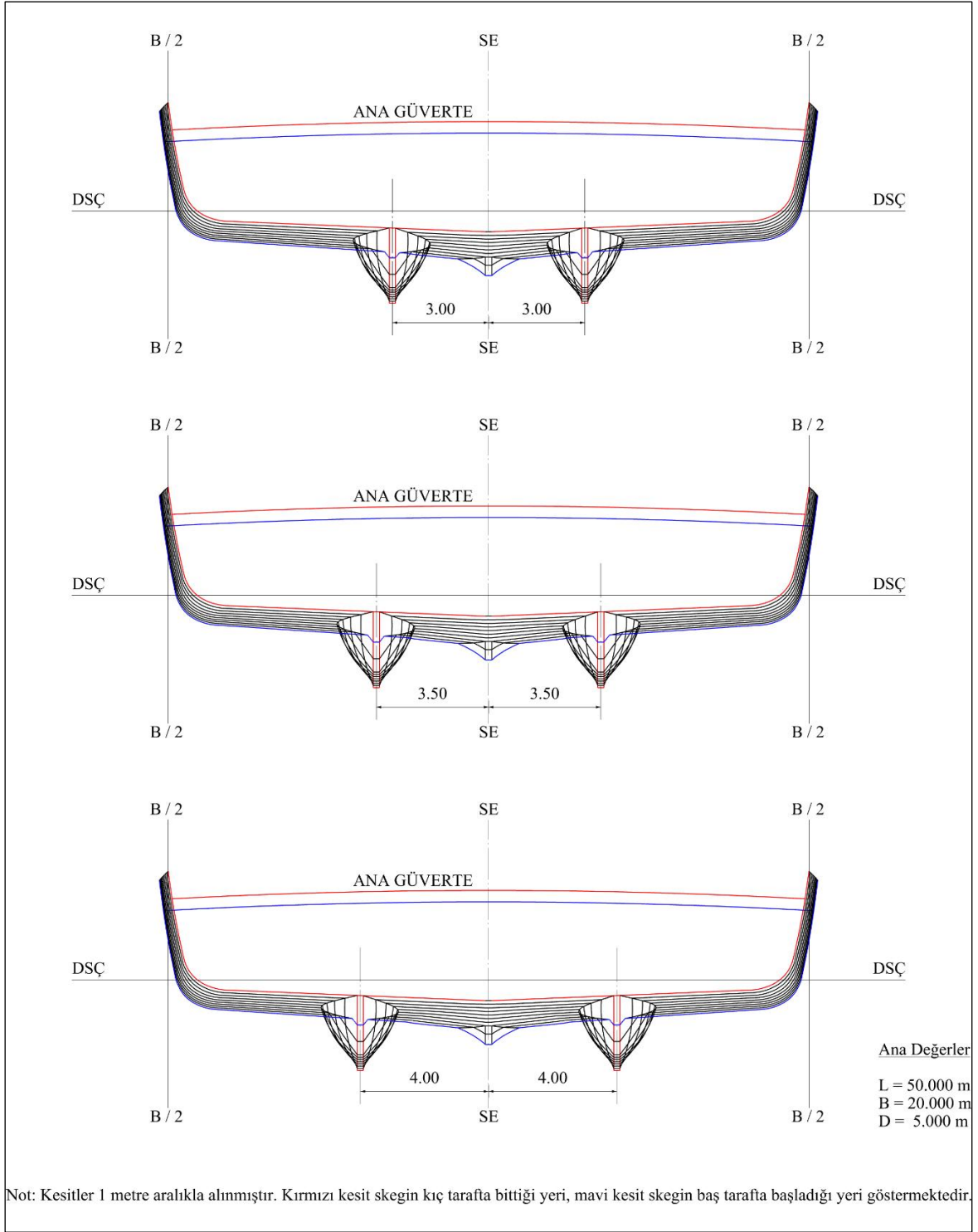
Ek Şekil 2.23. GEM1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 3'lü skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri



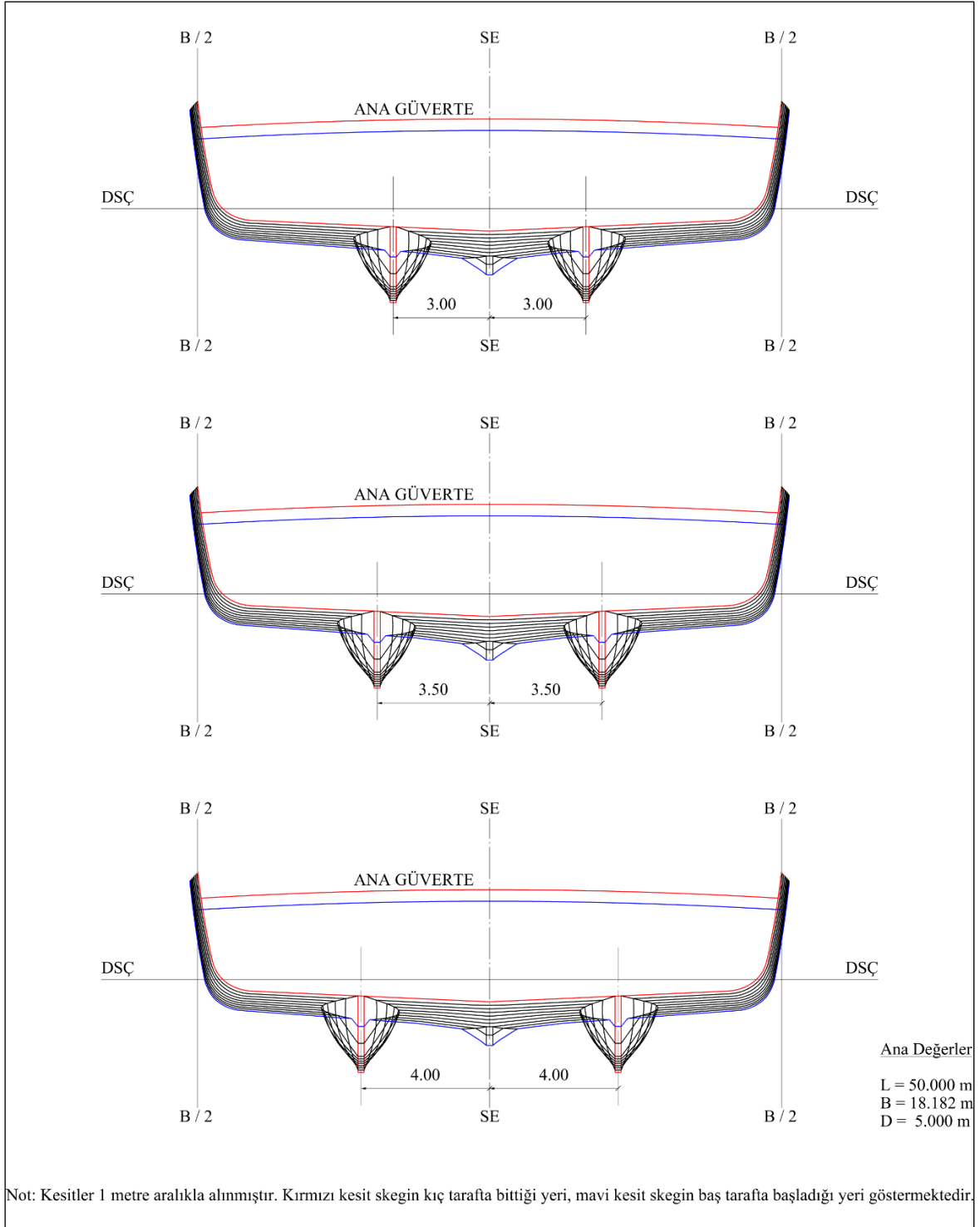
Ek Şekil 2.24. GEM2 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 3'lü skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri



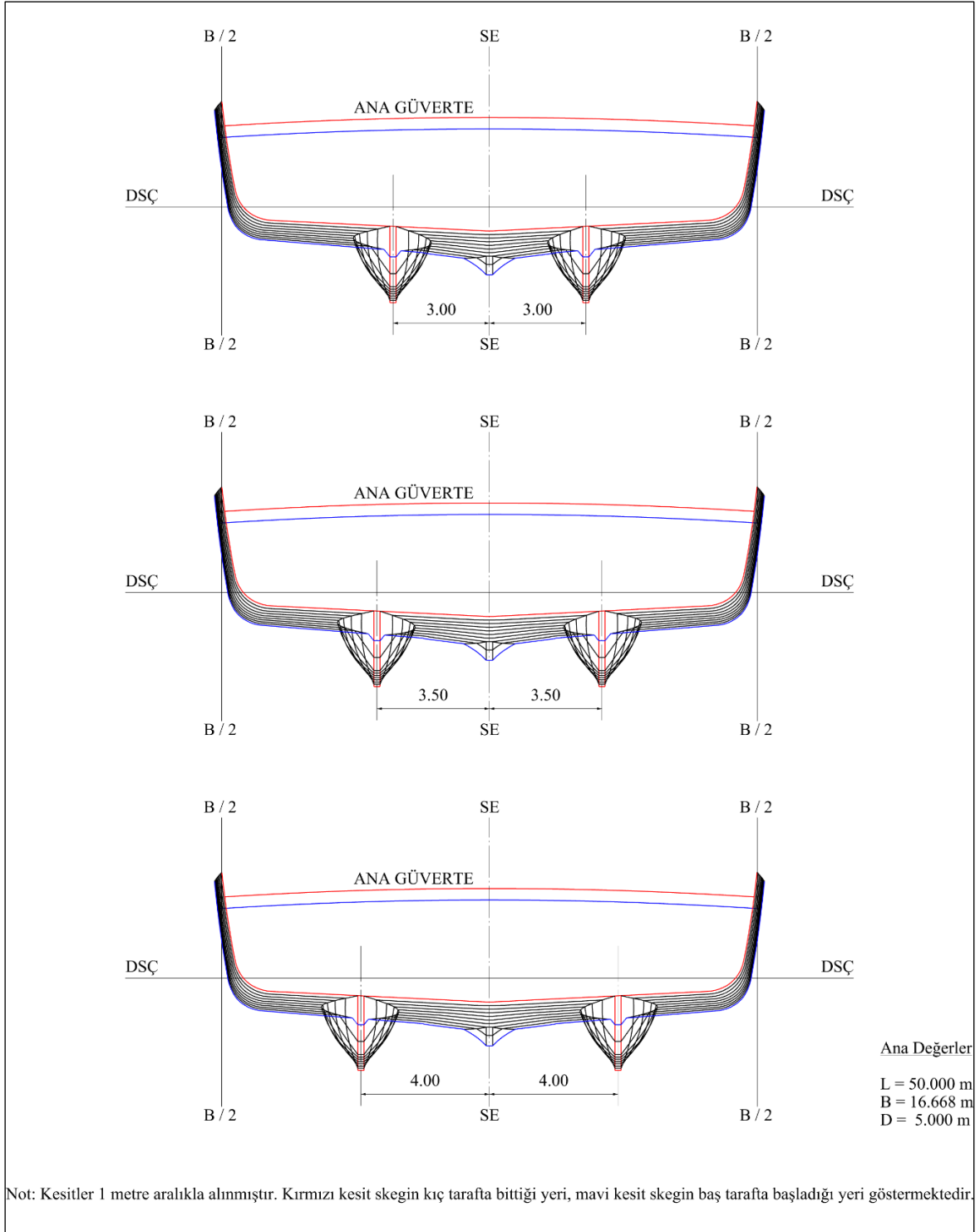
Ek Şekil 2.25. GEM3 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 3'lü skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri



Ek Şekil 2.27. GEM1 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 2'li skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri



Ek Şekil 2.28. GEM2 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 2'li skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri



Ek Şekil 2.29. GEM3 adlı Karadeniz tipi balıkçı gemisinin 2'li skeg yerleşimlerinin en kesit resimleri

ÖZGEÇMİŞ

Lise öğrenimini Sürmene Hasan Sadri Yetmişbir Anadolu Lisesi'nde tamamladı.

2006 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi Gemi

İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2011 Şubat ayında lisans

eğitimini tamamladı. 2013 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi

İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladı.

2014 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi

Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalına yatay geçiş yaptı. 2016 yılının haziran ayında

Yüksek Lisans eğitimi tamamlayıp, temmuz ayında aynı anabilim dalında Doktora

eğitime başladı. Ayrıca, 2012-2017 yılları arasında Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi

Kamu Yönetimi Bölümü'nde ikinci lisans eğitimi tamamladı.

2014 Kasım ayından itibaren Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri

Fakültesi Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi

olarak görev yapmaktadır.

İngilizce bilmektedir.

Bir Liderin Düşünce Sistemi, Empatiler 1, Oruç Barbaros Sultan, Hızır Barbaroşo Hayreddin ve Kayı Han Oğlu Ertuğrul Gazi adlı kitapları vardır.

Evli ve 1 kız babasıdır.