

171010

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARADENİZ BALIKÇI TEKNELERİNİN DİRENÇ VE SEVK ANALİZİ VE SEVK
SİSTEMLERİNİN TASARIMI**

Gemi İnşaatı Müh. Emre PEŞMAN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Yüksek Lisans (Makina Mühendisliği)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08.04.2005

Tezin Savunma Tarihi : 06.05.2005

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Orhan DURGUN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Tahir YAVUZ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ercan KÖSE

Orhan Durgun
Tahir Yavuz
Ercan Köse

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Emin Zeki Başkent

Trabzon 2005

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilen balıkçı teknelerinin form özelliklerinin incelenmesi, bu teknelerin sevk sistemlerinin tasarımında uygulanabilecek bir bilgisayar programının yazılması ve bu teknelerde sevk sistemi tasarımında dikkat edilmesi gereken durumların belirtilmesi amacıyla hazırlanmıştır.

Bu çalışma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsüne “Karadeniz Balıkçı Teknelerinin Direnç ve Sevk Analizi ve Sevk Sistemlerinin Tasarımı” adı altında Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Yüksek lisans tez danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Orhan DURGUN’a ilgi ve desteği için, değerli hocalarım sayın Doç. Dr. Ercan KÖSE ve Doç. Dr. Cemal DİNÇER’e tavsiyeleri için, kendisinden birçok konuda bilgi edinmiş olduğum sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hakan BAYRAKTAR’ a yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince her zaman her konuda bana destek olduğu için teşekkürü bir borç bilirim. Desteklerini gördüğüm kardeşim ve sayın arkadaşlarım Arş. Gör. Emrah PEŞMAN, Öğr. Gör. İlknur KURT, Öğr. Gör. Betül Ayhan SARAÇ, Arş. Gör. Hasan ÖLMEZ, Arş. Gör. Ahmet ŞAHİN, Arş. Gör. Şebnem ATASARAL ve Arş. Gör. Mehmet KOCABAŞ’a teşekkür ederim.

Ayrıca tezimin her aşamasında ve her çıkmaza girdiğimde destek ve yardımlarını gördüğüm sevgili aileme teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Emre PEŞMAN

Trabzon, 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	XIX
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XXIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmekte Olan Balıkçı Teknelerinin Form Özellikleri.....	1
1.3. Direnç Analizi.....	9
1.3.1. Genel Olarak Gemi Direnci.....	9
1.3.2. Serbest Su Yüzeyinde Hareket Eden Bir Gemide Direncin Bağlı Olduğu Büyüklükler.....	10
1.3.3. Model Direnç Deneyleri ve Değerlendirme Yöntemleri.....	12
1.3.3.1. Froude Yöntemine Göre Gemi Direncinin Hesabı.....	13
1.3.3.2. Hughes Yöntemine Göre Gemi Direncinin Hesabı.....	15
1.3.4. İstatistiksel Direnç Tahmin Yöntemleri.....	18
1.3.4.1. D.J. Doust Yöntemine Göre Direnç Hesabı.....	19
1.3.4.2. Cedric Ridgely-Nevitt Yöntemine Göre Direnç Hesabı.....	27
1.3.4.3. Herbert Schneekluth'un Artık Direnç Yöntemiyle Direnç Hesabı.....	30
1.3.4.4. Van Oortmerssen Yöntemine Göre Direnç Hesabı.....	31
1.3.4.5. Holtrop-Mennen Yöntemi İle Direnç Hesabı.....	40
1.3.4.5.1. Holtrop-Mennen 1 Yöntemi.....	40
1.3.4.5.2. Holtrop-Mennen 2 Yöntemi.....	46
1.4. Sevk Analizi.....	47
1.4.1. İz Katsayısı ve İtme Azalma Katsayısı.....	50
1.4.1.1. Balıkçı Teknelerinde İz Katsayısının ve İtme Azalma Katsayısının Yaklaşık Olarak Belirlenmesi	51

1.4.2.	Bir Pervanenin Oluşturduğu İtme Kuvvetinin Bağlı Olduğu Parametreler ve Pervane Model Deneyleeri.....	53
1.4.3.	Waganingen B Serisi Pervaneler.....	59
1.4.4.	Gemi Pervanelerinde Kavitasyon Olayı.....	65
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	68
2.1.	Giriş.....	68
2.2.	Balıkçı Teknelerinde Uygulanabilecek Direnç Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi	69
2.2.1.	Model Direnç Deneyleeri Önceden Yapılmış Olan Örnek Balıkçı Tekneleri	70
2.3.	Sevk Sistemi Tasarım Programı.....	75
2.3.1.	Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmiş Olan Örnek Balıkçı Tekneleri..	77
2.3.2.	Üç Boyutlu Endaze Resminin Çizimi ve Hidrostatik Hesap Programı.....	79
2.3.3.	Direnç Tahmin Programı.....	81
2.3.4.	Optimum Pervane Tasarımı ve Üç Boyutlu Pervane Çizim Programı.....	82
2.3.5.	İtme ve Döndürme Momenti Kontrol Programı.....	83
2.4.	Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmiş Olan Balıkçı Teknelere Uygun Sevk Sistemi Tasarımı.....	84
3.	BULGULAR.....	86
3.1.	İTÜ 148 XB Serisi Balıkçı Teknelerinin Deney Sonuçlarının Froude Yöntemi İle Analizi.....	86
3.2.	Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmiş Olan Örnek Balıkçı Teknelerinin Sevk Sistemleri Tasarımı.....	92
3.2.1.	Örnek Balıkçı Teknelerinin Üç Boyutlu Form Resimleri ve Hidrostatik Hesap Sonuçları.....	93
3.2.2.	Örnek Balıkçı Teknelerinin Güç Analizi Sonuçları.....	97
3.2.3.	Örnek Balıkçı Teknelerinin Optimum Pervane Tasarımı.....	101
3.2.3.1.	Pervane Devir Sayısına Göre Pervane Tasarımı ve Sonuçları (1. Durum).....	101
3.2.3.2.	Pervane Çapına Göre Pervane Tasarımı ve Sonuçları (2. Durum).....	113
3.2.3.3.	Ana Makine Özelliklerine Göre Pervane Tasarımı ve Sonuçları (3. Durum).....	125
3.2.4.	Üç Boyutlu Pervane Çizimleri.....	137
3.2.5.	İtme Kuvveti ve Döndürme Momenti Değerleri.....	139
3.2.5.1.	1. Durum İçin Tasarlanmış Olan Pervanelerin İtme Kuvveti ve Döndürme Momenti Değerleri	141

3.2.5.2.	2. Durum İçin Tasarlanmış Olan Pervanelerin İtme Kuvveti ve Döndürme Momenti Değerleri	153
3.2.5.3.	3. Durum İçin Tasarlanmış Olan Pervanelerin İtme Kuvveti ve Döndürme Momenti Değerleri	166
3.2.6.	Tekne Hızına Göre Farklı Pervane Devir Sayılarında İtme Gücü Eğrileri..	179
3.2.6.1.	1. Durum İçin Farklı Devir Sayılarında Hıza Göre İtme Gücü Eğrileri.....	179
3.2.6.2.	2. Durum İçin Farklı Devir Sayılarında Hıza Göre İtme Gücü Eğrileri.....	190
3.2.6.3.	3. Durum İçin Farklı Devir Sayılarında Hıza Göre İtme Gücü Eğrileri.....	200
3.2.7.	Kavitasyon Kontrolü.....	209
3.3	Model Direnç Deneyleri Yapılmış Olan Balıkçı Teknelerinde Direnç Tahmin Yöntemlerinin Sonuçları.....	212
4.	İRDELEME ve DEĞERLENDİRMELER.....	218
4.1.	Direnç Tahmin Yöntemleri.....	218
4.2.	Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmiş Olan Örnek Balıkçı Teknelerinin Form Bakımından İncelenmesi.....	227
4.3.	Örnek Balıkçı Teknelerinin Güç Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	229
4.4.	Örnek Balıkçı Teknelerinde Pervane Tasarımı Sonuçlarının Analizi.....	233
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	246
6.	KAYNAKLAR.....	249

ÖZET

Bu çalışmada geleneksel Karadeniz Balıkçı Teknelerinin sevk sistemleri tasarımı için bilgisayar programının hazırlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla ilk olarak Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan tersaneler detaylı bir şekilde incelenmiş ve bu tersanelerde dizayn ve mühendislik uygulamalarının yeterli ölçüde yapılamadığı görülmüştür. Son zamanlarda değişen talepler nedeniyle bu tersanelerde inşa edilen teknelerin boyutlarının ve hızlarının belirgin bir şekilde arttığı görülmektedir. Örneğin boyları, genişlikleri ve hızları sırasıyla; 50m, 15m ve 16 knot olabilmektedir. Ne yazık ki, bu tersaneler büyük boyut ve yüksek hız koşulları için ana makine seçiminde ve sevk sistemi tasarımında zorlanmaktadır. Bu koşullarda, yanlış sevk sistemleri tasarlanmakta gereğinden daha fazla gücü olan ana makineler seçilmektedir. Açıkçası üretim maliyetlerinin yanında ayrıca işletme maliyetleri de artmaktadır. Bu koşullarda Türkiye denizlerine uygun yeni balıkçı teknelerinin tasarlanması ve halen bu tersanelerde inşa edilen balıkçı teknelerine uygun sevk sistemi tasarımlarının yapılması gerekmektedir.

Sunulan çalışmada ana amaç Microsoft Excel ve Visual Basic programlama dilleriyle Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa edilen balıkçı teknelerinin sevk sistemi tasarımını yapabilen bir bilgisayar programının hazırlanması ve uygun direnç tahmin yöntemlerinin belirlenmesidir. Uygun direnç tahmin yöntemleri, bu yöntemlerin daha önce ülkemizde inşa edilmiş ve model direnç deneyleri yapılmış olan balıkçı teknelerine uygulanması ile belirlenmiştir.

Hazırlanmış olan bilgisayar programı Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş olan dört farklı balıkçı teknesine üç farklı tasarım koşulunda beş farklı B serisi pervane seçilerek uygulanmıştır. Bilgisayar programından elde edilen sonuçlar kendi aralarında ve balıkçı teknelerinin orijinal sevk sistemleri ile de karşılaştırılma yapılmıştır.

Sonuç olarak hazırlanmış olan bilgisayar programının Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin optimum sevk sistemi tasarımlarında uygulanabileceği ve bu teknelerin üretim maliyetlerinin ve işletme maliyetlerinin optimize edilmesinde faydalı olabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Balıkçı Tekneleri, Sevk Sistemleri, Gemi Direnci, Tahmin Yöntemleri, B Pervane Serileri

SUMMARY

Resistance and Propulsion Analysis and Designing Propulsion Systems of Traditional Black-Sea Fishing Vessels

In this study; it is aimed to develop a computer code for designing propulsion systems of traditional Black-Sea fishing vessels. For this purpose; the shipyards located in East Black Sea Region are examined in detail and significant increases are observed at the speeds and dimensions of fishing vessels constructed in these shipyards as a consequence of the changing requests. Unfortunately, these shipyards don't have sufficient knowledge for choosing main machines and designing propulsion systems with big dimensions and high speed conditions. Therefore, wrong propulsion systems have been designed and wrong main machines having more power than required have been chosen. It is clear that besides the construction costs, operating costs also increase. For these reasons, designing new fishing vessels suited for Turkish Seas and appropriate propulsion systems for fishing vessels which are still constructed in East Black Sea Region are required.

In the presented study, the main topics are determining suitable ship resistance prediction methods and developing a practical computer code by using Microsoft Excel to design propulsion system of fishing vessels. Suitable methods for fishing vessels constructed in East Black Sea Region were determined by applying these methods on fishing vessels constructed in Turkey and of which model tank tests were performed previously.

Prepared computer programs have been applied to four different fishing vessels constructed in East Black Sea Region and propulsion systems of these vessels have been designed at three different design conditions by selecting five different propellers. The results obtained from computer codes were compared with each other and with the existing propulsion systems of fishing vessels.

Consequently, it is concluded that the computer program prepared here is useful for designing optimum propulsion systems of fishing vessels constructed in East Black Sea Region.

Key Words: Fishing Vessels, Propulsion Systems, Ship Resistance, Prediction Methods, B Series Screw Propellers

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Birincil formun perspektif görünüşü	2
Şekil 2. Birincil formun profil resmi.....	2
Şekil 3. İkincil formun perspektif görünüşü.....	3
Şekil 4. İkincil formun profil resmi.....	3
Şekil 5. Örnek 1'in giriş açısı.....	5
Şekil 6. Örnek 2'nin giriş açısı.....	5
Şekil 7. Örnek 3'ün giriş açısı.....	6
Şekil 8. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş bir balıkçı teknesin en kesitleri.....	6
Şekil 9. Kıç formun belirlenmesinde kullanılan değerler.....	7
Şekil 10. Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmış bir balıkçı teknesinin kıç kesiti.	8
Şekil 11. Su yüzeyinde hareket eden bir geminin direncinin bağlı olduğu büyüklükler.....	10
Şekil 12. Farklı Froude sayılarında; genişlik-su çekimi oranına ve prizmatik katsayıya bağlı F_1 değerleri ve hacim merkezinin boyuna konumu ile prizmatik katsayıya bağlı F_2 değerleri.....	22
Şekil 13. Farklı Froude sayılarında ve boy genişlik oranlarında; giriş açısına ve prizmatik katsayıya bağlı F_3 değerleri.....	23
Şekil 14. Farklı Froude sayılarında ve boy genişlik oranlarında; giriş açısına ve prizmatik katsayıya bağlı F_3 değerleri.....	24
Şekil 15. Farklı Froude sayılarında ve boy genişlik oranlarında; giriş açısına ve prizmatik katsayıya bağlı F_3 değerleri.....	25
Şekil 16. Farklı Froude sayılarında ve boy genişlik oranlarında; giriş açısına ve prizmatik katsayıya bağlı F_3 değerleri ve orta kesit katsayısına ve hız oranına bağlı F_6 değerleri.....	26
Şekil 17. Farklı hız boy oranlarında deplasman-boy oranına ve prizmatik katsayıya bağlı C_R katsayıları.....	28
Şekil 18. Farklı hız boy oranlarında deplasman boy oranına ve prizmatik katsayıya bağlı C_R katsayıları.....	29
Şekil 19. Düzeltme eğrileri.....	29
Şekil 20. ψ açısı.....	33
Şekil 21. İki boyutlu basınç dağılışı.....	33

Şekil 22.	Gemi etrafındaki basınç dağılışı.....	34
Şekil 23.	Trol tekneleri için basınç dağılımı.....	35
Şekil 24.	Gemi ana boyutlarının histogram eğrileri a) L_D , b) S , c) ∇ , d) L_{cb} , e) C_p , f) L_D/B	38
Şekil 25.	Gemi ana boyutlarının histogram eğrileri ve hata dağılımı a) \dot{I}_E , b) ölçek etkisi, c) B/T , d) C_M , e) hata dağılımı.....	39
Şekil 26.	Gemi pervanesi.....	48
Şekil 27.	Pervane-genişlik oranı ve genişlik-boy oranına göre iz katsayısı.....	51
Şekil 28.	Boy-genişlik oranına göre itme azalma katsayısı.....	51
Şekil 29.	4 kanatlı B-pervane serisinin yan görünüşü ve genişletilmiş kanat açınımları.....	60
Şekil 30.	B_p - δ grafiklerine bir örnek.....	63
Şekil 31.	Oosterveld'in verdiği B-pervane serisi diyagramlarına bir örnek.....	64
Şekil 32.	Oosterveld'in verdiği B-pervane serisi diyagramına bir başka örnek...	65
Şekil 33.	Sürtünmesiz iki boyutlu akışta profil etrafındaki basınç.....	66
Şekil 34.	MG_1 (İstanbul, Golden Horn (Haliç) Tersanesi, Atılay).....	71
Şekil 35.	MG_3 (Sürmene, Karadeniz Sahilinde bir tersanede yapılmış balıkçı teknesi).....	72
Şekil 36.	DG_3 (H.I. Chappelle tarafından tasarlanmış olan balıkçı teknesi).....	72
Şekil 37.	148 1B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi).....	73
Şekil 38.	148 2B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi).....	73
Şekil 39.	148 3B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi).....	74
Şekil 40.	148 4B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi).....	74
Şekil 41.	148 5B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi).....	75
Şekil 42.	Sevk sistemi tasarım programı akış şeması.....	76
Şekil 43.	DK1 balıkçı teknesinin en kesitleri.....	77
Şekil 44.	DK2 balıkçı teknesinin en kesitleri.....	78
Şekil 45.	DK3 balıkçı teknesinin en kesitleri.....	78
Şekil 46.	DK4 balıkçı teknesinin en kesitleri.....	79
Şekil 47.	3 Boyutlu Form resmi.....	80
Şekil 48.	Yüklü su hattına kadar teknenin ıslak yüzeyi ve katı modeli.....	80

Şekil 49.	Efektif güç grafiği.....	81
Şekil 50.	B _p -δ diyagramlarına göre pervane tasarımı.....	83
Şekil 51.	K _T , K _Q diyagramları.....	84
Şekil 52.	148 1B, 2B, 3B, 4B ve 5B balıkçı teknelerinin hıza göre direnç değişimleri.....	86
Şekil 53.	148 1B teknesinin hıza göre efektif güç değişimi.....	87
Şekil 54.	148 2B teknesinin hıza göre efektif güç değişimi.....	88
Şekil 55.	148 3B teknesinin hıza göre efektif güç değişimi.....	89
Şekil 56.	148 4B teknesinin hıza göre efektif güç değişimi.....	90
Şekil 57.	148 5B teknesinin hıza göre efektif güç değişimi.....	91
Şekil 58.	DK1 form resmi ve hidrostatik hesap sonuçları a) Form resmi, b) Hidrostatik hesap sonuçları.....	93
Şekil 59.	DK2 form resmi ve hidrostatik hesap sonuçları a) Form resmi, b) Hidrostatik hesap sonuçları.....	94
Şekil 60.	DK3 form resmi ve hidrostatik hesap sonuçları a) Form resmi, b) Hidrostatik hesap sonuçları.....	95
Şekil 61.	DK4 form resmi ve hidrostatik hesap sonuçları a) Form resmi, b) Hidrostatik hesap sonuçları.....	96
Şekil 62.	DK1 kodlu teknenin efektif güç eğrileri.....	99
Şekil 63.	DK2 kodlu teknenin efektif güç eğrileri.....	100
Şekil 64.	DK3 kodlu teknenin efektif güç eğrileri.....	100
Şekil 65.	DK4 kodlu teknenin efektif güç eğrileri.....	101
Şekil 66.	B 3.50 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü.....	137
Şekil 67.	B 4.40 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü.....	138
Şekil 68.	B 4.55 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü.....	138
Şekil 69.	B 4.70 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü.....	139
Şekil 70.	B 4.85 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü.....	139
Şekil 71.	Örnek bir ana makinin döndürme momenti- devir sayısı eğrisi.....	140
Şekil 72.	DK 1 Teknesinde 1. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	141
Şekil 73.	DK 1 Teknesinde 1. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	142
Şekil 74.	DK 1 Teknesinde 1. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	142
Şekil 75.	DK 1 Teknesinde 1. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	143

Şekil 76.	DK 1 teknesinde 1. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	143
Şekil 77.	DK 2 Teknesinde 1. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	144
Şekil 78.	DK 2 Teknesinde 1. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	145
Şekil 79.	DK 2 Teknesinde 1. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	145
Şekil 80.	DK 2 Teknesinde 1. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	146
Şekil 81.	DK 2 teknesinde 1. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	146
Şekil 82.	DK 3 Teknesinde 1. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	147
Şekil 83.	DK 3 Teknesinde 1. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	148
Şekil 84.	DK 3 Teknesinde 1. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	148
Şekil 85.	DK 3 Teknesinde 1. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	149
Şekil 86.	DK 3 teknesinde 1. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	149
Şekil 87.	DK 4 Teknesinde 1. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	150
Şekil 88.	DK 4 Teknesinde 1. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	151
Şekil 89.	DK 4 Teknesinde 1. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	151
Şekil 90.	DK 4 Teknesinde 1. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	152
Şekil 91.	DK 4 teknesinde 1. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	152
Şekil 92.	DK 1 Teknesinde 2. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	154
Şekil 93.	DK 1 Teknesinde 2. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	154
Şekil 94.	DK 1 Teknesinde 2. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	155

Şekil 95.	DK 1 Teknesinde 2. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	155
Şekil 96.	DK 1 teknesinde 2. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	156
Şekil 97.	DK 2 Teknesinde 2. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	157
Şekil 98.	DK 2 Teknesinde 2. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	157
Şekil 99.	DK 2 Teknesinde 2. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	158
Şekil 100.	DK 2 Teknesinde 2. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	158
Şekil 101.	DK 2 teknesinde 2. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	159
Şekil 102.	DK 3 Teknesinde 2. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	160
Şekil 103.	DK 3 Teknesinde 2. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	160
Şekil 104.	DK 3 Teknesinde 2. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	161
Şekil 105.	DK 3 Teknesinde 2. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	161
Şekil 106.	DK 3 teknesinde 2. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	162
Şekil 107.	DK 4 Teknesinde 2. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	163
Şekil 108.	DK 4 Teknesinde 2. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	163
Şekil 109.	DK 4 Teknesinde 2. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	164
Şekil 110.	DK 4 Teknesinde 2. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	164
Şekil 111.	DK 4 teknesinde 2. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	165
Şekil 112.	DK 1 Teknesinde 3. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	166
Şekil 113.	DK 1 Teknesinde 3. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	167

Şekil 114.	DK 1 Teknesinde 3. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	167
Şekil 115.	DK 1 Teknesinde 3. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	168
Şekil 116.	DK 1 teknesinde 3. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	168
Şekil 117.	DK 2 Teknesinde 3. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	169
Şekil 118.	DK 2 Teknesinde 3. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	170
Şekil 119.	DK 2 Teknesinde 3. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	170
Şekil 120.	DK 2 Teknesinde 3. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	171
Şekil 121.	DK 2 teknesinde 3. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	171
Şekil 122.	DK 3 Teknesinde 3. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	172
Şekil 123.	DK 3 Teknesinde 3. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	173
Şekil 124.	DK 3 Teknesinde 3. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	173
Şekil 125.	DK 3 Teknesinde 3. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	174
Şekil 126.	DK 3 teknesinde 3. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	174
Şekil 127.	DK 4 Teknesinde 3. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	175
Şekil 128.	DK 4 Teknesinde 3. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	176
Şekil 129.	DK 4 Teknesinde 3. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	176
Şekil 130.	DK 4 Teknesinde 3. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	177
Şekil 131.	DK 4 teknesinde 3. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi.....	177
Şekil 132.	DK1 teknesinde 1.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	179

Şekil 133.	DK1 teknesinde 1.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	180
Şekil 134.	DK1 teknesinde 1.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	180
Şekil 135.	DK1 teknesinde 1.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	181
Şekil 136.	DK1 teknesinde 1.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	181
Şekil 137.	DK2 teknesinde 1.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	182
Şekil 138.	DK2 teknesinde 1.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	182
Şekil 139.	DK2 teknesinde 1.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	183
Şekil 140.	DK2 teknesinde 1.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	183
Şekil 141.	DK2 teknesinde 1.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	184
Şekil 142.	DK3 teknesinde 1.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	184
Şekil 143.	DK3 teknesinde 1.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	185
Şekil 144.	DK3 teknesinde 1.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	185
Şekil 145.	DK3 teknesinde 1.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	186
Şekil 146.	DK3 teknesinde 1.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	186
Şekil 147.	DK4 teknesinde 1.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	187
Şekil 148.	DK4 teknesinde 1.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	187
Şekil 149.	DK4 teknesinde 1.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	188
Şekil 150.	DK4 teknesinde 1.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	188
Şekil 151.	DK4 teknesinde 1.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	189

Şekil 152.	DK1 teknesinde 2.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	190
Şekil 153.	DK1 teknesinde 2.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	190
Şekil 154.	DK1 teknesinde 2.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	191
Şekil 155.	DK1 teknesinde 2.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	191
Şekil 156.	DK1 teknesinde 2.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	192
Şekil 157.	DK2 teknesinde 2.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	192
Şekil 158.	DK2 teknesinde 2.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	193
Şekil 159.	DK2 teknesinde 2.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	193
Şekil 160.	DK2 teknesinde 2.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	194
Şekil 161.	DK2 teknesinde 2.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	194
Şekil 162.	DK3 teknesinde 2.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	195
Şekil 163.	DK3 teknesinde 2.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	195
Şekil 164.	DK3 teknesinde 2.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	196
Şekil 165.	DK3 teknesinde 2.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	196
Şekil 166.	DK3 teknesinde 2.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	197
Şekil 167.	DK4 teknesinde 2.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	197
Şekil 168.	DK4 teknesinde 2.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	198
Şekil 169.	DK4 teknesinde 2.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	198
Şekil 170.	DK4 teknesinde 2.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	199

Şekil 171.	DK4 teknesinde 2.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	199
Şekil 172.	DK1 teknesinde 3.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	200
Şekil 173.	DK1 teknesinde 3.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	200
Şekil 174.	DK1 teknesinde 3.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	201
Şekil 175.	DK1 teknesinde 3.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	201
Şekil 176.	DK1 teknesinde 3.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	202
Şekil 177.	DK2 teknesinde 3.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	202
Şekil 178.	DK2 teknesinde 3.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	203
Şekil 179.	DK2 teknesinde 3.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	203
Şekil 180.	DK2 teknesinde 3.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	204
Şekil 181.	DK2 teknesinde 3.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	204
Şekil 182.	DK3 teknesinde 3.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	205
Şekil 183.	DK3 teknesinde 3.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	205
Şekil 184.	DK3 teknesinde 3.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	206
Şekil 185.	DK3 teknesinde 3.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	206
Şekil 186.	DK3 teknesinde 3.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	207
Şekil 187.	DK4 teknesinde 3.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	207
Şekil 188.	DK4 teknesinde 3.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	208
Şekil 189.	DK4 teknesinde 3.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	208

Şekil 190.	DK4 teknesinde 3.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri.....	209
Şekil 191.	Yüzde olarak pervane sırtında oluşan kavitasyon yayılımı.....	209
Şekil 192.	MG1 kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması.....	213
Şekil 193.	MG3 kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması.....	214
Şekil 194.	DG3 kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması.....	214
Şekil 195.	148 1B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması.....	215
Şekil 196.	148 2B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması.....	215
Şekil 197.	148 3B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması.....	216
Şekil 198.	148 4B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması.....	216
Şekil 199.	148 5B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması.....	217
Şekil 200.	MG 1 kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri.....	219
Şekil 201.	MG 3 kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri.....	220
Şekil 202.	DG 3 kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri.....	221
Şekil 203.	148 1B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri.....	222
Şekil 204.	148 2B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri.....	223
Şekil 205.	148 3B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri.....	224
Şekil 206.	148 4B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri.....	225
Şekil 207.	148 4B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri.....	226
Şekil 208.	Örnek balıkçı teknelerinin üç boyutlu form resimleri.....	228
Şekil 209.	Örnek gemilerin Holtrop-Mennen 1 yöntemine göre güç-hız eğrileri..	229
Şekil 210.	Örnek gemilerin Holtrop-Mennen 2 yöntemine göre güç-hız eğrileri..	230

Şekil 211. Örnek gemilerin Schneekluth yöntemine göre güç-hız eğrileri.....	230
Şekil 212. Örnek gemilerin Van Oortmerssen yöntemine göre güç-hız eğrileri...	231
Şekil 213. Örnek gemilerde Holtrop-Mennen 1 yöntemine göre viskoz direnç katsayısı-hız eğrileri.....	232
Şekil 214. Örnek gemilerde Holtrop-Mennen 1 yöntemine göre dalga direnci katsayısı-hız eğrileri.....	232
Şekil 215. Örnek gemilerde Schneekluth yöntemine göre artık direnç katsayısı-hız eğrileri.....	233



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Hız oranına göre a değerleri.....	21
Tablo 2. c_i katsayılarının hesabı için kullanılan $d_{i,n}$ katsayıları.....	37
Tablo 3. C_{stem} katsayıları.....	42
Tablo 4. Ortalama $1+k_2$ değerleri.....	43
Tablo 5. Mevcut Waganingen B-pervane serisi.....	60
Tablo 6. Waganingen B-pervane serisi için K_T ve K_Q polinom katsayıları.....	62
Tablo 7. D.J. Doust ve Cedric Ridgely-Nevitt Yönteminin değerlendirilmesi....	69
Tablo 8. Model direnç deneyi önceden yapılmış olan örnek balıkçı tekneleri....	71
Tablo 9. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş örnek balıkçı tekneleri.....	77
Tablo 10. 148 1B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi.....	87
Tablo 11. 148 2B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi.....	88
Tablo 12. 148 3B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi.....	89
Tablo 13. 148 4B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi.....	90
Tablo 14. 148 5B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi.....	91
Tablo 15. DK1'in hıza göre efektif güç değerleri.....	97
Tablo 16. DK2'in hıza göre efektif güç değerleri.....	98
Tablo 17. DK3'in hıza göre efektif güç değerleri.....	98
Tablo 18. DK4'in hıza göre efektif güç değerleri.....	99
Tablo 19. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	102
Tablo 20. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	102
Tablo 21. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	103
Tablo 22. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	103
Tablo 23. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	104
Tablo 24. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	105
Tablo 25. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	105
Tablo 26. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	106
Tablo 27. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	106
Tablo 28. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	107

Tablo 29.	DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	108
Tablo 30.	DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	108
Tablo 31.	DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	109
Tablo 32.	DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	109
Tablo 33.	DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	110
Tablo 34.	DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	111
Tablo 35.	DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	111
Tablo 36.	DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	112
Tablo 37.	DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	112
Tablo 38.	DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	113
Tablo 39.	DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	114
Tablo 40.	DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	114
Tablo 41.	DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	115
Tablo 42.	DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	115
Tablo 43.	DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	116
Tablo 44.	DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	117
Tablo 45.	DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	117
Tablo 46.	DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	118
Tablo 47.	DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	118
Tablo 48.	DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	119
Tablo 49.	DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	120
Tablo 50.	DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	120
Tablo 51.	DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	121
Tablo 52.	DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	121
Tablo 53.	DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	122
Tablo 54.	DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	123
Tablo 55.	DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	123
Tablo 56.	DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	124
Tablo 57.	DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	124
Tablo 58.	DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	125
Tablo 59.	DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	126
Tablo 60.	DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	126
Tablo 61.	DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	127

Tablo 62.	DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	127
Tablo 63.	DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	128
Tablo 64.	DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	129
Tablo 65.	DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	129
Tablo 66.	DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	130
Tablo 67.	DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	130
Tablo 68.	DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	131
Tablo 69.	DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	132
Tablo 70.	DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	132
Tablo 71.	DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	133
Tablo 72.	DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	133
Tablo 73.	DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	134
Tablo 74.	DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri	135
Tablo 75.	DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri	135
Tablo 76.	DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri	136
Tablo 77.	DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri	136
Tablo 78.	DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri	137
Tablo 79.	1.durumda 12 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	144
Tablo 80.	1.durumda 3 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	144
Tablo 81.	1.durumda 12 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	147
Tablo 82.	1.durumda 3 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	147
Tablo 83.	1.durumda 12 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	150
Tablo 84.	1.durumda 3 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	150
Tablo 85.	1.durumda 12 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	153
Tablo 86.	1.durumda 3 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	153
Tablo 87.	2.durumda 12 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	156

Tablo 88.	2.durumda 3 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	156
Tablo 89.	2.durumda 12 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	159
Tablo 90.	2.durumda 3 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	159
Tablo 91.	2.durumda 12 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	162
Tablo 92.	2.durumda 3 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	162
Tablo 93.	2.durumda 12 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	165
Tablo 94.	2.durumda 3 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	165
Tablo 95.	3.durumda 12 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	169
Tablo 96.	3.durumda 3 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	169
Tablo 97.	3.durumda 12 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	172
Tablo 98.	3.durumda 3 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	172
Tablo 99.	3.durumda 12 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	175
Tablo 100.	3.durumda 3 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	175
Tablo 101.	3.durumda 12 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	178
Tablo 102.	3.durumda 3 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri.....	178
Tablo 103.	1. durum için tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolü.....	210
Tablo 104.	2. durum için tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolü.....	211
Tablo 105.	3. durum için tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolü.....	212
Tablo 106.	1.durum için DK1 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	234
Tablo 107.	2.durum için DK1 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	235
Tablo 108.	3.durum için DK1 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	236

Tablo 109.	1.durum için DK2 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	236
Tablo 110.	2.durum için DK2 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	237
Tablo 111.	3.durum için DK2 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	238
Tablo 112.	1.durum için DK3 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	238
Tablo 113.	2.durum için DK3 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	239
Tablo 114.	3.durum için DK3 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	240
Tablo 115.	1.durum için DK4 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	240
Tablo 116.	2.durum için DK4 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	241
Tablo 117.	3.durum için DK4 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları.....	242
Tablo 118.	DK 1 kodlu balıkçı teknesi için 1, 2 ve 3. durumlarda seçilen sevk sistemleri ve mevcut sevk sistemleri.....	243
Tablo 119.	DK 2 kodlu balıkçı teknesi için 1, 2 ve 3. durumlarda seçilen sevk sistemleri ve mevcut sevk sistemleri.....	244
Tablo 120.	DK 3 kodlu balıkçı teknesi için 1, 2 ve 3. durumlarda seçilen sevk sistemleri ve mevcut sevk sistemleri.....	244
Tablo 121.	DK 4 kodlu balıkçı teknesi için 1, 2 ve 3. durumlarda seçilen sevk sistemleri ve mevcut sevk sistemleri.....	245

SEMBOLLER DİZİNİ

A_E/A_0	Pervane Genişlik Alan Açınım Oranı
A_P/A_0	Pervane Projeksiyon Alan Oranı
B	Genişlik
C_A	Gemi-Model Korelasyon Katsayısı
C_b	Blok Katsayısı
C_{BTO}	Baş İtıcılerden Oluşan Ek Direnç Katsayısı
C_F	Sürtünme Direnç Katsayısı
CL	Merkez Hattı
C_m	Orta Kesit Katsayısı
C_p	Prizmatik Katsayı
C_R	Artık Direnç Katsayısı
C_{TL}	Telfer'in Direnç Katsayısı
C_V	Viskoz Direnç Katsayısı
C_W	Dalga Direnç Katsayısı
C_{WP}	Su Hattı Alan Katsayısı
D	Pervane Çapı
d	Pervane Göbek Çapı
Eu	Euler Sayısı
Fr	Froude Katsayısı
H	Pervane Hatvesi
\dot{I}_E	Yüklü Su Hattı Giriş Açısı
K_Q	Döndürme Momenti Katsayısı
K_T	İtme Kuvveti Katsayısı
L	Boy
L_{BP}	Kaimeler Arası Boy
LCB	Boyuna Hacim Merkezi Konumu
L_D	Deplasman Uzunluğu
L_{WL}	Su Hattı Boyu
P_B	Fren Gücü

P_D	Pervaneye Sağlanan Güç
P_T	İtme Gücü
Q	Döndürme Momenti
R_A	Gemi-Model Korelasyon Direnci
R_{App}	Takıntıların Direnci
R_{AT}	Ayna K1ç Ek Direnci
R_B	Yumru Baş Ek Basınç Direnci
Re	Reynolds Katsayısı
R_F	Sürtünme Direnci
R_R	Artık Direnç
R_V	Viskoz Direnç
R_W	Dalga Direnci
S	Islak Alan
T	Su Çekimi (Draft)
T	İtme Kuvveti
t	Emme(İtme Azalması) Katsayısı
V_A	Pervaneye Gelen Su Hızı
w	İz Katsayısı
z	Pervane Kanat Sayısı
Δ	Deplasman Ağırlığı
η	Genel Sevk Verimi
η_η	Tekne Verimi
η_η	Tekne Verimi
η_π	Pervane Verimi
η_ρ	Dönme Verimi
$\eta_{\rho\tau}$	İletim Verimi
∇	Deplasman Hacmi
σ	Kavitasyon Katsayısı

1. GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Doğu Karadeniz Bölgesinde geçmişten günümüze kadar birçok tekne inşa edilmiştir. Bölge insanının denizciliğe olan yatkınlığı ve sanat görüşü usta-çırak ilişkisi ile günümüze kadar gelebilmiştir. Günümüzde hala balıkçı tekneleri usta-çırak ilişkisi ile inşa edilmekte dizayn ve mühendislik uygulamalarından yeterli ölçüde yararlanılmamaktadır. Son zamanlarda değişen talepler nedeniyle bölge tersanelerinde inşa edilen balıkçı teknelerinin boyutlarının ve hızlarının belirgin bir şekilde arttığı görülmektedir. Ne yazık ki, bölge tersaneleri büyük boyut ve yüksek hız koşullarında ana makine seçiminde ve sevk sistemi tasarımında zorlanmaktadır. Bu koşullarda, yanlış sevk sistemleri tasarlanmakta gereğinden daha fazla gücü olan ana makineler seçilmektedir. Açıkçası üretim maliyetlerinin yanında ayrıca işletme maliyetleri de artmaktadır. Bu nedenlerle yapmış olduğumuz çalışmada bölge tersanelerinde inşa edilen teknelere uygun pratik bir sevk sistemi tasarım programının hazırlanması amaçlanmıştır. Öncelikle bölgede inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin form özellikleri ve bu teknelerin sevk sistemleri incelenmiştir. Daha sonra söz konusu teknelere uygun direnç tahmin yöntemleri belirlenmiş ve sevk sistemi tasarım programı oluşturulmuştur. Son olarak hazırlanmış olan sevk sistemi bölgede inşa edilmiş olan balıkçı teknelerine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar bir birleriyle ve teknelerin mevcut sevk sistemleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Genel bilgiler kısmında balıkçı teknesi formları, gemi direnci, direnç tahmin yöntemleri, sevk sistemleri, pervane serileri ve kavitasyon ile ilgili bilgi verilmiştir.

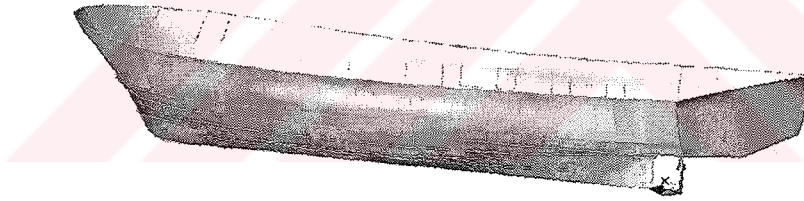
1.2. Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmekte Olan Balıkçı Teknelerinin Form Özellikleri

Karadeniz Bölgesinde denizciliğe verilen önem, bu bölgede başarılı birçok geminin ve teknenin üretilmesini sağlamıştır. Sanat görüşü yüksek olan Karadeniz insanı, deneyimlerini ve bilgi birikimini usta-çırak ilişkisi ile uzun yıllar boyunca iletmiş ve bu günlere kadar getirmiştir. Bu bölümde bu deneyimlerle Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin yapısal özellikleri değerlendirilmiştir.

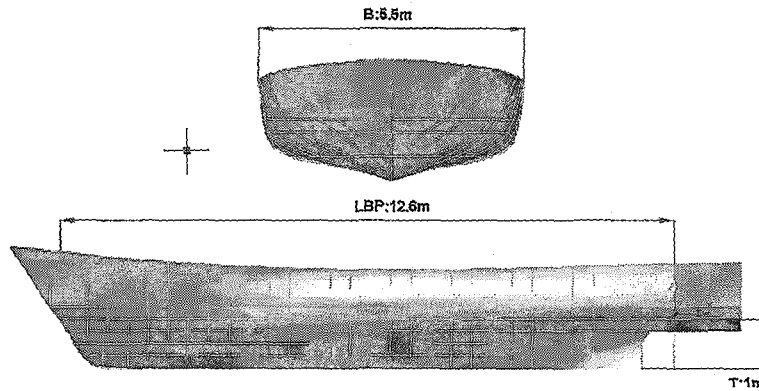
Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmakta olan balıkçı tekneleri büyük genişlik-su çekimi oranları, küçük boy-genişlik oranları ve küçük orta kesit katsayıları ile dikkat çekerler. Doğu Karadeniz Bölgesinde yılların deneyimi ve birikimi ile yapılmakta olan bu balıkçı tekneleri zamanla balıkçıların isteklerine göre bazı değişikliklere uğratılmış ve büyüklüklerine göre farklı formlar oluşturulmuştur. Bu bölümde söz konusu formlar; birincil form ve ikincil form olarak adlandırılmıştır.

Birincil form; ana özellikleri aşağıda verilmiş olan Şekil 1 ve Şekil 2’de bir örneği gösterilen başarılı sayılabilecek bir formdur.

Kaimeler Arası Boy (L_{BP})	:	12m - 25m
Boy-Genişlik Oranı (L/B)	:	2,3 - 2,8
Genişlik-Su Çekimi Oranı (B/T)	:	3,5 - 5,8
Orta Kesit Katsayısı (C_M)	:	0,38 - 0,7
Prizmatik Katsayı (C_P)	:	0,465 - 0,8



Şekil 1. Birincil formun perspektif görünüşü

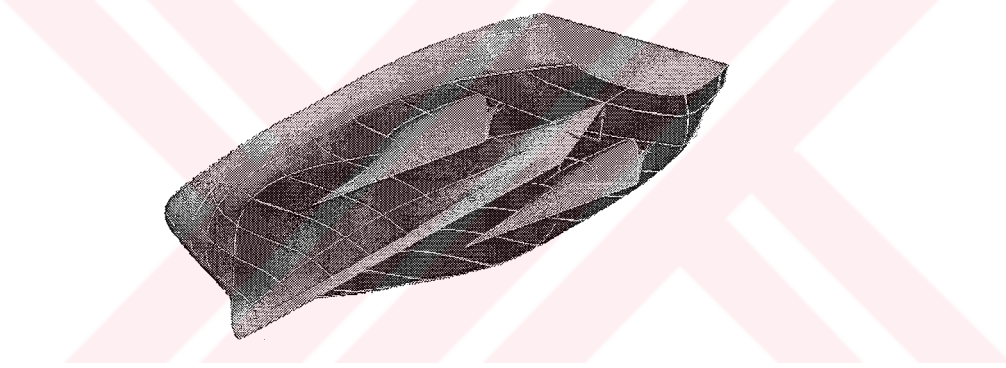


Şekil 2. Birincil formun profil resmi

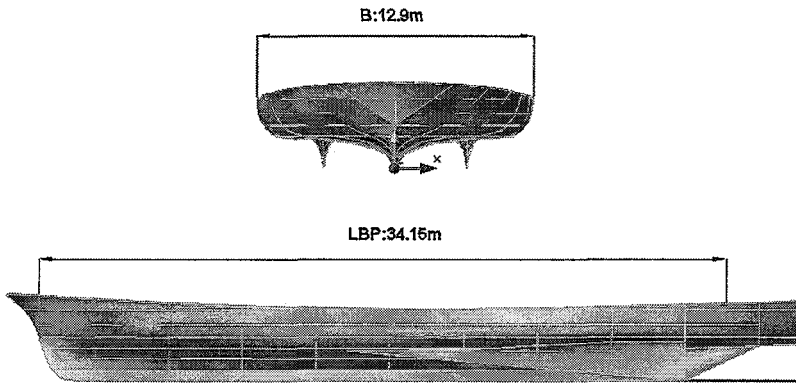
İkincil form ise balıkçıların istekleri doğrultusunda orijinal formdan türetilmiş balıkçı teknelerini göstermektedir. Son zamanlarda orkinos avcılığına olan eğilim, daha çok ağ kullanma ve çalışma kolaylığı için geniş güverte alanı isteği bu gemilerin boyutlarının büyümesine neden olmuştur.

İkincil form; ana özellikleri aşağıda verilmiş olan Şekil 3 ve Şekil 4’de bir örneği gösterilen, başarısı tartışılabilir bir formdur.

Kaimeler Arası Boy (L_{BP})	:	30m - 50m
Boy-Genişlik Oranı (L/B)	:	2,6 - 2,8
Genişlik-Su Çekimi Oranı (B/T)	:	4,1 - 6,45
Orta Kesit Katsayısı (C_M)	:	0,48 - 0,73
Prizmatik Katsayı (C_P)	:	0,61 - 0,83



Şekil 3. İkincil formun perspektif görünüşü



Şekil 4. İkincil formun profil resmi

Tekne ana boyutlarının hesap yapılmadan büyütülmesi, daha geniş bir çalışma alanı olanağı sunması ve enine dengenin daha iyi olması açısından başarılı olmakla birlikte direnci yüksek, manevra yeteneği kötü ve mukavemeti tartışılabilir hantal gemilerin oluşmasına yol açmaktadır.

Doğu Karadeniz’de değişen taleplere uygun olarak geliştirilen ikincil formun oluşumu aslında bu teknelerin inşa yöntemleri ile de ilişkilidir. Öncelikle Doğu Karadeniz Bölgesindeki tersanelerde gemi inşa kızakları bulunmamakta; gemi veya teknelerin omurgaları karada oluşturulmaktadır. Daha sonra gemi boyunca belirli yüksekliklerde, gemi formunu şekillendirecek olan kuşaklar çekilmekte ve tekne inşaatı başlamadan geminin kalıbı elde edilmektedir. Bu kalıba uygun olarak önce yan iç omurgaların, derin postaların ve tulanilerin, bunun ardından adi postaların montajı yapılmaktadır. Bu aşamadan sonra gemi yüzeyi kaplama sacları ile kaplanmakta ve son olarak köprü inşaatı yapılmaktadır [1]. Gemi yapan usta için çekmiş olduğu kuşakların ve bu kuşakları birleştiren postaların düzgün bir dağılım içinde olması yeterlidir. Ustalar, bu gemilerin genişliklerinin, su hattı giriş açılarının, baş formlarının ve kıç formlarının gemide oluşturabileceği hidrodinamik kuvvetlere ve dolayısıyla dirence etkilerini görsel bazı değerlendirmeler dışında irdeleyememektedirler. Aynı şekilde bu tersanelerde balıkçı teknesi yaptıran balıkçılar da bu konuda yetirince bilgi sahibi olmadıkları için geniş olan gemileri ısrarla istemektedirler ve ellerindeki eski gemilerinde genişliklerini arttırma eğilimindedirler. Bunu yanında Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı tekneleri ile ilgili çok az sayıda çalışma yapılmıştır. Ön dizayn ve yapısal özelliklere yönelik başlıca çalışmalara ilişkin bilgiler [2] ve [3] referanslarından bulunabilir.

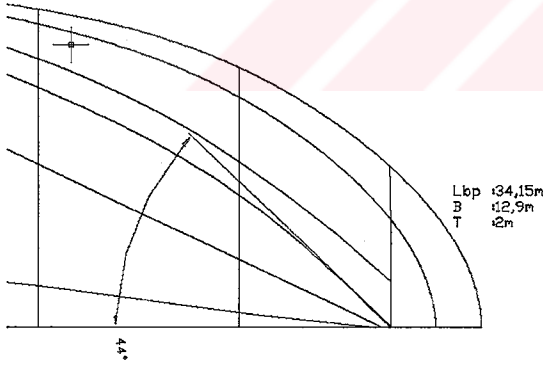
Bunun dışında son zamanlarda bu tersanelerde yumru baş kullanımı eğilimi de görülmektedir. Fakat yumru baş; çalışma ilkesinden uzak bir amaçla, genellikle baş tarafta ek bir hacim oluşturulması için kullanılmaktadır. Bu da kıça meyilli yüzen bu teknelerde dalga direncini düşürmek için kullanılması gereken yumru başın bilinçsizce yerleştirilip çoğu zaman hem viskoz direnci hem de dalga direncini arttıran bir takıntıya dönüşmesine yol açmaktadır. Balıkçı teknelerinin form özelliklerine ilişkin aşağıdaki genel değerlendirmeler yapılabilir.

Bilindiği gibi; form bakımından tekneler iki tipte tasarlanabilir[4].

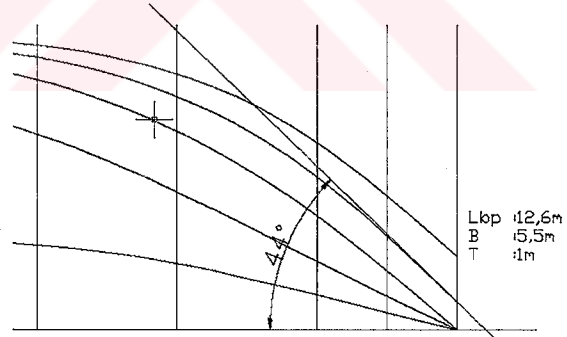
- Dolgun bir orta kesiti olan baş ve kıç tarafı narin gemiler.
- Baş ve kıç tarafları dolgun olan gemiler.

Birinci tip gemilerin sakin suda dirençlerinin düşük olmasına karşın denizcilik özellikleri iyi olmaz. Baş ve kıç vurma hareketi fazla olan bu gemilerin denizli havalarda rahat çalışma olanakları sınırlıdır. İkinci tip gemiler; görece daha az baş kıç vurma hareketleri yapar fakat dirençleri yüksek olur. Balıkçı gemilerinde denizcilik önde gelmekle birlikte; ortalama hızlarda dirençlerini düşük olması da istenir. Balıkçı teknesi formlarının bu özelliklerin her ikisini birden sağlayabilmesi için su hatları, baş formu ve kıç formları aşağıda açıklandığı gibi olmalıdır. Aşağıda balıkçı teknesi formlarının ne şekilde tasarlanması gerektiği ve Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmakta olan gemilerin durumları değerlendirilmiştir.

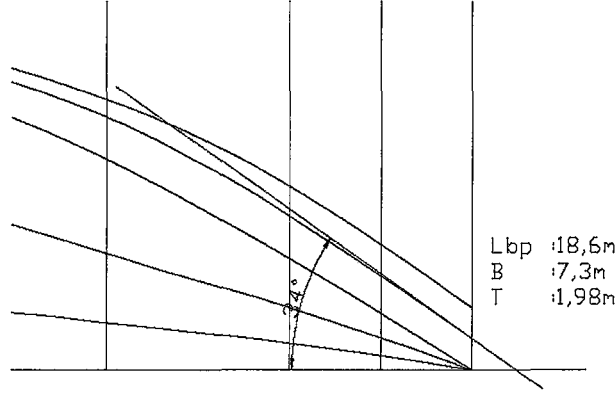
Su Hatları: Yüklü su hattının baş tarafı doğruya yakın veya biraz dışbükey olmalı ve diğer su hatları da mümkün olduğu kadar dolgun olmalıdır. Böylece yedek sephiye artırılmış olur. Yani gemiyi narinleştirmekle kaybedilen denizcilik özelliği yeniden kazanılmış olur. Eski yelkenli gemilerde su hattı yarım giriş açısı $30^\circ - 35^\circ$ olmaktaydı. Fakat küçük giriş açılı gemilerin dirençlerinin az olması modern gemilerde giriş açılarının $15^\circ - 25^\circ$ derecelere düşürülmesini gerektirmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş balıkçı teknelerinin giriş açıları Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7’de gösterildiği gibi $34^\circ - 44^\circ$ arasında değişmektedir.



Şekil 5. Örnek 1'in giriş açısı



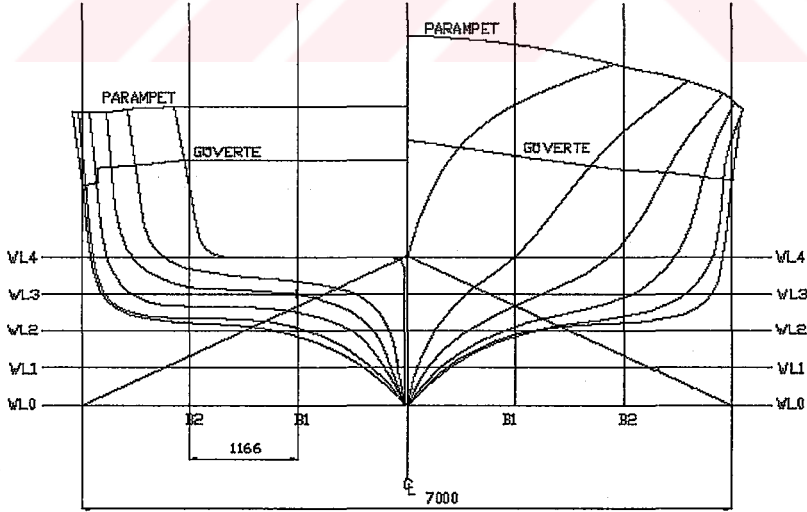
Şekil 6. Örnek 2'nin giriş açısı



Şekil 7. Örnek 3'ün giriş açısı

Karadeniz Balıkçı Teknelerinin; yüklü su hatları doğru veya dışbükeydir. Genel olarak yarım giriş açıları büyüktür bu nedenle dirençlerinin yüksek olması beklenebilir. Buna karşın yüklü su hatlarının dışbükey olması ve yarım giriş açılarının büyük olması denizcilik özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir.

Baş Form: Bir balıkçı teknelinin baş kesitleri "V" formunda olmalı ve güverteye doğru açılmalıdır. Bu şekilde yedek sephiye artırılmış, baştan gelen dalgalara karşı güvertenin kuru kalması sağlanmış ve baş-kıç vurma hareketi yumuşatılmış olur.



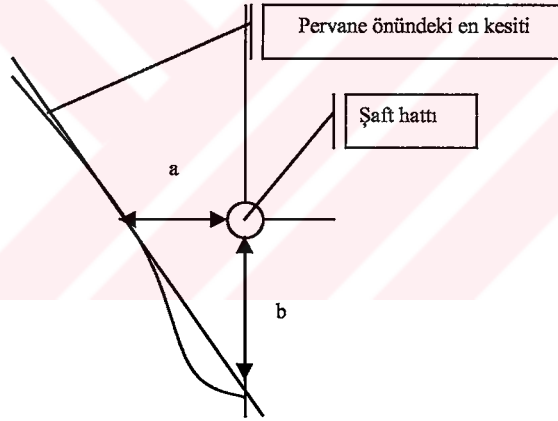
Şekil 8. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş bir balıkçı teknelin en kesitleri

Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin baş kesitleri Şekil 8'de görüldüğü gibi yüklü su hattına kadar içbükey yani "V" formundadır. Bu

gemilerin, açılan karakterde olan baş kesitleri güverte ıslanmazlığını arttırdığı gibi dalgalar arasında yaptığı baş-kıç vurma hareketini de yumuşatmaktadır.

Kıç Form: Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan teknelerde ayna kıç kullanılmaktadır. Ayna kıç gemi direncini arttıran bir yapıdır. Fakat ağların ve gemi üstünde bulunan çekicilerin denize bırakılmasında kolaylık sağlaması, ucuz olması ve stabilite açısından kruzer kıça üstünlük sağlaması nedenleriyle ayna kıç tercih edilmektedir. Gemi kıç formu tasarımı aşağıda belirtilen kısıtlar göz önüne alınarak yapılması gereken iteratif bir çalışmadır.

- Makine dairesi yerleştirmesi ve yük düzenleme problemi (hidrodinamik olmayan problem)
- Direnç ve sevk problemi
- Düzgün olmayan iz dağılımı nedeniyle oluşan titreşim problemi



Şekil 9. Kıç formunun belirlenmesinde kullanılan değerler

Gemilerin kıç formu pervane önündeki en kesitlerinin şekillerine göre belirlenir. Şekil 9'da görüldüğü gibi şaft hattı ile pervane önündeki kesit arasındaki dikey uzaklık a ile; şaft hattından en kesitine doğru çizilen doğrunun en kesitini kestiği noktadan çizilen teğetin, merkez hattını (CL) kestiği nokta ile şaft hattı arasındaki uzaklık da b ile gösterilmiş olsun. a uzaklığının b uzaklığına oranı T ile gösterilsin. Yani

$$T = a/b$$

olsun.

Bu durumda kış formlar T oranına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

Balblı formlar $T < 0,2$

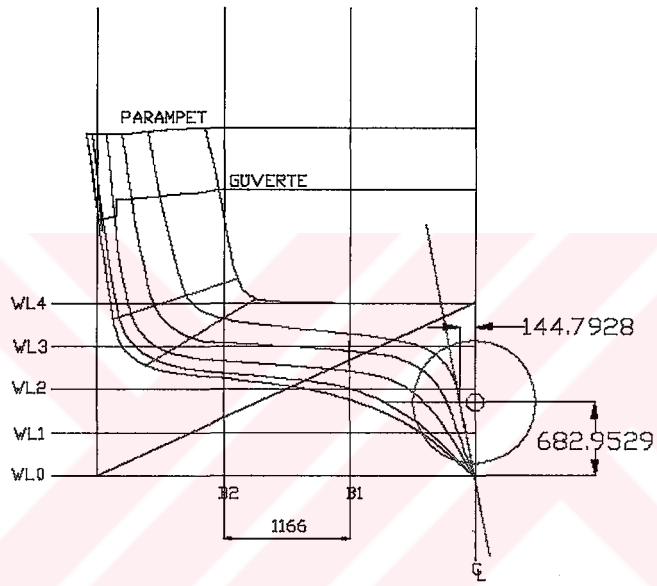
Aşırı U formlar $T < 0,2$

Ortalama U formlar $0,2 < T < 0,5$

Ortalama V formlar $0,5 < T < 0,7$

Aşırı V formlar $T > 0,7$

Skegli formlar T belirsiz



Şekil 10. Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmış bir balıkçı teknesinin kış kesiti

Şekil 10'da Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmış bir geminin kış kesitleri verilmiştir. Bu teknenin, $T = a/b$ değeri $144.792/682.959$ yani $0,21$ 'dir. Bu teknenin kış formu U formundadır. U formulu teknelerin sintine dönüşü yarıçapları küçüktür. Bu durum bu bölgelerde ayrılmaların ve girdapların oluşmasına neden olur. Bu etkili girdaplar ise gemi direncini artırarak sevk için daha fazla güç gereksinimine yol açarlar.

1.3. Direnç Analizi

Gemi Direnci, serbest su yüzeyinde hareket eden bir gemiye hareketine ters yönde etki eden kuvvettir. Gemi direnci problemini teorik olarak çözebilmek için, serbest su yüzeyinde oluşacak dalga hareketlerini incelemek ve üç boyutlu Navier-Stokes denkleminin çözümünü bulmak gerekmektedir. Ancak çeşitli matematiksel zorluklar nedeni ile söz konusu problem henüz sayısal olarak çözülememektedir. Bu nedenle günümüzde tasarım aşamasındaki bir geminin direncinin belirlenmesi için model direnç deneylerinin yapılması zorunluluğu vardır. Bunun yanında; daha önce model direnç deneyleri yapılmış farklı formlardaki model serilerinin farklı Froude sayılarındaki direnç sonuçlarından yararlanarak oluşturulmuş olan istatistiksel direnç tahmin yöntemleri de kullanılmaktadır. Bununla birlikte direnç değişiminin doğru ve güvenli bir şekilde belirlenmesi ancak model direnç deneylerinin yapılması ile gerçekleştirilebilir. Çünkü direnç tahmin yöntemlerinin doğruluğu, regrasyon analizlerinde kullanılan gemi sayısı ve gemi ana özelliklerindeki çeşitlilik gibi etkenlerden doğrudan etkilenmektedir.

1.3.1. Genel Olarak Gemi Direnci

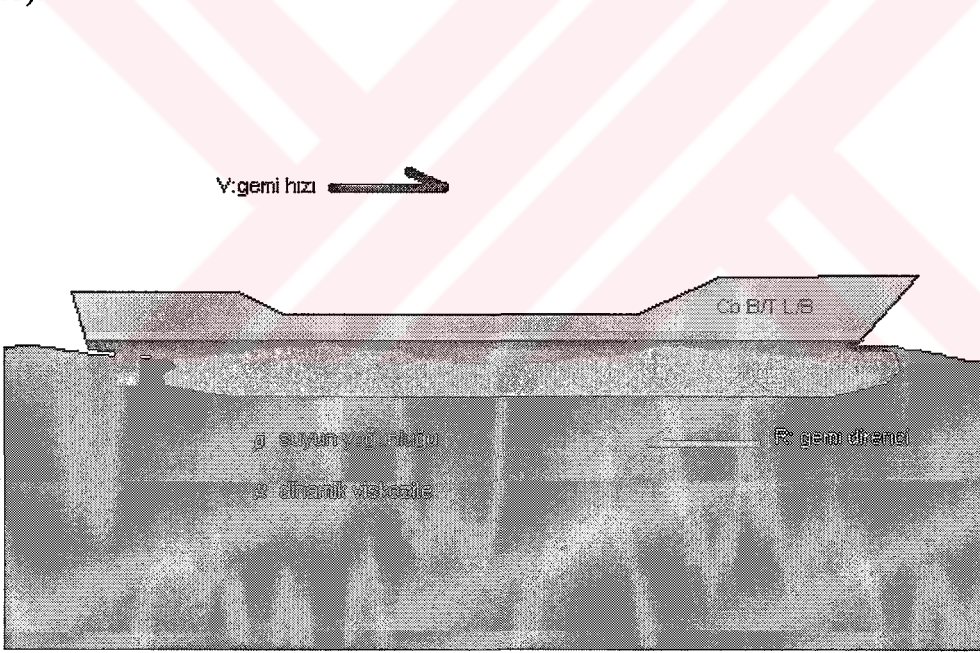
Bir gemi belirli bir hızla serbest su yüzeyinde hareket ederken gemiye hareketinden dolayı, hareketine ters yönde bir direnç kuvveti etki eder. Gemi ıslak yüzeyine etki eden elemansal kuvvetleri teğetsel kuvvetler ve normal kuvvetler şeklinde iki grupta toplayabiliriz. Teğetsel kuvvetlerin bileşkesi gemi direncinin sürtünme direnci bileşenini, normal kuvvetlerin bileşkesi ise, basınç direnci bileşenini oluşturur. Harcanan enerji bakımından gemi direncini, viskoz direnç ve dalga direnci olarak ikiye ayırmak da olanaklıdır. Burada viskoz direncin, geminin viskoz bir akışkan olan su içindeki hareketinden dolayı, dalga direncinin ise; geminin serbest su yüzeyi üzerinde oluşturduğu dalga sistemine verdiği enerjiden dolayı oluştuğunu söyleyebiliriz. Aslında gemi direnci bir bütündür. Yukarıda saydığımız tüm bileşenlerin kendi aralarında karşılıklı etkileşimleri vardır. Örneğin dalga profili viskoz direnci, gemi etrafındaki sınır tabaka da dalga profilini etkiler. Bununla birlikte direnci bileşenlerine ayırmak, bu karmaşık problemin incelenmesinde kolaylıklar sağlamaktadır. Gemi direncinin bileşenlerine ayrılarak hesaplanabileceğini ilk olarak W. Froude, ortaya atmıştır. W. Froude, Froude hipotezine dayanarak gemi direncini sürtünme direnci ve artık direnç olmak üzere iki bileşene

ayırıştır[5]. Bileşenlere ayırma yöntemi ileride açıklanacağı gibi gemi direncinin belirlenmesinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Böylece tasarım aşamasında gemilerin direnç değişimlerinin belirlenebilmesi olanağı elde edilmektedir.

1.3.1. Serbest Su Yüzeyinde Hareket Eden Bir Geminin Direncinin Bağlı Olduğu Büyüklükler

Gemi direncinin bileşenlerine, boyut analizine ve gemi direncinin belirlenmesine ilişkin ayrıntılı bilgiler Kafalı [5], [6], Sabuncu [7], Lewis [8], Durgun [9] gibi çeşitli kaynaklarda bulunabilir. Burada konu ile ilgili bazı kısa açıklamalar yapılacaktır.

Serbest su yüzeyinde hareket eden bir geminin direnci; v ilerleme hızına, L su hattı boyuna, suyun ρ kütsel yoğunluğuna, g yer çekimi ivmesine, suyun μ dinamik viskozitesine ve C_B , L/B , B/T gibi geminin boyutsuz geometrik büyüklüklerine bağlıdır (Şekil 11).



Şekil 11. Su yüzeyinde hareket eden bir geminin direncinin bağlı olduğu büyüklükler

Bu durumda; gemi direnci

$$R = f(v, L, \rho, g, \mu, C_B, L/B, B/T, \dots) \quad (1)$$

şeklinde veya daha açık bir şekilde,

$$R = C_1(C_B, L/B, B/T, \dots) \rho^a L^b v^c \mu^d g^e \quad (2)$$

yazabiliriz.

[L] = Uzunluk boyutu

[M] = Kütle boyutu

[T] = Zaman boyutu

olmak üzere, (2) ifadesinin boyut denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$[M][L][T]^{-2} = ([M][L]^{-3})^a [L]^b ([L][T]^{-1})^c ([M][L]^{-1}[T]^{-1})^d ([L][T]^{-2})^e \quad (3a)$$

$$[M][L][T]^{-2} = [M]^{(a+d)} [L]^{(b+c-3a+e-d)} [T]^{(-c-2e-d)} \quad (3b)$$

(3b) denkleminde aynı boyuttaki üsleri eşitlersek,

$$a + d = 1 \quad (4a)$$

$$b + c - 3a + e - d = 1 \quad (4b)$$

$$-c - 2e - d = -2 \quad (4c)$$

şeklinde bir denklem takımı elde edilir. Elde edilen denklem takımında değişken sayısı 5 denklem sayısı ise 3 tür bu nedenle a, b ve c değişkenlerini d ve e değişkenlerine bağlı olarak yazmamız gerekmektedir. Böylece; a, b ve c değişkenleri,

$$a = 1 - d \quad (5a)$$

$$b = 2 - d + e \quad (5b)$$

$$c = 2 - 2e - d \quad (5c)$$

şeklinde yazılabilir. Elde ettiğimiz bu ifadeleri (2) denkleminde yerlerine koyduğumuzda,

$$R = C_1(C_B, L/B, B/T, \dots) \rho^{(1-d)} L^{(2-d+e)} v^{(2-2e-d)} \mu^d g^e \quad (6a)$$

veya

$$R = C_1(C_B, L/B, B/T, \dots) \rho L^2 v^2 [\mu / (\rho v L)]^d [(g L)/v^2]^e \quad (6b)$$

elde edilir. $L^2 = (C_2 S)/2$ alındığında, (6b) denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir. Burada S geminin ıslak yüzey alanını göstermektedir.

$$R = C_1(C_B, L/B, B/T, \dots) \rho ((C_2 S)/2) v^2 (1/Re)^d (1/Fr^2)^e \quad (7a)$$

$$R / ((\rho/2) S v^2) = C_1(C_B, L/B, B/T, \dots) C_2 (1/Re)^d (1/Fr^2)^e \quad (7b)$$

$$R / ((\rho/2) S v^2) = C_T(Re, Fr, C_B, L/B, B/T, \dots) \quad (7c)$$

Burada,

$Fr = V/\sqrt{gL}$ Froude sayısını ve $Re = V L/\nu$ Reynold sayısını, göstermektedir.

(7c) bağıntısından, toplam direnç katsayısının Reynolds ve Froude sayılarına ve geminin boyutsuz geometrik büyüklüklerine bağlı olduğu sonucu çıkmaktadır. W. Froude, gemi direncini sürtünme direnci ve artık direnç olmak üzere iki bileşene ayırmıştır[3]. Buradaki artık direnç katsayısı Froude sayısına, sürtünme direnç katsayısı ise Reynolds sayısına bağlıdır.

1.3.3. Model Direnç Deneyleri ve Değerlendirme Yöntemleri

Sakin su yüzeyinde hareket eden bir geminin belirli bir hız aralığındaki direnç değerlerinin belirlenmesi için en güvenilir yol model direnç deneyleridir. Bir geminin direnç değerlerinin model direnç deneyleri ile belirlenmesinde, aşağıdaki yol izlenir.

- Ölçek etkisini ve model-tank etkileşimini minimum düzeyde tutacak bir ölçek değeri (veya α geometrik benzerlik oranı) seçilir.

- Geminin geometrik benzer modeli ahşap, parafin, plastik v.b. malzemeden yapılır.
- Model ile gemi arasında türbülanslı akım benzerliğini sağlamak için, modelin belirli yerlerine türbülans yapıcılar yerleştirilir. Türbülans yapıcı olarak, kumlu bant ya da şerit zımpara, tel veya pin gibi elemanlar kullanılabilir.
- Model deneye hazırlandıktan sonra, bir model havuzunda çeşitli hızlarda çekilerek direnç deneyleri yapılır. Deneylerdeki ölçümler sonunda modelin belirli hızlardaki direnç değerleri ölçülür.
- Elde edilen bu model direnç değerleri, Froude yöntemi veya Hughes yöntemi ile analiz edilerek tam ölçekli geminin direnç değerleri hesaplanır.
- Geminin direnç karakteristiği belirlendikten sonra etkin güç veya etkin beygir güç karakteristiği belirlenir.[10]

Bu bölümde örnek olarak model direnç deneyleri İTÜ Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarında yapılmış olan 148X B serisinin deney sonuçları[4] Froude yöntemi ile analiz edilmiş ve güç karakteristikleri belirlenmiştir.

1.3.3.1. Froude Yöntemine Göre Gemi Direncinin Hesabı

Bu yöntemde gemi toplam direncinin, sürtünme direnci ve artık direnç bileşenlerinden oluştuğu varsayılmaktadır. Yöntem eşit Froude sayılarında model ile geminin artık direnç katsayılarının eşit olacağı varsayımına dayanır. [5]

Burada modelin veya geminin sürtünme direnç katsayısı; boyu modelin veya geminin su hattı boyuna ve ıslak alanı modelin veya geminin ıslak yüzey alanına eşit olan düz bir levhanın sürtünme direnç katsayısına eşit alınmaktadır. Model veya geminin sürtünme direnç katsayısı, ITTC-57 bağıntısından yararlanarak hesaplanmaktadır.

Aşağıdaki yol izlenerek model direnç deneyi sonunda elde edilen model hız ve direnç değerlerinden gemiye ilişkin hız ve direnç değerleri hesaplanabilir.

1) Froude hipotezine göre; eşit Froude sayılarında yani karşıt hızlarda modelin ve geminin oluşturdukları dalgalar benzer olur ve artık direnç katsayıları da eşit olur. Bu

nedenle modelin Froude sayısı hesaplanır. Geminin Froude sayısı, modelin Froude sayısına eşit olarak alınır.

$$Fr_g = Fr_m \quad (8)$$

2) Modelin Reynolds sayısı hesaplanır.

$$Re_m = (v_m L_m) / \nu_m \quad (9)$$

3) ITTC-57 bağıntısından model sürtünme direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{Fm} = 0,075 / (\log(Re_m) - 2)^2 \quad (10)$$

4) Modelin toplam direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{Tm} = R_{Tm} / (0,5 \rho_m S_m v_m^2) \quad (11)$$

5) Modelin artık direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{Rm} = C_{Tm} - C_{Fm} \quad (12)$$

6) Modelin ve geminin Froude sayıları eşitlenerek geminin karşıt hızı bulunur.

$$[Fr]_m = [Fr]_g \quad (13)$$

$$\frac{V_m}{\sqrt{gL_m}} = \frac{V_g}{\sqrt{gL_g}} \quad (14)$$

$$V_g = \alpha^{(1/2)} V_m \quad (15)$$

7) Geminin Reynolds sayısı hesaplanır.

$$Re_g = (V_g L_s) / \nu_g \quad (16)$$

8) ITTC-57 bağıntısından geminin sürtünme direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{Fg} = 0,075 / (\log(Re_g) - 2)^2 \quad (17)$$

9) Gemi sürtünme direnç katsayısı, %15 arttırılarak ve artık direnç katsayısı ile toplanarak geminin toplam direnç katsayısı elde edilir.

$$C_{Ts} = 1,15 C_{Fs} + C_{Rs} \quad (18)$$

10) Gemi toplam direnci hesaplanır.

$$R_{Tg} = 0,5 C_{Tg} \rho_g S_g V_g^2 \quad (19)$$

Daha sonra farklı model hızları için aynı yol izlenerek geminin direnç karakteristiği ve P_E etkin güç veya EHP etkin beygir gücü değerleri elde edilir. Fakat burada belirlenen güç değerleri ideal koşullarda bulunan güç değerleridir. Yani elde edilen sonuçlar gemi yüzeyinin pürüzsüz ve temiz olduğu, deniz ortamının dalgasız ve akıntısız olduğu, havanın da rüzgârsız olduğu ve hava direncinin ihmal edildiği durumlar için geçerlidir.

1.3.3.2. Hughes Yöntemine Göre Gemi Direncinin Hesabı

Bu yöntemde ise, toplam direncin; viskoz direnç ve dalga direnci olmak üzere iki bileşenden oluştuğu varsayılır. Viskoz direnç kendi içinde sürtünme direnci ve form direnci olmak üzere iki bileşene ayrılır. Yöntem aynı Froude sayılarında model ile geminin dalga direnci katsayılarının, bir birine eşit olduğu ilkesine dayanır [9].

Burada model veya geminin sürtünme direnci, boyu model veya geminin su hattı boyuna eşit ve alanı model veya geminin ıslak yüzey alanına eşit olan düz bir levhanın sürtünme direnç katsayısı eşit alınmaktadır. Böylece model veya geminin sürtünme direnci katsayısı, ITTC-57 bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

Modelin viskoz direnci ise k form faktöründen yararlanarak

$$R_{Vm} = (1 + k) R_{Fm} \quad (20)$$

bağıntısından hesaplanmaktadır. Buradaki k , form faktörünü göstermektedir. k değeri, değiştirilmiş Hughes yöntemi[9] ve Prohaska yöntemi[9] gibi deneysel yöntemlerle belirlenebilir veya benzer gemilerden yararlanarak seçilebilir.

Hughes yönteminin uygulanması ile, bir geminin karşıt hızlardaki direnç değerleri model direnç deneyi sonucunda elde edilen hız ve direnç değerlerinden yararlanılarak aşağıda kısaca sıralanan işlemler uygulanarak hesaplanabilir.

1) Modelin Froude sayısı hesaplanır ve Froude hipotezine göre geminin Froude sayısı modelin Froude sayısına eşit alınır.

$$Fr_g = Fr_m \quad (21)$$

2) Modelin Reynolds sayısı hesaplanır.

$$Re_m = (V_m L_m) / \nu_m \quad (22)$$

3) ITTC-57 bağıntısından yararlanılarak modelin sürtünme direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{Fm} = 0,075 / (\log(Re_m) - 2)^2 \quad (23)$$

4) Modelin form faktörü belirlenir. Geminin form faktörünün, modelin form faktörüne eşit olduğu yani ölçek etkisinin bulunmadığı varsayılır.

$$k_m = k_s = k \quad (24)$$

5) Modelin viskoz direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{Vm} = (1 + k) C_{Fm} \quad (25)$$

6) Model toplam direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{Tm} = R_{Tm} / (0,5 \rho_m S_m v_m^2) \quad (26)$$

7) Modelin dalga direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{Wm} = C_{Tm} - C_{Vm} \quad (27)$$

8) Froude sayılarının eşitliğinden yararlanılarak, geminin karşıt hızı elde edilir.

$$V_g = \alpha^{(1/2)} v_m \quad (28)$$

9) Geminin karşıt hızdaki Reynolds sayısı hesaplanır.

$$Re_g = (V_g L_g) / \nu_g \quad (29)$$

10) ITTC-57 bağıntısı ile geminin karşıt hızdaki sürtünme direnç katsayısı hesaplanır.

$$C_{Fg} = 0,075 / (\log(Re_g) - 2)^2 \quad (30)$$

11) Geminin viskoz direnç katsayısı elde edilir.

$$C_{Vg} = (1 + k) C_{Fg} \quad (31)$$

12) Geminin karşıt hızdaki dalga direnç katsayısının, modelin dalga direnç katsayısına eşit olduğu varsayılır.

$$(R_{Wm} / \Delta_m) = (R_{Wg} / \Delta_g) \quad (32)$$

$$C_{Wg} = C_{Wm} \quad (33)$$

13) Gemi toplam direnç katsayısı elde edilir.

$$C_{Tg} = C_{Vg} + C_{Wg} \quad (34)$$

14) Gemi toplam direnci hesaplanır.

$$R_{Tg} = 0,5 C_{Tg} \rho_g S_g v_g^2 \quad (35)$$

Daha sonra farklı model hızları için aynı yol izlenerek geminin direnç karakteristiği ve P_E etkin gücü veya EHP etkin beygir gücü değerleri elde edilir. Fakat burada belirlenen güç değerleri ideal koşullar için geçerli olan güç değerleridir. Yani bu sonuçlar gemi yüzeyinin pürüzsüz ve temiz olduğu, deniz ortamının dalgasız ve akıntısız olduğu, havanın da rüzgârsız olduğu ve hava direncinin ihmal edildiği durumlar için geçerlidir.

1.3.4. İstatistiksel Direnç Tahmin Yöntemleri

Bir geminin direnç değerlerinin belirlenmesinde en güvenilir yol model direnç deneylerinin yapılmasıdır. Bir geminin model deneylerinin yapılması, gemi formunun optimum şekilde geliştirilmesine, görülecek hidrodinamik kusurların giderilmesine ve dolayısıyla uzun vadede bu formun yakıt tüketimi açısından en uygun şekle dönüştürülmesine olanak verir. Fakat model direnç deneylerinin yapılması için izlenen yol; zahmetli, uzun zaman alıcı ve belirli bir maliyeti olan bir çalışmadır. Ayrıca model deney havuzu bulunmayan ve model deney havuzlarına uzak olan bölgelerde; özellikle geminin üretim maliyetinin fazla olmadığı durumlarda, model deneyi ekstra masraf olarak görülmektedir. Bu nedenlerle direnç tahmin yöntemleri için bir arayışa girilmiş ve istatistiksel analizlere dayanan direnç tahmin yöntemleri geliştirilmiştir.

Direnç tahmin yöntemleri çoğunlukla farklı gemi, model ve model serilerine ilişkin deney sonuçlarının C_p , B/T , L/B gibi önemli parametrelere bağlı grafikler şeklinde düzenlenerek verilmesine dayanmaktadır. Fakat bu yöntemlerin; çok fazla veri içerdiğinden el ile uygulamaları güçtür ve ancak özellikle bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile geliştirilmişler ve yaygınlaştırılmışlardır. Bilgisayar kullanımı, birçok gemiye ait direnç verilerinin önemli parametrelere bağlı istatistiksel analizinin yapılabilmesinde büyük kolaylıklar sağlamıştır. Bilgisayar kullanılarak direnç verilerinin analizi ilk defa Doust [11] tarafından yapılmıştır. Doust; direnç değerlerini ve sevk verilerini geminin genel parametrelerine bağlı polinomlarla tanımlamış ve bu polinomların katsayılarını en küçük kareler yöntemi ile hesaplamıştır. Daha sonraları bu yönteme dayalı birçok yöntem geliştirilmiştir.

Sunulan çalışmada; bu yöntemlerden Doust [12, 13, 14], Cedric-Ridgely-Nevitt [12, 15, 16], Van Oortmersen [11], Schneekluth [17, 18] ve Holtrop Mennen [19, 20, 21]

yöntemleri detaylı olarak incelenmiş, K. Kafalı yönetiminde; K. Kafalı, A. Şalcı ve Ö. Şaylan'dan oluşan araştırma gurubunun, TÜBİTAK desteği altında, yapmış olduğu "Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Geliştirilmesi" isimli araştırma projesi sonunda oluşturulmuş 148 1,2,...,5B gemilerine [4] ve İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı Araştırma Enstitüsünde Ata Nutku tarafından model direnç deneyleri yapılmış MG₁ (Atılay, İstanbul), MG₃ (Sürmene) ile DG₃ (I.H.Chapelle) gemilerine [22] uygulanmış, deney sonuçları ile karşılaştırılıp Karadeniz'de yapılan balıkçı gemilerine uygulanabilecek uygun direnç tahmin yöntemlerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

1.3.4.1. D. J. Doust Yöntemine Göre Direnç Hesabı

D. J. Doust yönteminde gemi formuna ilişkin dokuz ana parametrenin tekne direncini nasıl etki etkiledikleri incelenmiştir [12, 13, 14]. Sözü geçen parametreler:

- L/B : Gemi boyu genişlik oranı,
- B/T : Genişlik su çekimi oranı,
- C_M : Orta kesit alan katsayısı,
- C_P : Prizmatik katsayı,
- LCB: Boyuna hacim merkezinin konumu,
- i_e : Yüklü su hattının yarı giriş açısı,
- Çalışma yarı açısı,
- Batok meyli,
- Trim

dir.

Bu yöntem, Teddington, İngiltere'de deneyleri yapılmış olan 130 adet trol gemisinin, direnç deneyi sonuçlarına dayanan bir direnç hesaplama yöntemidir.

Söz konusu çalışmada yapılan deneyler sonunda elde edilen test sonuçları, kaimeler arası boyu standart 61 m (200ft) olan bir trol gemisine uygun olacak şekilde dönüştürülmüş ve sonuçlar Telfer'in

$$C_{TL} = (RL)/(\Delta V^2) \quad (36)$$

direnç sabiti ile gösterilmiştir. Burada:

R : Direnç (lbs)

L : Kaimeler arası boy (feet)

Δ : Deplasman (ton)

V : Gemi hızı (knot)'tır.

Bu yöntemde C_{TL} değeri yukarıda belirtilen dokuz parametre ile ilişkili; altı parametreye bağlı olarak gösterilmektedir.

En genel durumda bu terim aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$C_{TL} = F_1 + F_2 + F_3 + F_6 \quad (37)$$

Burada:

$$F_1 = f_1(C_p, B/T) + k \quad (38)$$

k: bir sabit

$$F_2 = f_2(C_p, LCB) \quad (39)$$

$$F_3 = f_3(C_p, i_e, L/B) \quad (40)$$

$$F_6 = f_4(C_M) \quad (41)$$

dır. Yukarıda verilen son terim lineer bir fonksiyondur ve aşağıdaki gibi gösterilebilir,

$$F_6 = 100a(C_M - 0,875) \quad (42)$$

a değerleri Tablo1'de verilmiştir.

Tablo 1. Hız oranına göre a değerleri

V/\sqrt{L}	0,8	0,9	1,0	1,1
a	-0,045	-0,053	-0,031	-0,035

Diğer F_1 , F_2 ve F_3 fonksiyonları ise Şekil 12, Şekil 13, Şekil 14, Şekil 15 ve Şekil 16'da grafik formunda gösterilmiştir. Bu grafikler, grafikleri oluşturan farklı parametrelerin aşağıda belirtilen aralıkları için geçerlidir.

L/B : 4,40 - 5,80

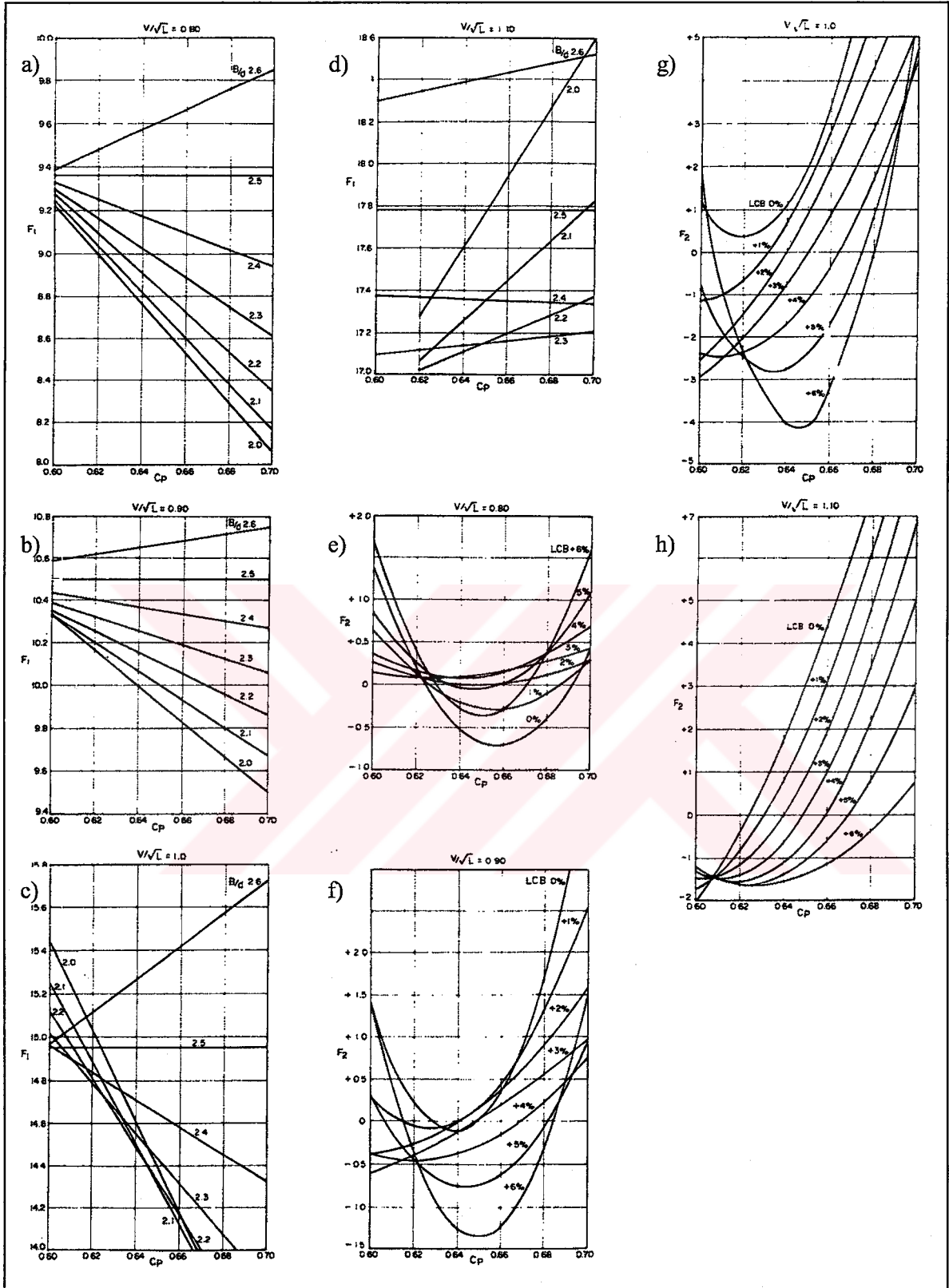
B/T : 2,00 - 2,60

C_M : 0,80 - 0,94

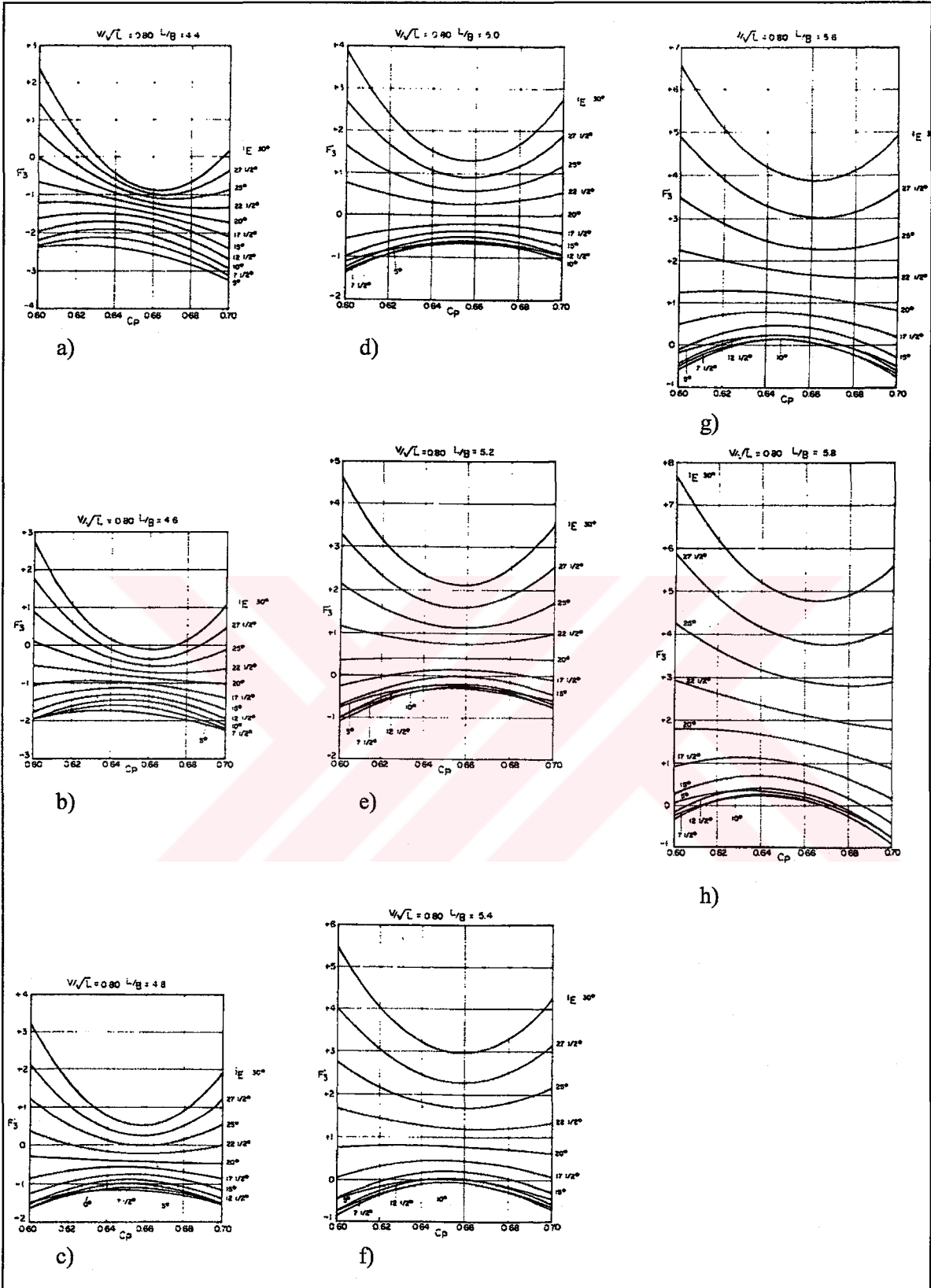
C_P : 0,60 - 0,70

LCB : 0 - %6 L (orta kesitten gemi kıçına doğru)

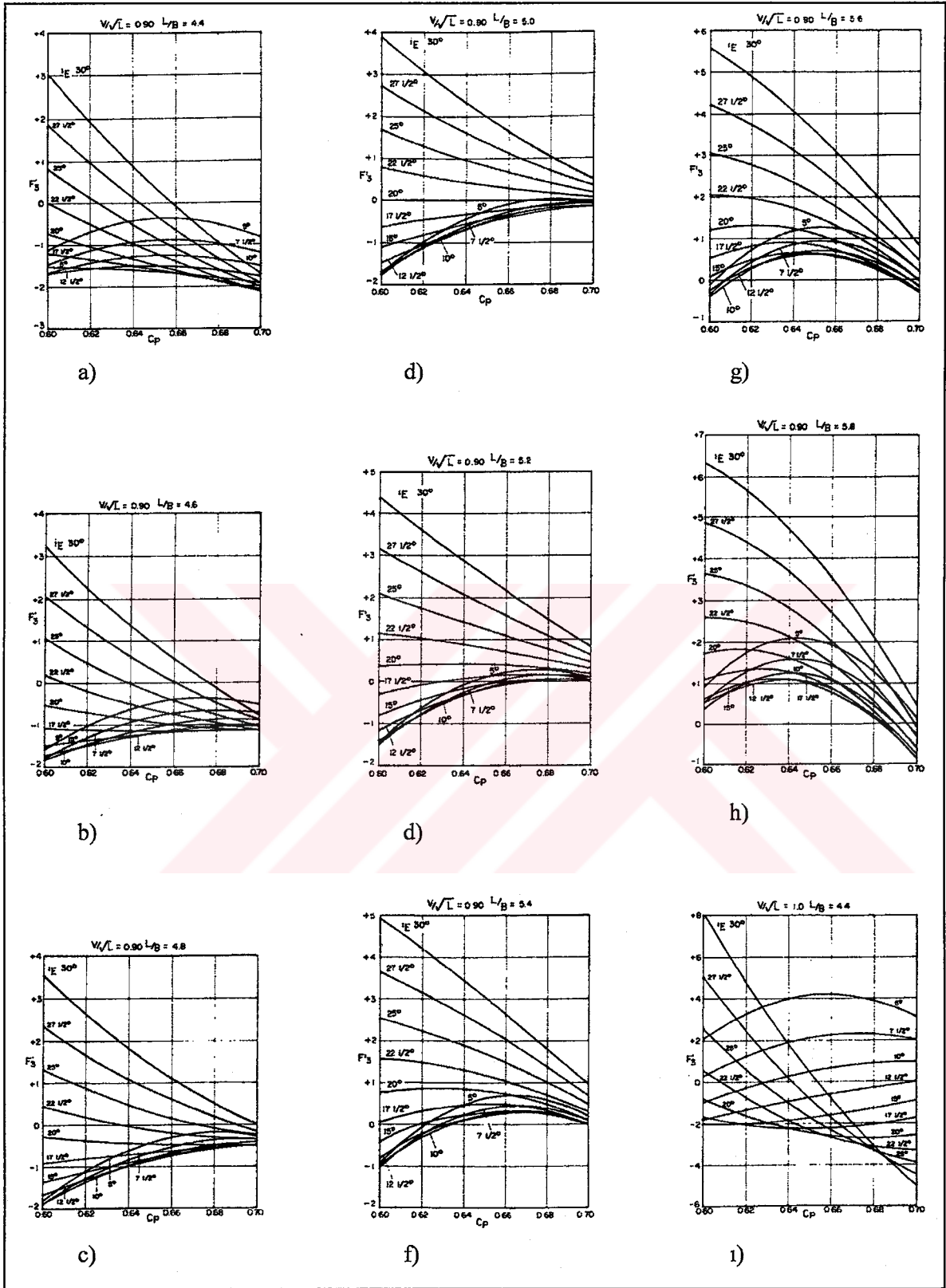
i_e : 5° - 30°



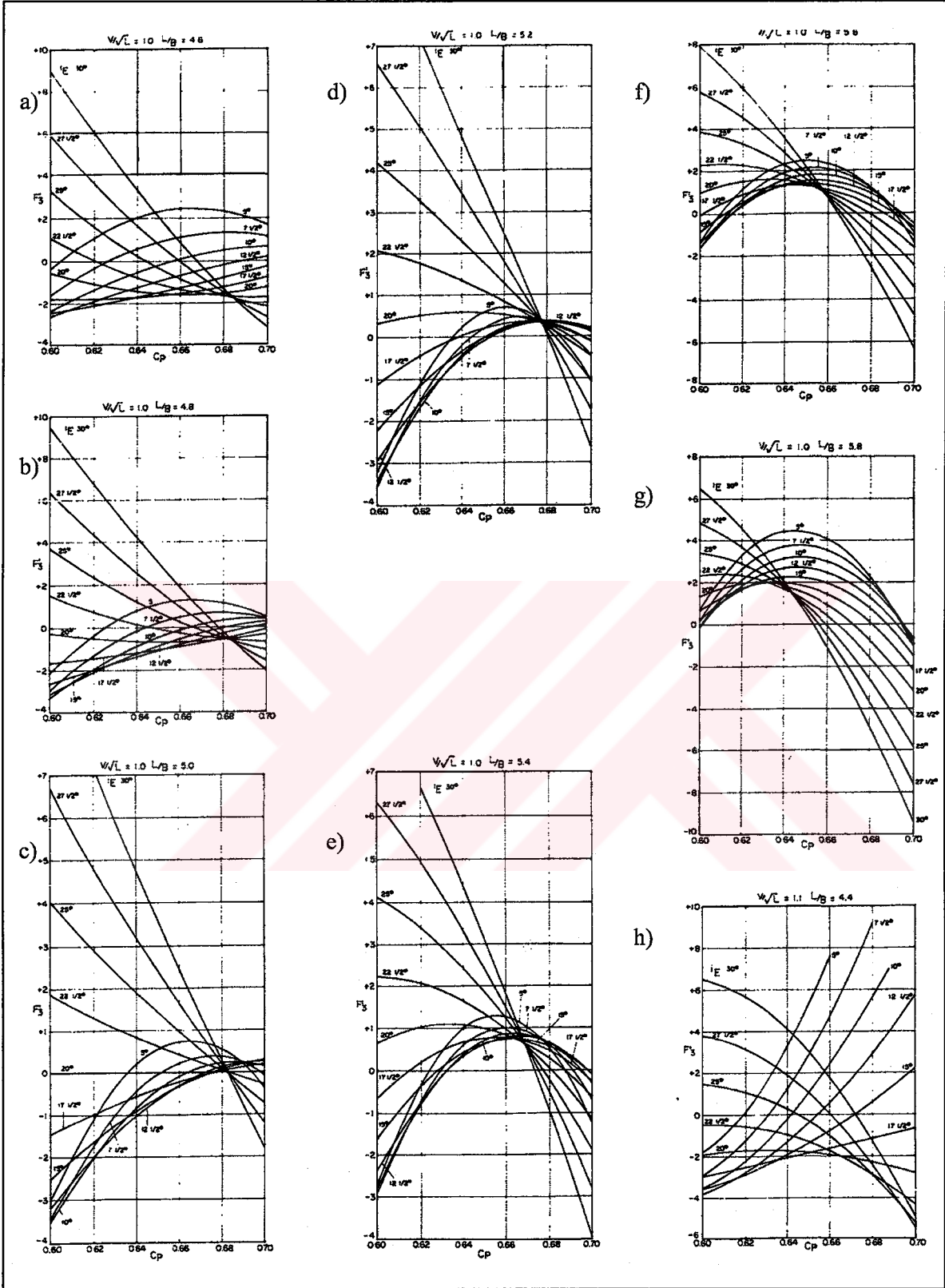
Şekil 12. a, b, c ve d) Farklı Froude sayılarında; genişlik-su çekimi oranına ve prizmatik katsayıya bağlı F_1 değerleri [12]
 e, f, g ve h) hacim merkezinin boyuna konumu ile prizmatik katsayıya bağlı F_2 değerleri [12]



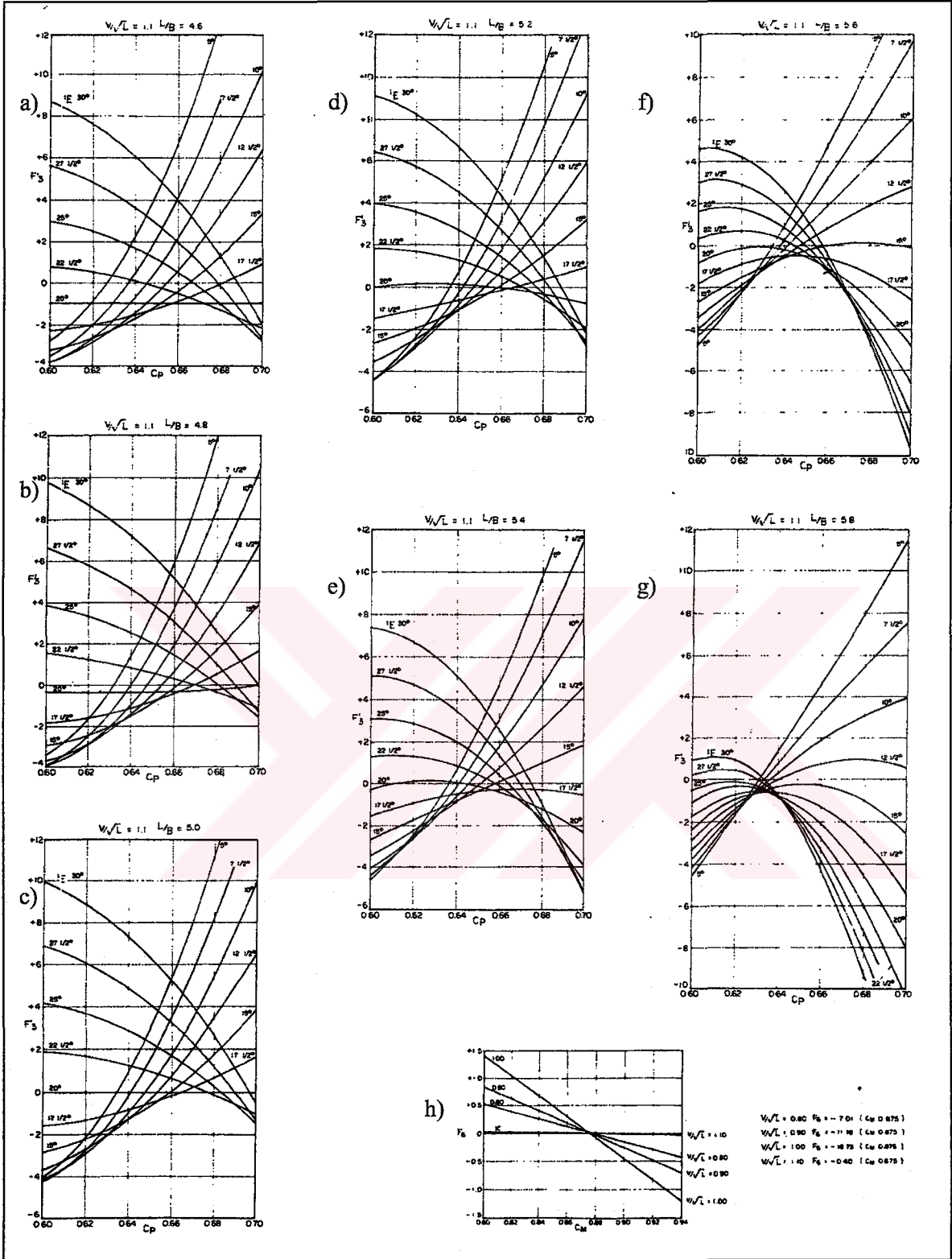
Şekil 13. a, b, c, d, e, f, g ve h) Farklı Froude sayılarında ve boy genişlik oranlarında; giriş açısına ve prizmatik katsayıya bağlı F_3 değerleri [12]



Şekil 14. a, b, c, d, e, f, g, h ve i) Farklı Froude sayılarında ve boy genişlik oranlarında; giriş açısına ve prizmatik katsayıya bağlı F_3 değerleri [12]



Şekil 15. a, b, c, d, e, f, g ve h) Farklı Froude sayılarında ve boy genişlik oranlarında; giriş açısına ve prizmatik katsayıya bağlı F_3 değerleri [12]



Şekil 16. a, b, c, d, e, f ve g) Farklı Froude sayılarında ve boy genişlik oranlarında; giriş açısına ve prizmatik katsayıya bağlı F_3 değerleri [12]
 h) orta kesit katsayısına ve hız oranına bağlı F_6 değerleri [12]

Bu direnç tahmin yönteminde yapılan hesaplamalar daha öncede belirtildiği gibi kaimeler arası boyu standart 61m (200ft) olan bir gemi için geçerlidir. Doğru sonucun bulunması için; standart boy için bulunan sonucun; hesap yapmak istediğimiz geminin boyuna göre düzeltilmesi gerekir.

1.3.4.2. Cedric Ridgely-Nevitt Yöntemine Göre Direnç Hesabı

Bu yöntemde; boylarına oranla büyük hacmi olan trol teknelerinin, test sonuçları kullanılmıştır [12, 15, 16]. Bu yöntem;

C_p : 0,55 – 0,70

Deplasman-boy oranı : 0,7 – 1,5

aralıklarında doğru sonuç vermektedir.

Bilindiği gibi deplasman-boy oranı;

$$\left(\Delta / (0,01 L)^3 \right) \quad (43)$$

dir. Burada:

Δ : tuzlu suda deplasman (ton),

L : (200 – 500) ft = (60–150)m kaimeler arası boydur.

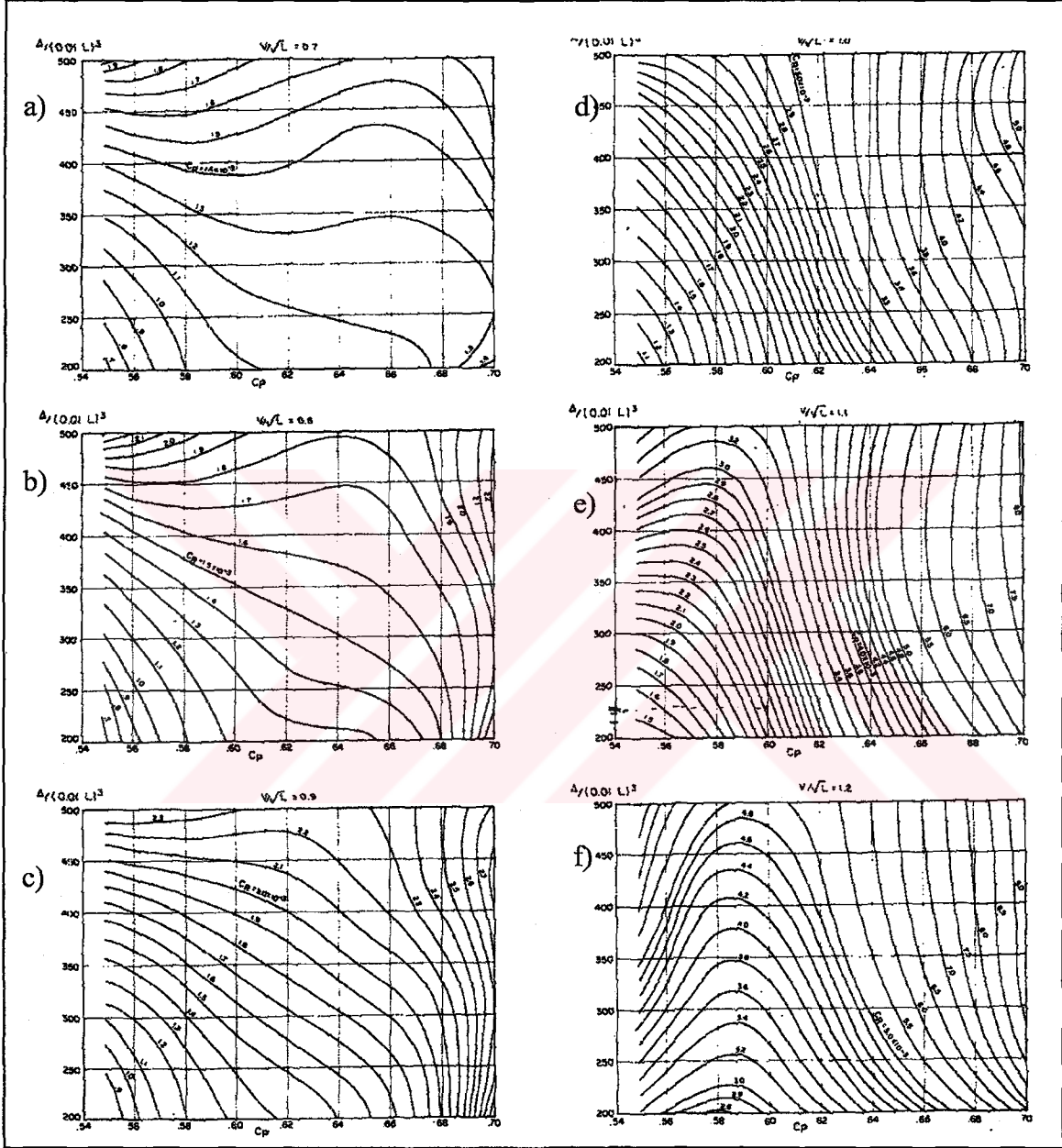
Yöntemde verilen eğrilerde, C_R artık direnç katsayısı prizmatik katsayısının ve deplasman-boy oranının fonksiyonu olarak farklı hız-boy oranlarında Şekil 17 ve Şekil 18'deki gibi (V/\sqrt{L}) , V : knot, L : feet) gösterilmektedir. Düzeltme değerleri de Şekil 19'da verilmiştir. Toplam direncin belirlenmesi için sürtünme direncinin uygun ampirik bağıntılardan hesaplanması gerekir.

Bilindiği gibi Artık direnç katsayısı

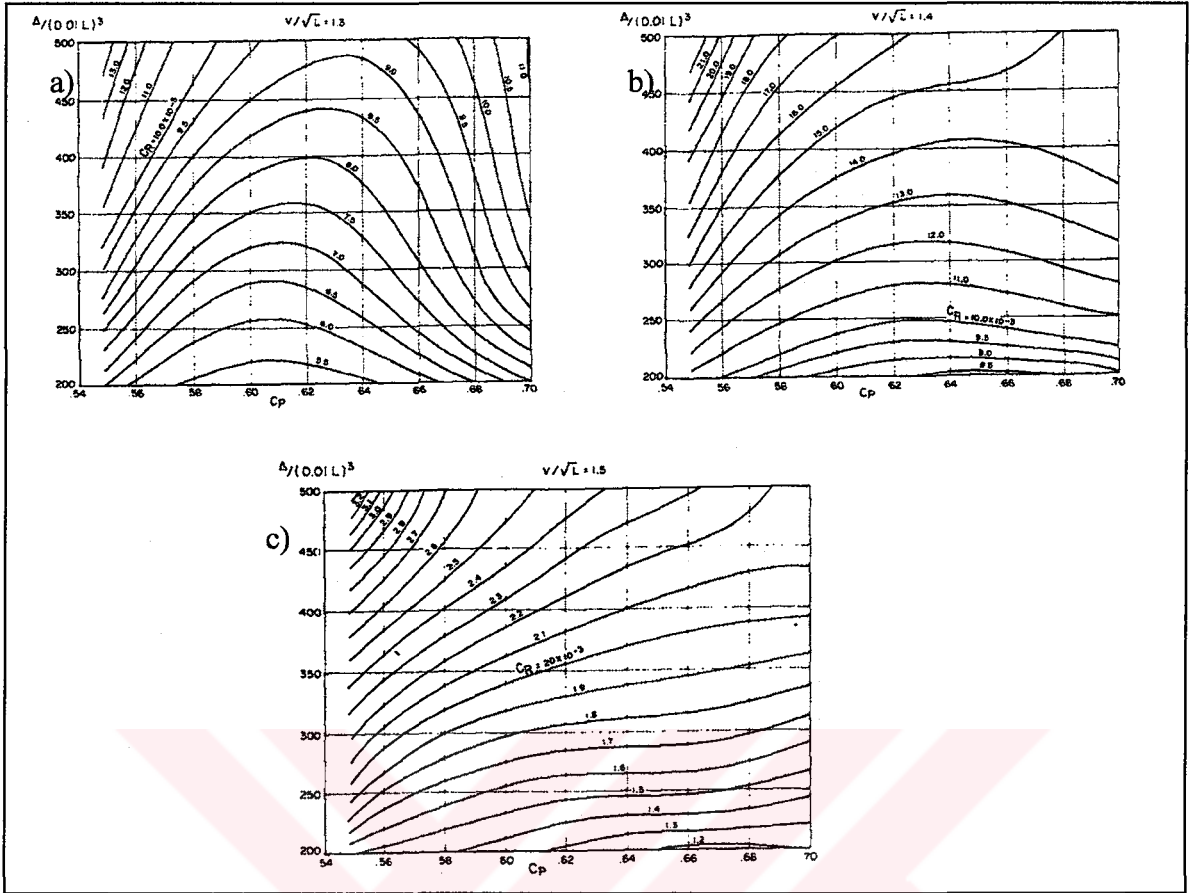
$$C_R = R_R / (1/2 \rho S V^2) \quad (44)$$

dir.

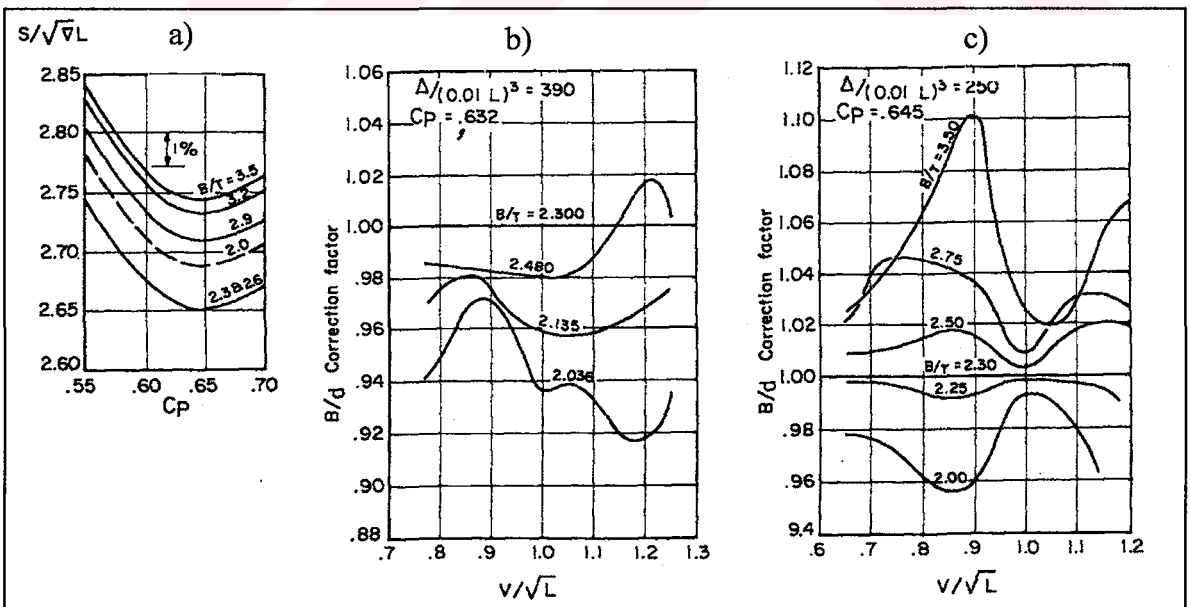
Bu yöntemde Doust Yönteminde kullanılan model serilerine benzer model serileri kullanılmıştır. Aynı tekneler için iki yöntemden elde edilen sonuçlar arasındaki fark %5-10 düzeylerinde olmaktadır.



Şekil 17. a, b, c, d, e ve f) Farklı hız boy oranlarında deplasman-boy oranına ve prizmatik katsayıya bağlı C_R katsayıları [12]



Şekil 18. a, b ve c) Farklı hız boy oranlarında deplasman boy oranına ve prizmatik katsayıya bağlı C_R katsayıları



Şekil 19. a, b ve c) Düzeltme eğrileri [12]

1.3.4.3. Herbert Schneekluth'un Artık Direnç Yöntemiyle Direnç Hesabı

H. Schneekluth'un artık direnç yönteminde; Taylor ve Grudlhammer-Harvald'a dayalı bir bağıntı kullanılmaktadır[17, 18].

Söz konusu bağıntı aşağıdaki aralıklarda geçerlidir.

$$Fr = 0.17 - 0.30$$

$$10^3 C_V = 2 - 11$$

$$C_p = 0.5 - 0.8$$

$$C_B < C_{B,Ayre} + 0.06$$

$$C_{B,Ayre} = 1.08 - 1.68 Fr$$

$$L/B = 5 - 10$$

$$B/T = 2 - 4.5$$

Bu yöntemde; toplam direnç artık direnç ve sürtünme direnci şeklinde iki bileşene ayrılmaktadır. Sürtünme direnci katsayısı

$$C_F = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2} \quad Re = V L / \nu \quad (45)$$

ITTC-57 bağıntısından hesaplanmaktadır.

Artık direnç katsayısı ise aşağıdaki bağıntıdan belirlenmektedir.

$$10^3 C_R = (10 Fr - 0.8)^4 (10 C_p - 3.3)^2 (10^3 C_V + 4) 0.0012 + 10^3 C_{V0.05} + 0.2 + (B/T - 2.5) 0.17 \quad (46)$$

Ayrıca direncin korelasyon katsayısı aşağıda verilmiş olan ampirik bağıntıdan bulunmaktadır.

$$C_A = 0.006 (L + 100)^{-0.1} - 0.00205 \quad (47)$$

Böylece toplam direnç katsayısı artık direnç katsayısı ve sürtünme direnci katsayısı ve direncin korelasyon katsayısının toplamına eşit alınmaktadır. Bu durumda geminin toplam direnci aşağıdaki gibi olur.

$$R_T = (C_F + C_V + C_A) 0.5 \rho V^2 S \quad (48)$$

Sunulan çalışmada ıslak yüzey alanı Holtrop-Mennen yöntemine [19] göre hesaplanmıştır.

1.3.4.4. Van Oortmerssen Yöntemine Göre Direnç Hesabı

Van-Oortmerssen yöntemi; deney sonuçları elde edilmiş trol ve çekici gibi küçük teknelere uygulanmış olan bir istatistiksel modeldir[11]. Yöntemin ön dizayn aşamasında yeterli doğrulukta sonuçlar verdiği belirtilmektedir[11]. Ayrıca bu yöntem bilgisayar programlaması için de uygundur.

Söz konusu yöntemde toplam direnç; Froude ilkesine göre dalga direnci ve viskoz direnç şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Böylece

$$R_{Tm} (Fr_m, Re_m, p_1, \dots, p_n) = R_{Wm} (Fr_m, p_1, \dots, p_n) + R_{Vm} (Re_m, p_1, \dots, p_n) \quad (49)$$

$$R_{Tg} (Fr_g, Re_g, p_1, \dots, p_n) = R_{Wg} (Fr_m, p_1, \dots, p_n) + R_{Vg} (Re_g, p_1, \dots, p_n) \quad (50)$$

yazılabilir.

Burada R_{Tm} toplam direnci, R_{Wm} dalga direncini ve R_{Vm} viskoz direnci göstermektedir. m büyüklüğün modele ilişkin olduğunu, s ise tam ölçekli gemiye ilişkin olduğunu göstermektedir. Fr Froude sayısı, Re Reynolds sayısı ve p_1, \dots, p_n genel form parametreleridir.

Froude benzerlik yasasına göre:

$$Fr_m = Fr_s \text{ için } R_{Ws} / \Delta_s = R_{Wm} / \Delta_m \quad (51)$$

olur.

Viskoz direncin hesabında öncelikle düz levhalar üzerinde yapılmış olan direnç deneylerden yararlanır. Fakat gemi yüzeyinin düz bir levha şeklinde olmaması; karmaşık 3 boyutlu bir yapısının olması sürtünme direncinin yanında bir de basınç direncinin ortaya çıkmasına neden olur.

Bu nedenle gemilerin viskoz direnci genellikle

$$R_V(Re, p_1, \dots, p_n) = [1 + k(p_1, \dots, p_n)] R_F(Re) \quad (52)$$

şeklinde gösterilir. Sürtünme direnci ITTC 1957 bağıntısından yararlanarak

$$R_F = \frac{0.075}{(0.43429 \ln(Rn) - 2)^2} \frac{1}{2} \rho S V^2 \quad (53)$$

şeklinde hesaplanır. Burada V hız, S ıslak yüzey alanıdır. 52 bağıntısındaki k ifadesi geminin genel form parametrelerine bağlı olan üç boyutlu form faktörüdür. Nordstörn, Edstrand ve Lindgren [11] çeşitli gemilerin k form faktörünü belirlemek için model test programı üzerinde çalışmışlar ve korelasyon parametresi olarak $L/\nabla^{1/3}$ ifadesini kullanmışlardır. Burada L gemi boyu, ∇ deplasman hacmidir.

Granville [11] C_B/L daha iyi bir korelasyon parametresi olduğunu belirterek aşağıdaki ampirik bağıntıyı önermiştir.

$$k = 18.7 \left(\frac{C_B}{L/B} \right)^2 \quad (54)$$

Bu bağıntı görece çok daha iyi sonuçlar vermiştir. Fakat Granville burada su çekiminin (draftın) etkisini göz ardı etmiştir. Bu nedenle daha doğru bir sonuç için geminin

tüm formunu kapsayan $\frac{C_B}{L/\sqrt{B^2 + T^2}}$ parametresi gibi bir parametre kullanılmalıdır.

Bunun yanında form Faktörü aşağıdaki özellikleri de hesaba katmalıdır.

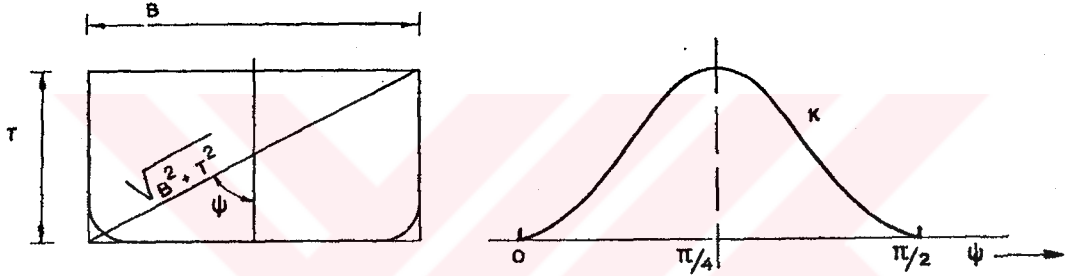
- B ve T'nin yerlerinin değiştirilmesi form faktörü değerini değiştirmemelidir.
- $\lim_{B \rightarrow 0} k = \lim_{T \rightarrow 0} k = 0$ olmalıdır.

- Form Faktörü maksimum değerine $B=T$ olduğunda ulaşmalıdır.

Bu gereksinimlerle form faktörü için aşağıdaki gibi bir bağıntı verilmiştir[17].

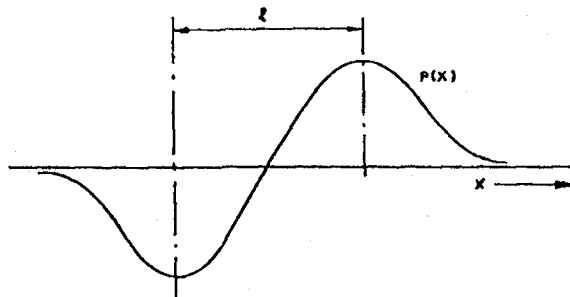
$$k=C \left\{ \frac{C_B}{L/\sqrt{B^2+T^2}} \right\}^2 \sin^2 2\psi = C \frac{C_B^2}{(L/B)^2 \{(B/T)^2 + 1\}} \quad (55)$$

Bu bağıntıda C değeri deneylere dayalı sabit bir katsayıdır. $\psi = \arctan(B/T)$ açısı Şekil 20'de gösterilmiştir.



Şekil 20. ψ açısı

Havelock [11] dalga direncini; geminin baş tarafını hareket eden pozitif bir basınç noktası(basınç tekilliği) gemi kıçının da bu durumda negatif bir basınç noktası(basınç tekilliği) şeklinde alarak ve gemi formunu hareket eden iki boyutlu basınç tekilliği dağılımı şeklinde göstererek hesaplamıştır. İki boyutlu basınç tekilliği dağılımı Şekil 21'de gösterildiği gibi alınmaktadır.



Şekil 21. İki boyutlu basınç dağılışı

Havelock bazı basitleştirmeler sonunda dalga direnci için

$$R/\Delta = c_1 \exp(-mg/V^2) + c_2 \exp(-mg/V^2) \cos(g/V^2) \quad (56)$$

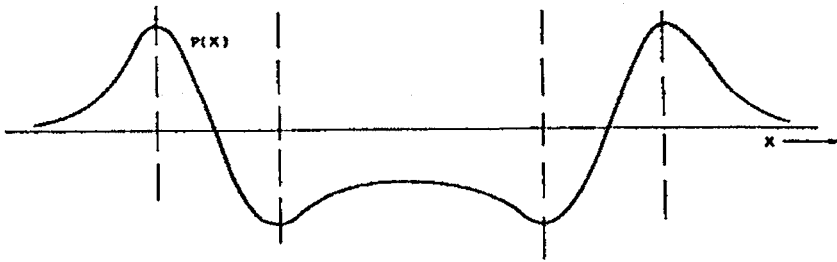
şeklinde transversal (enine) dalga sisteminin neden olduğu direncin ihmal dileyebileceği bir bağıntı elde etmiştir. Burada c_1, c_2 ve m tekne formuna bağlı olan sabitlerdir. Geminin oluşturduğu dalga sisteminin yanında ayrıca divergent (ıraksak) bir dalga sistemi de oluşur. Bu divergent dalga sisteminin değeri genelde çok fazla olmaz ancak düşük Froude sayılarında bu değer önem kazanır.

Bu etki bağıntıya ayrıca $c_3 \exp(-mg/9V^2)$ teriminin eklenmesiyle giderilebilir. Sonuç olarak dalga direnci bağıntısı aşağıdaki gibi olur.

$$R/\Delta = c_1 \exp(-mg/V^2) + c_2 \exp(-mg/V^2) \cos(g/V^2) + c_3 \exp(-mg/9V^2) \quad (57)$$

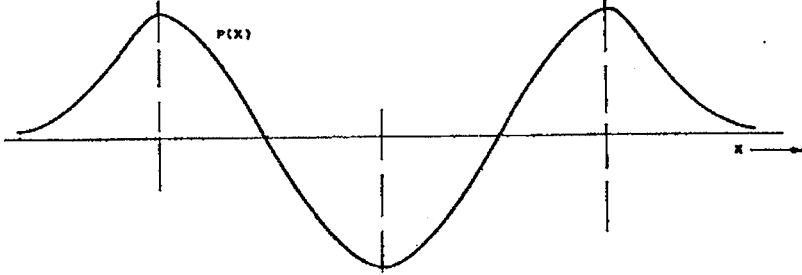
Havelock dalga direncinin bu formül ile belirlenebileceğini bazı sayısal örneklerle göstermiştir. Fakat pozitif, negatif değerli olan basınç noktaları ile gemi etrafındaki basınç dağılımının modellenmesi pek gerçekçi değildir.

Gemi etrafındaki akım çizgileri incelendiğinde Şekil 22'de gösterildiği gibi; gemi başında ve kıçında yüksek basınç bölgelerinin, gemi bordalarında ise alçak basınç bölgelerinin oluştuğu görülür. Bu durum Laute [11] ve Eggert [11] in yapmış olduğu deneylerle de belirlenmiştir.



Şekil 22. Gemi etrafındaki basınç dağılışı

Söz konusu çalışmada trol gibi küçük tekneler incelenmiştir. Bu tür teknelerin paralel gövdesi dolayısıyla alçak basınç bölgeleri yoktur. Böylece trol tekneleri için basınç dağılımı Şekil 23'deki gibi olur.



Şekil 23. Trol tekneleri için basınç dağılımı

İki boyutlu basınç dağılımına göre dalga direnci benzer şekilde aşağıdaki gibi olur.

$$R_W = (s_1^2 + s_2^2 + s_3^2) \exp(-m Fr^{-2}) - 2 s_1 s_2 \exp(-m Fr^{-2}) \cos\{(0.5 - l_{cb}/100)Fr^{-2}\} \\ - 2 s_1 s_3 \exp(-m Fr^{-2}) \cos\{(0.5 + l_{cb}/100)Fr^{-2}\} + 2 s_2 s_3 \exp(-m Fr^{-2}) \cos(Fr^{-2}) \quad (58)$$

ayrıca divergent dalgalar ile ilgili terim de eklendiğinde sonuç:

$$R_W / \Delta = c_1 \exp(-(m Fr^{-2})/9) + c_2 \exp(-m Fr^{-2}) + c_3 \exp(-m Fr^{-2}) \\ \cos\{(0.5 - l_{cb}/100)Fr^{-2}\} + c_4 \exp(-m Fr^{-2}) \cos\{(0.5 + l_{cb}/100)Fr^{-2}\} \\ + c_5 \exp(-m Fr^{-2}) \cos(Fr^{-2}) \quad (59)$$

olur.

m ve c_i boyutsuz sabitleri geminin geometrisine bağlı genel form parametreleridir. Bu boyutsuz katsayılar model direnç deneyi sonuçlarına regrasyon analizi uygulanarak belirlenir.

Sonuç olarak toplam gemi direnci korelasyon parametresi de göz önüne alınarak aşağıdaki gibi olur.

$$\begin{aligned}
R_T / \Delta = & c_1 \exp(-m Fr^{-2}) / 9 + c_2 \exp(-m Fr^{-2}) + c_3 \exp(-m Fr^{-2}) \\
& \cos\{(0.5 - l_{cb}/100)Fr^{-2}\} + c_4 \exp(-m Fr^{-2}) \\
& \cos\{(0.5 + l_{cb}/100)Fr^{-2}\} + c_5 \exp(-m Fr^{-2}) \cos(Fr^{-2}) \\
& + (1 + c_6) \frac{0.075}{(043429 \ln(Re) - 2)^2} \cdot (0.5 \rho V^2 S / \Delta)
\end{aligned} \tag{60}$$

$$c_6 = d_6 \frac{C_B^2}{(L/B)^2 \{(B/T)^2 + 1\}} \tag{61}$$

Bu yöntemde NSMB istatistiklerinden 93 model seçilmiştir. Bu modellerin farklı parametrelere göre histogram dağılımları Şekil 24 ve Şekil 25’de gösterilmiştir. Yöntemde deplasman uzunluğu $L_D = 0.5(L_{BP} + L_{WL})$ şeklinde kullanılmıştır. Burada L_{BP} kaimeler arası boy, L_{WL} su hattı boyudur.

Yapılan nümerik analizler eşitlik 60’daki üçüncü ve dördüncü terimlerin küçük gemiler için önemsiz olduğunu, bu değerlerin sırasıyla $\exp(-m Fr^{-2}) \sin(Fr^{-2})$ ve $\exp(-m Fr^{-2}) \cos(Fr^{-2})$ şeklinde kullanılmasının daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Böylece küçük gemiler için toplam direnç aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\begin{aligned}
R_T / \Delta = & c_1 \exp(-m Fr^{-2}) / 9 + c_2 \exp(-m Fr^{-2}) + c_3 \exp(-m Fr^{-2}) + c_4 \exp(-m Fr^{-2}) \\
& + c_5 \exp(-m Fr^{-2}) \cos(Fr^{-2}) + (1 + c_6) \frac{0.075}{(043429 \ln(Re) - 2)^2} \cdot (0.5 \rho V^2 S / \Delta)
\end{aligned} \tag{62}$$

c_i katsayıları ve m terimi aşağıdaki bağıntılardan hesaplanabilir.

$$\begin{aligned}
c_i = & d_{i,0} + d_{i,1} l_{cb} + d_{i,2} l_{cb}^2 + d_{i,3} C_P + d_{i,4} C_P^2 + d_{i,5} L_D/B + d_{i,6} (L_D/B)^2 \\
& + d_{i,7} C_{WL} + d_{i,8} C_{WL}^2 + d_{i,9} B/T + d_{i,10} (B/T)^2 + d_{i,11} C_M
\end{aligned} \tag{63}$$

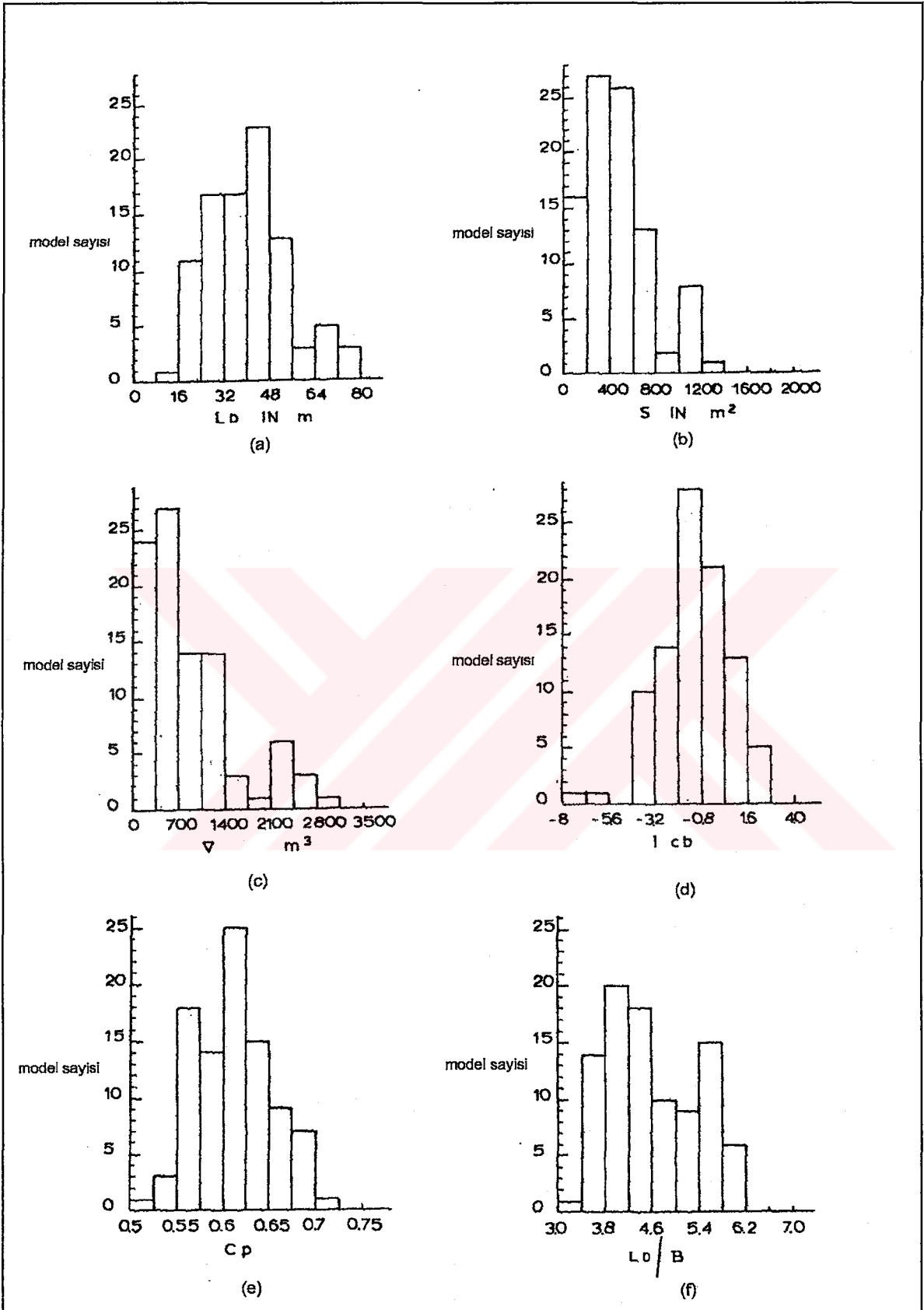
$$m = b_1 C_P^{-b_2} \tag{64}$$

Yukarıdaki bağıntılarda geçen katsayıların değerleri aşağıda Tablo 2’de verilmiştir.

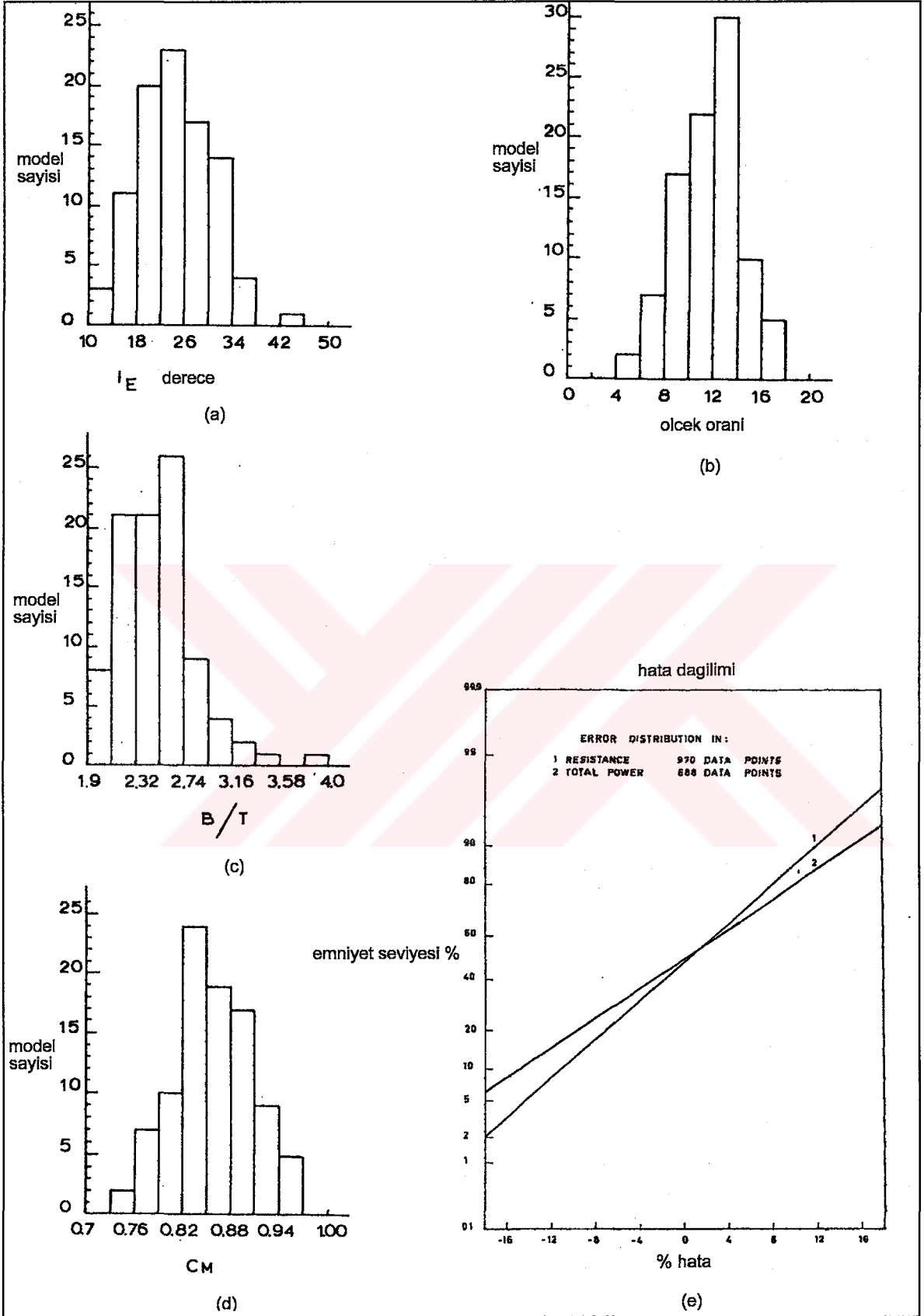
Tablo 2. c_i katsayılarının hesabı için kullanılan $d_{i,n}$ katsayıları

$m=0.14347 C_p^{-2.1976}$

$i =$	1	2	3	4
$d_{i, 0}$	+ 79.32134	+ 6714.88397	- 908.44371	+ 3012.14549
$d_{i, 1}$	- 0.09287	+ 19.83000	+ 2.52704	+ 2.71437
$d_{i, 2}$	- 0.00209	+ 2.66997	- 0.35794	+ 0.25521
$d_{i, 3}$	- 246.45896	- 19662.02400	+ 755.18660	- 9198.80840
$d_{i, 4}$	+ 187.13664	+ 14099.90400	- 48.93952	+ 6886.60416
$d_{i, 5}$	- 1.42893	+ 137.33613	- 9.86873	- 159.92694
$d_{i, 6}$	+ 0.11898	- 13.36938	- 0.77652	+ 16.23621
$d_{i, 7}$	+ 0.15727	- 4.49852	+ 3.79020	- 0.82014
$d_{i, 8}$	- 0.00064	+ 0.02100	- 0.01879	+ 0.00225
$d_{i, 9}$	- 2.52862	+ 216.44923	- 9.24399	+ 236.37970
$d_{i, 10}$	+ 0.50619	- 35.07602	+ 1.28571	- 44.17820
$d_{i, 11}$	+ 1.62851	- 128.72535	+ 250.64910	+ 207.25580



Şekil 24. Gemi ana boyutlarının histogram eğrileri a) L_D , b) S , c) ∇ , d) L_{cb} , e) C_P , f) L_D/B [11]



Şekil 25. Gemi ana boyutlarının histogram eğrileri ve hata dağılımı a) I_E , b) ölçek etkisi, c) B/T , d) C_M , e) hata dağılımı [11]

1.3.4.5. Holtrop Mennen Yöntemine Göre Direnç Hesabı

J. Holtrop ve G.G.J. Mennen, bir geminin ön dizayn aşamasında; sevk edilebilmesi için gerekli gücün tahmin edilebilmesine yönelik ilk çalışmalarını 1978 yılında yayınlamışlardır[19]. Bu yöntem, NSBM(Netherland Ships Model Basin) deney havuzunda deneyleri yapılmış olan farklı gemi modellerine ve burada kaydı bulunan tam ölçekli gemilere ilişkin deneysel verilerin regrasyon analizi ile oluşturulmuştur. Fakat ilk yayınlanan yöntem ana parametrelerin alışılmış değerlerin dışındaki değerler kullanıldığında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle orijinal yöntem; bazı özel durumlar için yapılmış olan test sonuçlarına göre uyarlanarak geliştirilmiştir. Bu geliştirme yöntemin daha geniş bir uygulama alanına sahip olmasını sağlamıştır. Bu bölümde Holtrop Mennen 1 ve Holtrop Mennen 2 yöntemi olmak üzere iki yöntem tanıtılacaktır. Orijinal yöntem; eksikliklerinin giderilmesi, yumru baş, ayna kış ve takıntıların direncinin değerlendirilmesi ve daha geniş bir uygulama alanının sağlanması amaçları ile geliştirilmiş ve bu bölümde Holtrop Mennen 1 olarak adlandırılmış olan yöntem oluşturulmuştur[20]. Daha sonra bu yöntemin uygulama alanının daha fazla gemi tipinin gereksinimlerini karşılayacak şekilde genişletilmesi amacıyla bu bölümde Holtrop Mennen 2 olarak adlandırılmış olan [21] yöntem oluşturulmuştur. Holtrop Mennen 2 yönteminin, Holtrop Mennen 1 yönteminden farkı dalga direnci bağıntısının yeniden düzenlenmiş olmasıdır. Bu durum düşük su çekimi olan ve genişliği büyük boyu küçük olan gemilerin kayıcı tekne olarak algılanmasına neden olabilmekte ve direnç değerlerinin yüksek hızlarda küçük olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu yöntemin hem yeni hem de eski versiyonu incelenmiş ve kullanılmıştır.

1.3.4.5.1. Holtrop-Mennen 1 Yöntemi

Burada direnç, J. Holtrop, G.G.J. Mennen'nin "yaklaşık bir güç tahmin yöntemi" başlıklı yayınından yararlanarak hesaplanmaktadır[20]. Serbest su yüzeyinde hareket eden bir geminin toplam direnci aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$R_{\text{total}} = R_F (1+k_1) + R_{\text{APP}} + R_W + R_B + R_{\text{TR}} + R_A \quad (65)$$

Burada:

R_F ITTC–1957 sürtünme direnç katsayısından elde edilen sürtünme direncidir.

$$R_F = C_F \cdot \rho / 2 \cdot S \cdot V^2 \quad C_F = 0.075 / (\text{LogRe} - 2)^2$$

$1+k_1$ üç boyutlu geminin formuna bağlı olarak ortaya çıkan viskoz direncin belirlenmesinde, sürtünme direnci ile ilişkili form faktörü

R_{APP} takıntıların direnci

R_W dalga yapıcı ve dalga kırılma direnci

R_B Yumru baştan ileri gelen ek basınç direnci

R_{TR} Ayna kıçtan ileri gelen ek basınç direnci

R_A Gemi-model korelasyon direnci

dir.

Teknenin form faktörü aşağıda verilen bağıntı ile tahmin edilmektedir:

$$1+k_1 = c_{13} \{ 0,93 + c_{12} (B/L_R)^{0,92497} (0,95 C_P)^{-0,521448} (1 - C_P + 0,0225 l_{cb})^{0,60906} \} \quad (66)$$

Bu formülde C_P , L su hattı uzunluğuna bağlı prizmatik katsayı, l_{cb} su altı hacim merkezinin gemi su hattı boyunun ortasından su hattı boyunun yüzdesi olarak boyuna uzaklığı, L_R aşağıda tanımlanan çıkış uzunluğudur.

$$L_R/L = 1 - C_P + 0,06 C_P l_{cb} / (4 C_P - 1) \quad (67)$$

c_{12} sabiti aşağıdaki bağıntılardan belirlenmektedir.

$$c_{12} = (T/L)^{0,2228446} \quad T/L > 0,05 \quad (68a)$$

$$c_{12} = 48,20 (T/L - 0,02)^{2,078} + 0,479948 \quad 0,02 < T/L < 0,05 \quad (68b)$$

$$c_{12} = 0,479948 \quad T/L < 0,02 \quad (68c)$$

Bu bağıntıda T ortalama su çekimidir. c_{13} katsayısı geminin kıç şekline bağlı bir katsayıdır ve aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$c_{13} = 1 + 0,003C_{steRe} \quad (69)$$

C_{stern} katsayıları gemi kıçının şekline göre Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. C_{steRe} katsayıları

Kıç Form	C_{stern}
V-form	-10
Normal form	0
U-form	+10

Teknenin ıslak alanı aşağıdaki bağıntıdan tahmin edilmektedir:

$$S = L (2T + B) \sqrt{C_m} (0,453 + 0,4425 C_B - 0,2862 C_M - 0,003467 B/T + 0,3696 C_{WP}) + 2,38 A_{BT}/C_B \quad (70)$$

Bu formülde C_M orta kesit katsayısı, C_B blok katsayısı, C_{WP} su hattı alan katsayısı, A_{BT} yumru başın su hattını kestiği noktadaki kesit alanıdır.

Takıntı direnci aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$R_{APP} = 0,5 \rho V^2 S_{APP} (1 + k_2)_{eq} C_F \quad (71)$$

Burada ρ suyun yoğunluğu, V gemi hızı, S_{APP} takıntıların ıslak alanı, $1 + k_2$ takıntı direnci faktörü ve C_F ITTC 1957 den belirlenen sürtünme direnci katsayısıdır.

$1 + k_2$ değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Bu değerler çıplak tekne ve takıntılı tekne direnç deneylerinden elde edilmiştir. Bazı deneylerde türbülanslı akış koşullarının sağlanması için takıntıların giriş uçlarında türbülans yapıcılar kullanılmıştır.

Tablo 4. Ortalama $1 + k_2$ değerleri

Skeg + Dmen	1,5 – 2,0
Asma dmen	1,3 – 1,5
Çift pervaneli çift balanslı dmen	2,8
aft braketleri	3,0
Skeg	1,5 – 2,0
Braket bosası	3,0
Pervane bosası	2,0
aft	2,0 – 4,0
Stabilite kanatçıkları	2,8
Dom	2,7
Yalpa omurgası	1,4

Birden fazla takıntı için $1 + k_2$ değerlerinin ortalaması olan $(1 + k_2)_{eq}$ kullanılır. $(1 + k_2)_{eq}$ değeri aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$(1 + k_2)_{eq} = (\sum (1 + k_2) S_{APP}) / \sum S_{APP} \quad (72)$$

Ba iticilerin giriş tünelinin etkisine bağlı olarak takıntı direnci aşağıda verilen bağıntının değeri kadar arttırılabilir.

$$\rho V^2 \pi d^2 C_{BTO} \quad (73)$$

Burada d tünel çapıdır ve C_{BTO} sabiti 0,003-0,012 arasında değişmektedir.

Dalga direnci ise aşağıdaki bağıntıdan belirlenmektedir.

$$R_w = c_1 c_2 c_5 \nabla \rho g \exp\{m_1 Fr^d + m_2 \cos(\lambda Fr^{-2})\} \quad (74)$$

Burada:

$$c_1 = 2223105 c_7^{3,78613} (T/B)^{1,07961} (90-\dot{I}_E)^{-1,37565} \quad (75)$$

$$c_7 = 0,229577(B/L)^{0,33333} \quad B/L < 0,11 \quad (7a)$$

$$c_7 = B/L \quad 0,11 < B/L < 0,25 \quad (76b)$$

$$c_7 = 0.5 - 0.0625 L/B \quad B/L > 0,25 \quad (7c)$$

$$c_2 = \exp(-1,89 \sqrt{c_3}) \quad (77)$$

dir. c_3 katsayısı ise yumru başın dirence etkisini hesaba katmayı sağlamaktadır. Ve

$$c_3 = 0,56 A_{BT}^{1,5} / \{BT (0,31 A_{BT} + \sqrt{TF - hb})\} \quad (78)$$

şeklinde verilmektedir.

Yukarıdaki bağıntıda h_B A_{BT} kesit alan merkezinin omurgadan yüksekliği ve T_F baş drafttır.

$$c_5 = 1 - 0,8 A_T / (B T C_M) \quad (79)$$

Yukarıda belirtilen bağıntılardan c_2 yumru başın dalga direncini düşürme etkisi ile ilişkili olan terim, benzer şekilde c_5 de ayna kıçın dalga direncine etkisini hesaba katmayı sağlayan terimdir. c_5 bağıntısındaki A_T değeri geminin sıfır hızındaki ayna kıçın ıslak alanıdır.

Dalga direnci bağıntısındaki Fr değeri L su hattı boyuna bağlı olan Froude sayısıdır. Diğer parametreler ise aşağıda verildiği gibidir.

$$\lambda = 1,446 C_P - 0,03 L/B \quad L/B < 12 \quad (80a)$$

$$\lambda = 1,446 C_P - 0,36 \quad L/B > 12 \quad (80b)$$

$$m_1 = 0,0140407 L/T - 1,75254 V^{1/3} / L - 4,79323 B/L - c_{16} \quad (81)$$

$$c_{16} = 8,07981 C_P - 13,8673 C_P^2 + 6,984388 C_P^3 \quad C_P < 0,80 \quad (82a)$$

$$c_{16} = 1,73014 - 0,7067 C_P \quad C_P > 0,80 \quad (82b)$$

$$m_2 = c_{15} C_P^2 \exp(-0,1 Fr^{-2}) \quad (83)$$

$$c_{15} = -1,69385 \quad L^3/\nabla < 512 \quad (84a)$$

$$c_{15} = -1,69385 + (L^3/\nabla^{1/3} - 8)/2,36 \quad 512 < L^3/\nabla < 1727 \quad (84b)$$

$$c_{15} = 0 \quad L^3/\nabla > 1727 \quad (84c)$$

$$d = -0,9 \quad (85)$$

Burada i_E yüklü su hattının yarım giriş açısıdır. Eğer biliniyorsa derece olarak kullanılmalıdır. Bilinmiyorsa aşağıdaki bağıntıdan yararlanarak tahmin edilebilir.

$$i_E = 1 + 89e^X \quad (86)$$

$$X = \left\{ -(L/B)^{0,80856} (1 - C_{WP})^{0,30484} (1 - C_P - 0,0225 lcb)^{0,6367} (L_R/B)^{0,34574} (100\nabla/L^3)^{0,16302} \right\} \quad (87)$$

Bu bağıntı, giriş açısı 1° den 90° ye kadar değişen 200'ün üzerinde tekne formundan yararlanarak oluşturulmuştur. Belirtilen sınırlar dışındaki tekne formlarında genelde negatif değerler verir.

Yumru başın serbest su yüzeyine yakın durumlarında oluşturacağı ek direnç aşağıdaki bağıntı ile belirlenmektedir.

$$R_B = 0,11 \exp(-3 P_B^{-2}) F_{ri}^3 A_{BT}^{1,5} \rho g / (1 + F_{ri}^2) \quad (88)$$

Buradaki P_B katsayısı başın durumunu gösteren bir katsayı, F_{ri} ise aşağıda tanımlanmış olan yumru başın su altındaki bölümü ile ilgili Froude sayısıdır.

$$P_B = 0,56 \sqrt{ABT} / (T_F - 1,5 h_B) \quad (89)$$

$$F_{ri} = V / \sqrt{g(T_F - h_B - 0,25 \sqrt{ABT})} + 0,15 V^2 \quad (90)$$

Aynı şekilde ayna kıçın oluşturduğu ek direnç de aşağıdaki bağıntılardan yararlanarak hesaplanabilir.

$$R_B = 0,5 \rho V^2 A_T c_6 \quad (91)$$

Burada c_6 katsayısı ayna kıç ile ilgili Froude sayısına bağlıdır, ve

$$c_6 = 0,2 (1 - 0,2 F_{rT}) \quad F_{rT} < 5 \quad (92a)$$

$$c_6 = 0 \quad F_{rT} \geq 5 \quad (92b)$$

$$F_{rT} = V / \sqrt{2g A_T / (B + B C_{WP})} \quad (93)$$

şeklinde verilmektedir.

R_A Model- gemi korelasyon direnci aşağıdaki bağıntıdan yararlanarak hesaplanabilir.

$$R_A = 0,5 V^2 S C_A \quad (94)$$

Burada:

$$C_A = 0,006(L + 100)^{-0,16} - 0,00205 + 0,003 \sqrt{L/7,5} C_B^4 c_2(0,04 - c_4) \quad (95)$$

$$c_4 = T_F / L \quad T_F / L \leq 0,04 \quad (96a)$$

$$c_4 = 0,04 \quad T_F / L > 0,04 \quad (96b)$$

şeklinde verilmektedir.

1.3.4.5.2. Holtrop-Mennen 2 Yöntemi

Holtrop-Mennen 1 yönteminden sonra yayınlanan bu yöntemin bir önceki yayından tek farkı dalga direnci hesabının daha çok tekne tipini içerecek şekilde geliştirilmiş olmasıdır[21]. Burada dalga direnci aşağıdaki bağıntıdan yararlanarak hesaplanmaktadır.

$$R_{W-A} = c_1 c_2 c_5 \nabla \rho g \exp\{m_1 Fr^d + m_2 \cos(\lambda Fr^{-2})\} \quad Fr \leq 0,40 \quad (97)$$

$$R_{W-B} = c_{17} c_2 c_5 \nabla \rho g \exp\{m_3 Fr^d + m_4 \cos(\lambda Fr^{-2})\} \quad Fr \geq 0,55 \quad (98)$$

$$R_W = R_{W-A(0,4)} + (10 Fr - 4)(R_{W-B(0,55)} - R_{W-A(0,4)})/1,5 \quad 0,40 < Fr < 0,55 \quad (99)$$

Burada:

$$c_{17} = 6919,3 Cm^{-1,3346} (\nabla / L^3)^{2,00977} (L/B - 2)^{1,40692} \quad (100)$$

$$m_3 = -7,2035 (B/L)^{0,326869} (T/B)^{0,605375} \quad (101)$$

$$m_4 = c_{15} 0,4 \exp(-0,034 Fr^{-3,29}) \quad (102)$$

şeklinde verilmektedir. Diğer katsayılar Holtrop-Mennen 1 yöntemindeki gibidir. Holtrop-Mennen yöntemi, kolay programlanabilme ve birçok gemi tipi için kullanılabilme özellikleri ile en çok kullanılan istatistiksel direnç tahmin yöntemidir.

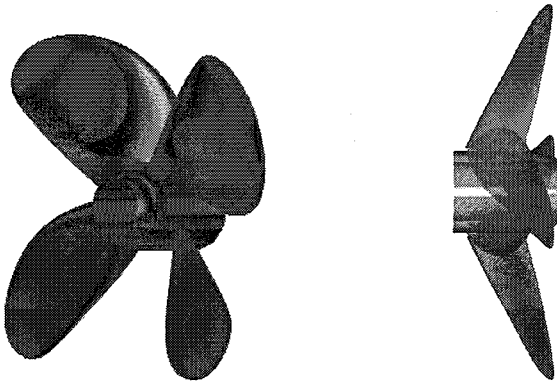
1.4. Sevk Analizi

İlk teknelerin nerede ve ne zaman yapıldığı tam olarak bilinmemekle birlikte Akdeniz'de denizlerden ticari ve askeri amaçlarla yararlanılışın MÖ 4000–2000 yıllarına kadar gittiği tahmin edilmektedir. Bu gemiler kürek veya yelkenle sevk edilmekte ve 8 knot hızın üzerindeki hızlara ulaşamamaktaydılar. Daha sonraki yıllarda daha narin gövde formu olan ve yelken alanı büyük gemiler yapılarak daha yüksek hızlara çıkılmış ve 19. yüzyılda pistonlu buhar makineleri ile tahrik edilen gemilerin inşası ile rüzgâr ve insan gücü ile sevk yönteminden vazgeçilmiştir. Teknolojinin gelişmesi ile içten yanmalı pistonlu motorlar, buhar ve gaz türbinleri ve yeni sevk sistemleri ile tahrik edilen gemiler inşa edilmiştir. 19. yüzyılda önceleri sevk sistemi olarak gemi gövdesinin yan taraflarına yerleştirilen padıllar kullanılmıştır. Dönen düşey çarklar üzerindeki hareketli kanatların direnç kuvvetinden yararlanarak bir itme kuvveti oluşturulması ilkesine göre çalışan bu sevk sisteminin kürekle sevk sisteminden pek farkı yoktur. İnsan gücü yerine çok daha güçlü makinelerin kullanılması doğal olarak bir hız artışı sağlamıştır. Ancak padıl

çarklarının verimlerinin iyi olmaması ve ciddi mukavemet sorunlarının görülmesi yeni sevk sistemleri için bir arayışa girilmesine neden olmuş ve verimi daha yüksek olan pervane ile sevk sistemine geçilmiştir. Bunun yanında su jetleri, düşey eksenli pervaneler gibi sevk sistemleri de kullanılmaktadır. Fakat günümüzde en yaygın olarak kullanılan gemi sevk sistemleri pervanelerdir. Pervanelerinde çalışması, hareketli kanatların hidrodinamik kaldırma kuvvetlerinden yararlanarak bir itme kuvveti yaratma ilkesine dayanmaktadır. Pervanelerin gelişimi, başlangıçta tamamen deniz deneylerine dayalı olarak gerçekleşmiştir. Sonraları ise, pervane ile ilgili bir takım teorilerin geliştirilmesi ve sistematik model pervane deneylerinin yapılması sonucunda, pervanelerdeki gelişim ileri düzeye ulaşmıştır. Artık günümüzde, geliştirilmiş sistematik pervane serilerinden yararlanarak, her koşula uygun pervane tasarımının yapılması olanağı vardır [8].

Genel görünümü Şekil 26'da gösterilen bir gemi pervanesi aşağıdaki büyüklüklerle tanımlanır.

- | | |
|------------------------------------|---------------------|
| ▪ Pervane çapı | (D) |
| ▪ Pervane hatvesi | (H) |
| ▪ Hatve-Çap oranı | (H/D) |
| ▪ Kanat sayısı | (z) |
| ▪ Projeksiyon (izdüşüm) alan oranı | (A_p/A_0) |
| ▪ Genişletilmiş açınım alan oranı | ($a_E = A_E/A_0$) |
| ▪ Göbek çapı | (d) |



Şekil 26. Gemi pervanesi

Pervane kesitleri; aerofoil, segmental, ay ve mekik profil tiplerinden seçilebilmektedir. Genellikle ticaret gemilerinde; verim ve kanat mukavemeti açısından göbeğe yakın olan kesitler aerofoil profillerden ve kavitasyon olayı açısından da uca yakın olan kesitler segmental profillerden seçilmektedir.

Bilindiği gibi gemilerin makine ve pervane ile sevkinde, farklı güç tanımları kullanılmaktadır. Bir geminin ana makinesi çalışmaksızın, V_g hızında yedekte çekilebilmesi için gerekli olan güce, etkin güç (efektif güç) veya yedekte çekme gücü denilmekte ve P_E veya EHP ile gösterilmektedir. Efektif gemi gücü,

$$P_E = R_{Tg} V_g \quad (\text{kW}) \quad (103)$$

Bağıntısından hesaplanabilir. Burada,

R_{Tg} : Gemi toplam direnci, (kN)

V_g : Gemi ilerleme hızı, (m/s)

dır. Ana makinenin gücü ise $P_B=Ne=BHP$ fren gücü şeklinde verilir. Fren gücü, makinenin çıkışındaki krank şaft kaplinindeki döndürme momentinin ölçülmesi ile elde edilmektedir. Yataklarda, varsa dişli kutusunda ve şaft kovanlarında oluşacak tüm kayıplarından sonra pervaneye serbest bırakılabilecek güç ise P_D pervaneye sağlanan güç olarak adlandırılmaktadır. Pervaneden sağlanan güç ise, $P_T=THP$ itme gücü olarak adlandırılmakta ve aşağıda verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$P_T = T V_A \quad (\text{kW}) \quad (104)$$

Burada,

T : Pervanenin sağladığı itme kuvveti, (kN)

V_A : Pervane düzlemindeki suyun ortalama hızı, (m/s)

dır.

1.4.1. İz Katsayısı Ve İtme Azalma Katsayısı

Bir geminin pervane ile sevinde, gemi ve pervanesi birbirini karşılıklı olarak etkiler. Bir geminin pervanesine olan etkisi şöyle açıklanmaktadır: Gemi V_s hızı ile ilerlerken, pervane bölgesinde geminin oluşturduğu iz nedeniyle hız genelde daha küçük değerlerde olur. Yani gemi V_g hızında ilerlerken pervaneye gelen suyun hızı V_A olur. Bu hız aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

$$V_A = (1-w) V_g \quad (105)$$

Burada w iz katsayısıdır. w değerinin büyük olması, geminin pervaneye olan olumsuz etkisinin fazla olduğu anlamına gelir.

Pervanenin gemiye olan etkisi ise şöyle açıklanabilir: Pervane çalıştığında, ön tarafında pozitif bir basınç farkı alanı, arka tarafında ise, negatif bir basınç farkı alanı oluşur. Ön tarafında oluşan pozitif basınç farkı alanı nedeniyle bir itme kuvveti oluşurken; arka tarafında ise bir emme olayı ortaya çıkar. Yani gemi kıçındaki suyu kendisine doğru hızlandırarak, o bölgede negatif bir basınç farkı alanı oluşturur. Söz konusu negatif basınç farkı alanından dolayı geminin kıç tarafında emme etkisine benzer bir etki ve direnç artışı oluşur. Bu durumda geminin bir pervane ile V_g hızında sevk edilebilmesi için,

$$T = R_{Tg} + \Delta R_{Tg} \quad (106)$$

ye eşit bir itme kuvveti sağlanmalıdır. Pervanenin gemiye olan bu etkisi t emme katsayısı veya itme azalma katsayısı ile hesaba katılır. Emme katsayısı

$$t = (T - R_{Tg})/T \quad (107a)$$

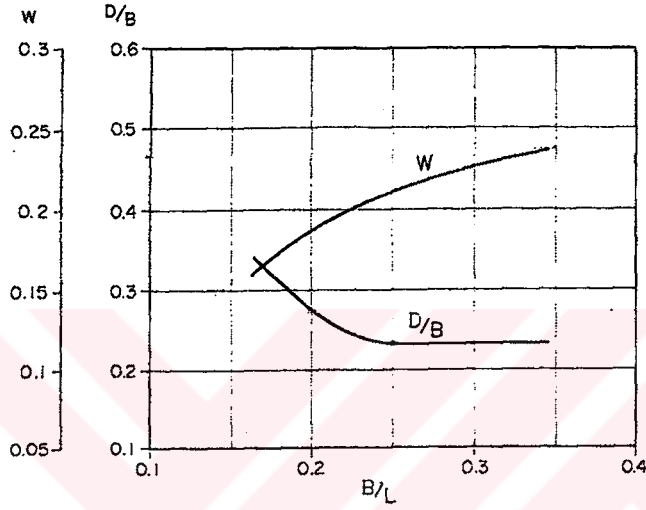
şeklinde tanımlanır. t değeri ne kadar büyük değer alırsa pervanenin gemiye olan olumsuz etkisinin de o kadar fazla olduğu anlaşılır. Bu durumda geminin V_g hızında hareket edebilmesi için gerekli pervane itme kuvveti

$$T = R_{Tg}/(1-t) \quad (107b)$$

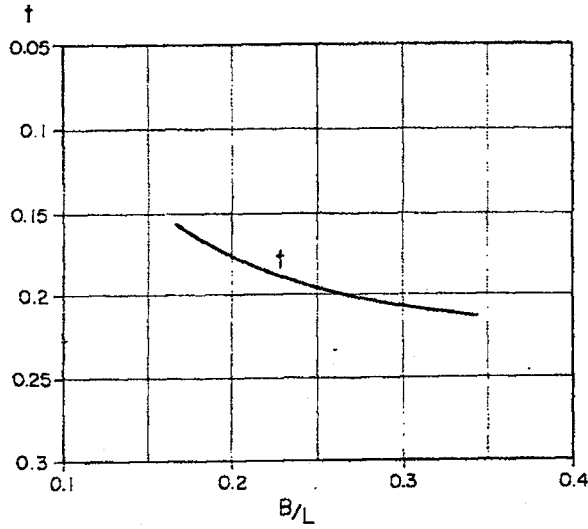
olur.

1.4.1.1. Balıkçı Teknelerinde İz Katsayısının Ve İtme Azalma Katsayısının Yaklaşık Olarak Belirlenmesi

İz katsayısının ve itme azalma katsayısının tahmini için Norveç Model Havuzunda boyu 12 – 40 metre arasında değişen balıkçı teknelerine uygulanabilecek grafik bir yöntem geliştirilmiştir[12]. Aşağıda Şekil 27 ve Şekil 28’de verilen grafiklerden geminin ortalama iz katsayısı ve itme azalma katsayısı tahmin edilebilmektedir.



Şekil 27. Pervane çapı-genişlik oranı ve genişlik-boy oranına göre iz katsayısı



Şekil 28. Boy-genişlik oranına göre itme azalma katsayısı

Şekil 27 ve Şekil 28’de verilmiş olan grafiklerde:

L: gemi boyu

B: gemi genişliği

D: pervane çapı

I : pervane merkezinin su hattından olan derinliği

Ta : gemi kıçından başlayarak gemi boyunun dörtte bir uzunluğundaki su çekimidir.

Bu yöntemde ilk olarak genişlik-boy oranına göre iz katsayısı Şekil 27’den ve itme katsayısı Şekil 28’den belirlenir. Bu işlemden sonra değerlerin gemi ana boyutlarına göre düzeltilmesi gerekir. Ortalama değerler aşağıda verilmiştir:

$$I/Ta_m : 0,73$$

$$Cb_m : 0,45$$

D/B_m : Şekil 27’ de boy-genişlik oranına göre verilmiştir.

Düzeltilme aşağıdaki bağıntılardan yararlanılarak yapılmaktadır.

$$\Delta C_b = C_b - C_{b_m} \quad (108)$$

$$\Delta(D/B) = D/B - D/B_m \quad (109)$$

$$\Delta(I/Ta) = I/Ta - I/Ta_m \quad (110)$$

$$\Delta w = (1/3) \Delta C_b - (1/3) \Delta(D/B) - (1/4) \Delta(I/Ta) \quad (111)$$

$$\Delta t = (2/3) \Delta w \quad (112)$$

Elde edilen düzeltme değerleri Şekil 27 ve Şekil 28’ den elde edilen iz katsayısı ve itme azalması değerlerine eklenerek sonuçlar

$$w = w_{\text{şekil 16}} + \Delta w \quad (113)$$

$$t = t_{\text{şekil 17}} + \Delta t \quad (114)$$

şeklinde elde edilmiş olur.

1.4.2. Bir Pervanenin Oluşturduğu İtme Kuvvetinin Bağlı Olduğu Parametreler ve Pervane Model Deneyleri

Bir pervanenin oluşturduğu T itme kuvveti, suyun ρ kütlelesel yoğunluğuna, D pervane çapına, pervane düzlemindeki V_A ortalama su hızına, g yerçekimi ivmesine, pervanenin saniyedeki n devir sayısına, suyun p basıncına, suyun μ dinamik viskozite değerine ve çeşitli geometrik katsayılarla bağlıdır[23, 24]. Bu durumda pervane itme kuvveti,

$$T = f(\rho, D, V_A, g, n, p, \mu, r_1, r_2, r_3, \dots) \quad (115)$$

veya

$$T = C_1(r_1, r_2, r_3, \dots) \rho^a D^b V_A^c g^d n^e p^f \mu^h \quad (116)$$

şeklinde yazılabilir. Burada r_1, r_2, r_3, \dots pervanenin çeşitli boyutsuz geometrik büyüklüklerini göstermektedir. L uzunluk boyutu, M kütle boyutu ve T zaman boyutu olmak üzere, yukarıdaki (116) bağıntısının boyut eşitliği

$$MLT^{-2} = (ML^{-3})^a L^b (LT^{-1})^c (LT^{-2})^d (T^{-1})^e (ML^{-1}T^{-2})^f (ML^{-1}T^{-1})^h \quad (117)$$

veya

$$MLT^{-2} = M^{(a+f+h)} L^{(-3a+b+c+d-f-h)} T^{(-c-2d-e-2f-h)} \quad (118)$$

biçimlerinde yazılabilir. Yukarıdaki eşitliklerinde aynı boyutların üstleri eşitlenirse

$$a + f + h = 1 \quad (119)$$

$$-3a + b + c + d - f - h = 1 \quad (120)$$

$$-c - 2d - e - 2f - h = -2 \quad (121)$$

şeklinde bir denklem takımı elde edilir. Bu denklem takımında, bilinmeyen sayısının 7 olmasına karşın denklem sayısı 3 olduğundan ancak a, b ve c değişkenleri d, e, f, ve h keyfi değerlerine bağlı olarak bulunabilir. Böylece a, b ve c bilinmeyenleri için

$$a = 1 - f - h \quad (122)$$

$$b = 2 + d + e - h \quad (123)$$

$$c = 2 - 2d - e - 2f - h \quad (124)$$

bağıntıları yazılabilir. Bu ifadeler (116) denkleminde yerine koyulduğunda,

$$T = C_1(r_1, r_2, r_3, \dots) \rho^{(1-f-h)} D^{(2+d+e-h)} V_A^{(2-2d-e-2f-h)} g^d n^e p^f \mu^h \quad (125)$$

veya

$$T = C_1(r_1, r_2, r_3, \dots) \rho D^2 V_A^2 (gD/V_A^2)^d (nD/V_A)^e (p/(\rho V_A^2))^f (\mu/(\rho V_A D))^h \quad (126)$$

bağıntılarına ulaşılır. Buradan da

$$T/(\rho D^2 V_A^2) = C_1(r_1, r_2, r_3, \dots) (gD/V_A^2)^d (nD/V_A)^e (p/(\rho V_A^2))^f (\mu/(\rho V_A D))^h \quad (127)$$

$$T/(\rho D^2 V_A^2) = C_1(r_1, r_2, r_3, \dots) (Fr^{-2d}) (J^e) (Eu^f) (Re^{-h}) \quad (128)$$

$$T/(\rho D^2 V_A^2) = C_T(Fr, J, Eu, Re, r_1, r_2, r_3, \dots) \quad (129)$$

bağıntıları yazılır. Geometrik benzer iki pervanenin akımlarında benzerlik olması için (115) bağıntısının sağ tarafındaki boyutsuz sayıların eşit olması gerekir. Model pervane ile gemi pervanesi geometrik benzer olduğunda α geometrik benzerlik oranı;

$$\alpha = D_g/D_m \quad (130)$$

şeklinde tanımlanır. Model pervane ile gemi pervanesi arasında, Froude sayılarının eşitliğini sağlamak olanaklıdır. Bu durumda,

$$\left(\frac{V_A}{\sqrt{gD}}\right)_m = \left(\frac{V_A}{\sqrt{gD}}\right)_g \quad (131)$$

$$V_{Ag} = \sqrt{\alpha} V_{Am} \quad (132)$$

olmalıdır. Aynı zamanda ayrıca söz konusu pervaneler arasında, ilerleme sayılarının eşitliğini de sağlamak olanaklıdır. Bu durumda;

$$\left(\frac{V_A}{nD}\right)_m = \left(\frac{V_A}{nD}\right)_g \quad (133)$$

$$n_g = n_m / \sqrt{a} \quad (134)$$

sonucu elde edilir. Model ve gemi pervanesinde Froude ve ilerleme sayıları eşit olduklarında, her iki pervane için Euler ve Reynolds sayılarının da eşit olması olanaksızdır.

(129) nolu denklemde, $V_A = JnD$ yazılırsa;

$$\frac{T}{\rho \cdot n^2 D^5} = K_T \quad (135)$$

boyutsuz sayısı elde edilir. Buradaki K_T itme kuvveti katsayısıdır. Benzer şekilde,

$$\frac{Q}{\rho \cdot n^2 D^5} = K_Q \quad (136)$$

katsayısı da yazılabilir. Buradaki K_Q ise, döndürme momenti katsayısıdır. Bu durumda, pervane verimi için kolayca

$$\eta_p = \frac{P_T}{P_D} = \frac{TV_A}{2\pi nQ} = \frac{J K_T}{2\pi K_Q} \quad (137)$$

bağıntısı elde edilebilir.

Bir geminin sevk karakteristikleri, model pervane açık su deneylerinden ve pervaneli model sevk deneylerinden yararlanarak elde edilebilir. Açık su pervane deneyleri ile model pervanesinin belirli ilerleme sayılarına denk gelen T_o itme kuvveti ve Q_o döndürme momenti büyüklükleri ölçülmektedir. Buradaki 'o' indisi açık su olduğunu göstermektedir. Deneyler ya model çekme arabası ile ve pervane dinamometresinden yararlanarak, model deney havuzunda ya da kavitasyon tüneline yapılmaktadır. Yapılan deneyler sonucunda, J_o ' a bağlı olarak K_{T_o} , K_{Q_o} ve η_o 'ın değerleri.

$$J_o = \frac{V_{A_o}}{n_o D} \quad (138)$$

$$K_{T_o} = \frac{T_o}{\rho \cdot n_o^2 D^5} \quad (139)$$

$$K_{Q_o} = \frac{Q_o}{\rho \cdot n_o^2 D^5} \quad (140)$$

$$\eta_o = \frac{P_{T_o}}{P_{D_o}} = \frac{J_o K_{T_o}}{2\pi K_{Q_o}} \quad (141)$$

bağıntılarından hesaplanmakta ve eğrileri çizilmektedir.

Pervaneli model sevk deneylerinin amacı ise; gemi pervanesine verilmesi gereken P_{D_s} gücünü belirlemek, gemi pervanesinin RPS_g (n_g) sanayi devir sayısı veya RPM_g (N_g) dakikada devir sayısı değerini belirlemek ve gemi için genel sevk verimini elde etmektir. Fakat ölçek etkisi nedeniyle deney sonunda elde edilen gemi sevk değerleri ile geminin gerçek sevk değerleri arasında tam bir uyum sağlanamaz. Bu durum viskozite etkilerinin model ve gemide benzer olmamasından ve yukarıda açıklandığı gibi tüm boyutsuz sayıların eşitlenememesinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanında gerçekte model kıçındaki sınır tabaka kalınlığı – model boyu oranı (δ_m/L_m) ve gemi kıçındaki sınır tabaka kalınlığı - gemi boyu oranı (δ_g/L_g) tam olarak bir birine eşit değildir yani

$$(\delta_m/L_m) > (\delta_s/L_s) \quad (142)$$

dir[24].

Yukarıda açıklanan bu durum, model pervane ile gemi pervanesinin farklı akım koşulları içinde çalıştığını göstermektedir. Froude sayılarının ve ilerleme sayılarının eşitlikleri sağlanarak yapılan sevk deneylerinin değerlendirilmesinde uygulanan yöntemlerde (142) nolu eşitsizlik göz önüne alınmamaktadır. Yani;

$$(\delta m/L_m) = (\delta s/L_s) \quad (143)$$

olduğu varsayılmaktadır. Gemiye ilişkin sevk karakteristiklerinin belirlenmesinde kullanılan böyle bir yöntemin aşamaları aşağıda maddeler halinde verilmiştir[24].

- Pervaneli model sevk deneyinde; belirli bir V_m model hızı için, model pervanesinin T_m itme kuvveti, Q_m döndürme momenti ve n_m saniyedeki devir sayısı değerleri ölçülür.
- Froude sayılarının eşitliğinden yararlanarak, gemi ilerleme hızı (V_g) hesaplanır.

$$V_g = \sqrt{\alpha} V_m \quad (144)$$

- Pervane ilerleme sayılarının eşitliğinden yararlanılarak, gemi pervanesinin saniyedeki devir sayısı hesaplanır.

$$n_s = n_m / \sqrt{\alpha} \quad (145)$$

- Aşağıdaki (146) ve (147) nolu denklemler kullanılarak gemi pervanesinin T_g itme kuvveti değeri hesaplanır.

$$T_g = \alpha^3 \left(\frac{\rho_s}{\rho_m} \right) \left(\frac{1-t_m}{1-t_s} \right) T_m \quad (146)$$

$$T_g = t_m \quad (147)$$

$$T_g = \alpha^3 \left(\frac{\rho_s}{\rho_m} \right) T_m \quad (148)$$

- $K_{Qg} = K_{Qm}$ eşitliğinden yararlanarak, gemi pervanesi Q_g döndürme momenti değeri belirlenir.

$$Q_g = \alpha^4 \left(\frac{\rho_g}{\rho_m} \right) Q_m \quad (149)$$

- Gemi pervanesine sağlanması gereken P_{Dg} güç değeri de aşağıda verilen bağıntıdan hesaplanır.

$$P_{Dg} = 2\pi n_g Q_g \quad (150)$$

- Direnç deneylerinden geminin V_g hızındaki R_{Tg} toplam direnci bilindiğine göre gemiye ilişkin t_g katsayısı aşağıda verilen bağıntıdan bulunur.

$$T_g = 1 - \frac{R_{Tg}}{T_g} \quad (151)$$

- Eşdeğer itme kuvveti yöntemine göre veya eşdeğer döndürme momenti yöntemine göre w_T etkin iz katsayısı hesaplanır.
- Gemi için η_h tekne verimi elde edilir.

$$\eta_h = \frac{1 - t_g}{1 - w_T} \quad (152)$$

- Gemi pervanesinin η_r bağıl dönme verimi ise eşdeğer itme kuvveti yöntemi veya eşdeğer döndürme momenti yöntemine göre

$$\eta_r = \frac{P_{Dog}}{P_{Dg}} = \frac{Q_{og}}{Q_g} = \frac{K_{Qo}}{K_Q} \quad (153)$$

veya

$$\eta_r = \frac{P_{Tog}}{P_{Tg}} = \frac{T_{og}}{T_g} = \frac{K_{T_o}}{K_T} \quad (154)$$

bağıntılarından hesaplanır.

- Gemi için, η genel sevk verimi değeri elde edilir.

$$\eta = \eta_o \eta_r \eta_h \quad (155)$$

- Son olarak, %100 MCR, %90 MVR ve (%90 MCR + % DT (Deniz toleransı (Sea Margin))) için ana makinenin P_B değerleri aşağıdaki bağıntılardan hesaplanır.

$$P_{B1} = P_{D_s} / \eta_{tr} \quad (\%100 \text{ MCR}) \quad (156)$$

$$P_{B2} = P_{B1} / 0.9 \quad (\%90 \text{ MCR}) \quad (157)$$

$$P_{B3} = 1.15 P_{B2} \quad (\%90 \text{ MCR} + \%15 \text{ DT}) \quad (158)$$

Burada η_{tr} iletim (transmisyon) verimi, P_B ise ana makine fren gücüdür.

1.4.3. Waganingen B Serisi Pervaneler

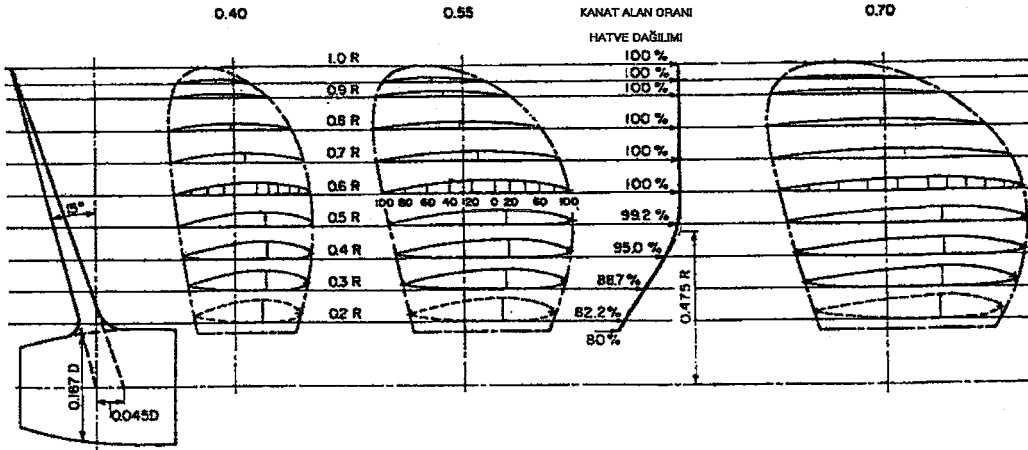
Gemi pervanelerinin tasarımında pervane serilerinin kullanılması pratik ve yaygın bir yöntemdir. İyi bilinen pervane serileri Schaffran, Taylor, Gawn ve MARIN'nin B-pervane serileridir[8]. Pervane serilerine göre tasarım yöntemi; sistematik çeşitlilik gösteren pervane serilerinin açık-su model deney sonuçları ile oluşturulmuş diyagramlara dayanmaktadır. Bu bölümde belirtilen pervane serilerinden en yaygın kullanılan B-pervane serisi kısaca tanıtılacaktır. Konuya ilişkin ayrıntılı bilgi [8, 24, 25] gibi kaynaklarda bulunabilir.

MARIN'de ilk olarak B-pervane serilerinden önce A 4.40 olarak isimlendirilen kanat sayısı 4 ve kanat alan oranı 0.40 olan pervane serisi oluşturulmuştur. Açık su deney sonuçları ilk olarak Troost tarafından verilmiş olan bu pervane serisinin; daha sonraları yalnızca kavitasyon tehlikesi bulunmayan durumlarda kullanılabilir olduğu

belirlenmiştir[8]. Bu durum, kanatların ince ve airfoil kesitli olması ve buna bağlı olarak kanatlar üzerinde oluşan basınç dağılımının yüksek olmasının bir sonucuydu. Bu kavitasyon sorunu, uçlarda dairesel, göbeğe yakın yerlerde ise airfoil kesitleri bulunan kanatlara sahip yeni bir pervane serisi olan B-pervane serisinin oluşturulmasını gerektirmiştir. Bu yeni B-pervane serisinin ilk üyesi B 4.40 olarak adlandırıldı ve B 4.40 pervane serisinin benimsenerek üne kavuşmasından sonra B-pervane serisine farklı kanat sayılı olanları ve farklı kanat alanı oranları bulunanları da eklendi. Bu serinin açık-su model deneylerinin sonuçları Troost(1938)(1940)(1951) ve Van Lammaren (1948) tarafından verilmiştir[25]. Şekil 29'da 4 kanatlı tiplerinin geometrileri Tablo 5'te ise mevcut B-pervane serisi pervane tipleri verilmiştir. B-pervane serisinde örneğin B 4.70 pervanesinde 4.70 gösteriminde 4 kanat sayısını 0.70 ise kanat alan oranını gösterir.

Tablo 5. Mevcut Wageningen B-pervane serisi [8]

Kanat sayısı Z	Kanat alan oranı A_E/A_D													
2	0.30													
3		0.35												
4			0.40											
5				0.45										
6					0.50									
7						0.55								
							0.60							
								0.65						
									0.70					
										0.75				
											0.80			
												0.85		
													1.00	
														1.05



Şekil 29. 4 kanatlı B-pervane serisinin yan görünüşü ve genişletilmiş kanat açınımları[8]

Daha sonraki yıllarda B-serisi pervanelerin açık-su model deney sonuçları; kanat sayısı, kanat alan oranı ve hatve-çap oranı gibi büyüklüklere göre düzenlenmiştir. Lerbs'in (1951) başlattığı çalışmaları Van Lammeren (1969) ve Van Oossanen (1974) geliştirmiştir. Van Oossanen kaldırma ve sürüklenme katsayısı sonuçlarını, çoklu regrasyon analizi yöntemini uygulayarak hatve-çap oranı, kanat alan oranı, kanat sayısı ve giriş açısının fonksiyonu olan polinomlar şeklinde göstermiştir. Böylece; itme kuvveti ve döndürme momenti katsayıları J ilerleme katsayısı, H/D hatve çap oranı, A_e/A_o kanat alan oranı ve z kanat sayısının fonksiyonu olarak, çoklu regrasyon analizi yöntemi yardımıyla uygun katsayıların ve üs değerlerinin belirlenmesi ile hesaplanabilir duruma getirilmiştir. Reynolds sayısının 2×10^6 değeri için bu yolla elde edilen değerler Tablo 6'da verilmiştir.



Tablo 6. Waganingen B-pervane serisi için K_T ve K_Q polinom katsayıları[8]

$Rn = 2 \times 10^6$.

$$K_1 = \sum [C_{s,t,u,v} (J)^s (P/D)^t (A_E/A_D)^u (z)^v]$$

$$K_2 = \sum [C_{s,t,u,v} (J)^s (P/D)^t (A_E/A_D)^u (z)^v]$$

$$K_T = \sum [C_{s,t,u,v} (J)^s (P/D)^t (A_E/A_D)^u (z)^v] K_Q$$

$C_{s,t,u,v}$	s	t	u	v	$C_{s,t,u,v}$	s	t	u	v
+0.00880496	0	0	0	0	+0.00379368	0	0	0	0
-0.204554	1	0	0	0	+0.00886523	2	0	0	0
+0.166351	0	1	0	0	-0.032241	1	1	0	0
+0.156114	0	2	0	0	+0.00344778	0	2	0	0
-0.147581	2	0	1	0	-0.0408811	0	1	1	0
-0.481497	1	1	1	0	-0.108009	1	1	1	0
+0.415437	0	2	1	0	-0.0885381	2	1	1	0
+0.0144043	0	0	0	1	+0.188561	0	2	1	0
-0.0530054	2	0	0	1	-0.00370871	1	0	0	1
+0.0143481	0	1	0	1	+0.00513696	0	1	0	1
+0.0606826	1	1	0	1	+0.0203449	1	1	0	1
-0.0125894	0	0	1	1	+0.00474219	2	1	0	1
+0.0109689	1	0	1	1	-0.00723408	2	0	1	1
-0.133698	0	3	0	0	+0.00498388	1	1	1	1
+0.00638407	0	6	0	0	-0.0269403	0	2	1	1
-0.00132718	2	6	0	0	+0.0558082	3	0	1	0
+0.168496	3	0	1	0	+0.0161888	0	3	1	0
-0.0507214	0	0	2	0	+0.00318086	1	3	1	0
+0.0854559	2	0	2	0	+0.015896	0	0	2	0
-0.0504475	3	0	2	0	+0.0471729	1	0	2	0
+0.010465	1	6	2	0	+0.0196283	3	0	2	0
-0.00648272	2	6	2	0	-0.0502782	0	1	2	0
-0.00841728	0	3	0	1	-0.030055	3	1	2	0
+0.0168424	1	3	0	1	+0.0417122	2	2	2	0
-0.00102296	3	3	0	1	-0.0397722	0	3	2	0
-0.0317791	0	3	1	1	-0.00350024	0	6	2	0
+0.018604	1	0	2	1	-0.0106854	3	0	0	1
-0.00410798	0	2	2	1	+0.00110903	3	3	0	1
-0.000606848	0	0	0	2	-0.000313912	0	6	0	1
-0.0049819	1	0	0	2	+0.0035985	3	0	1	1
+0.0025983	2	0	0	2	-0.00142121	0	6	1	1
-0.000560528	3	0	0	2	-0.00383637	1	0	2	1
-0.00163652	1	2	0	2	+0.0126803	0	2	2	1
-0.000328787	1	6	0	2	-0.00318278	2	3	2	1
+0.000116502	2	6	0	2	+0.00334268	0	6	2	1
+0.000690904	0	0	1	2	-0.00183491	1	1	0	2
+0.00421749	0	3	1	2	+0.000112451	3	2	0	2
+0.0000565229	3	6	1	2	-0.0000297228	3	6	0	2
-0.00146564	0	3	2	2	+0.000269551	1	0	1	2
					+0.00083265	2	0	1	2
					+0.00155334	0	2	1	2
					+0.000302683	0	6	1	2
					-0.0001843	0	0	2	2
					-0.000425399	0	3	2	2
					+0.0000869243	3	3	2	2
					-0.0004659	0	6	2	2
					+0.0000554194	1	6	2	2

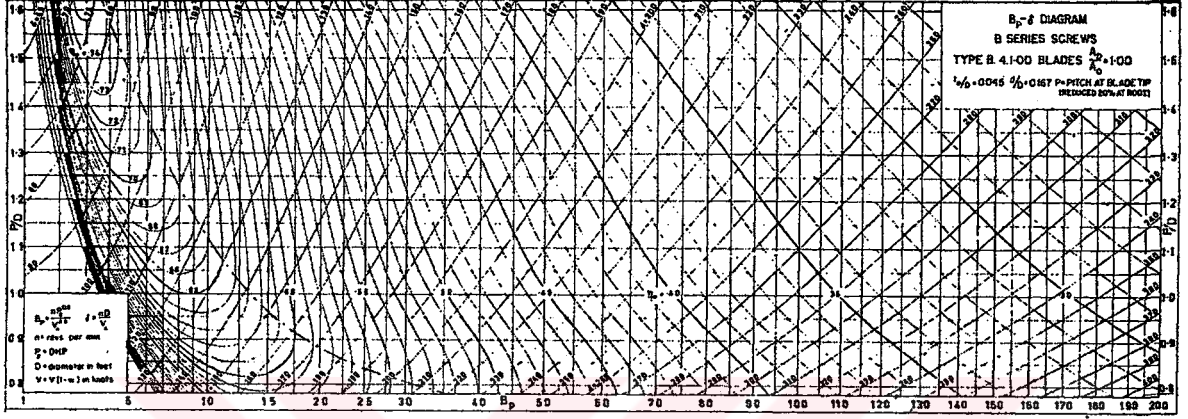
Taylor ise B-pervane serisi sonuçlarını, Şekil 30'da gösterildiği gibi B_p - δ grafikleri biçiminde sunmuştur. Burada;

$$B_p = \frac{nP_D^{\frac{1}{2}}}{V_A^{2.5}} \quad (159)$$

$$\delta = \frac{nD}{V_A} \quad (160)$$

- n : Dakikada devir sayısı,
 P_D : Pervaneye serbest bırakılan güç,
 V_A : Pervaneye gelen suyun hızı,
D : Pervane çapı

dır.



Şekil 30. Bp-δ grafiklerine bir örnek

Bu grafikler yardımı ile pervane devir sayısının bilinmesi durumunda optimum pervane çapı, gemi hızı veya gerekli makine gücü verilen duruma göre belirlenebilmektedir.

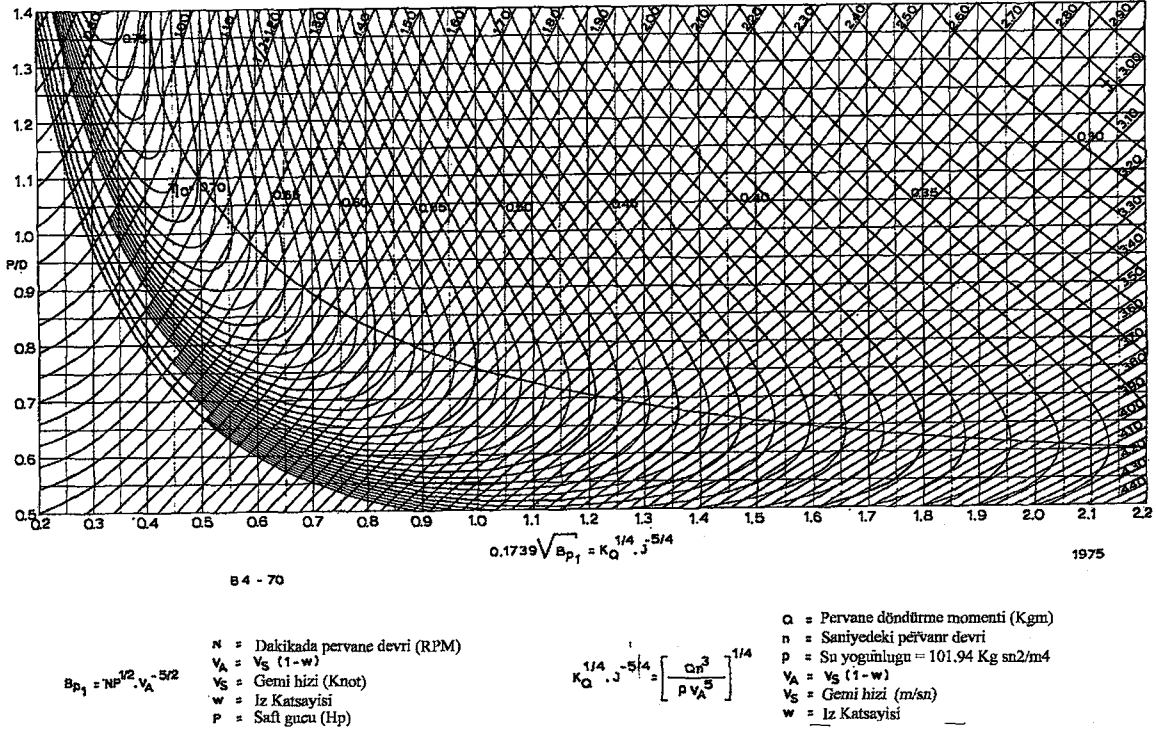
Oosterveld'de 1975 yılında Tablo 5'de verilen itme ve moment değerlerine dayanan iki yeni eğri takımını yayınlamıştır. Şekil 31'de verilen eğri takımı hem SI birim sisteminde hem de konvansiyonel İngiliz birim sisteminde kullanılabilir. Söz konusu eğrilerde;

$$0,1739 \sqrt{Bp_1} = K_Q^{1/4} J^{-5/4} = \left[\frac{P_D n^2}{2\pi\rho V_A^5} \right]^{1/4} = \left[\frac{Qn^3}{\rho V_A^5} \right]^{1/4} \quad (161)$$

dir. 161 bağıntısında

$$Bp_1 = n P_D^{1/2} V_A^{-5/2} \quad (162)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.



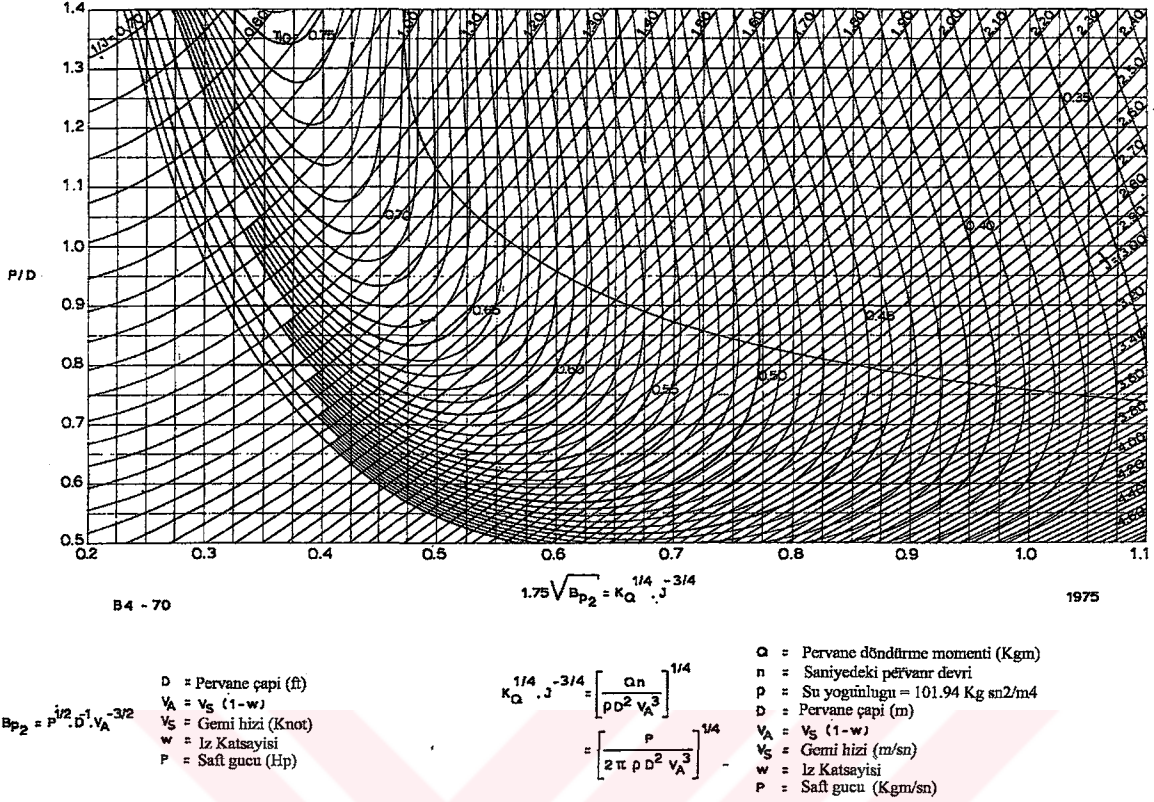
Şekil 31. Oosterveld'in verdiği B-pervane serisi diyagramlarına bir örnek

Burada pervane devir sayısına göre, pervane çapı belirlenebilmektedir. Şekil 32'de verilen grafikte ise; pervane çapına göre optimum pervane devir sayısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu eğrilerde

$$1,75 \sqrt{B_{p2}} = K_Q^{1/4} \times J^{-3/4} = \left[\frac{P_D}{2\pi\rho D V_A^3} \right]^{1/4} = \left[\frac{Qn}{\rho D^2 V_A^3} \right]^{1/4} \quad (163)$$

$$B_{p2} = P_D^{1/2} D^{-1} V_A^{-3/2} \quad (164)$$

dır.

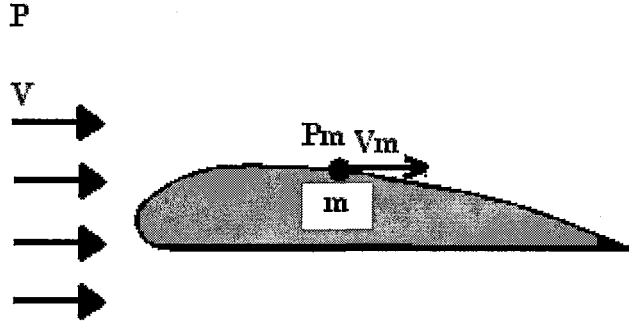


Şekil 32. Oosterveld'in verdiği B-pervane serisi diyagramına bir başka örnek

1.4.4. Gemi Pervanelerinde Kavitsyon Olayı

Gemi pervaneleri, su içinde hem dönme hem de ilerleme hareketi yaptıkları için pervane kanatları üzerinde pervane devir sayısına bağlı olarak bazı durumlarda kavitsyon olayı görülebilir. Eğer pervane kanatları üzerindeki su akımı hızı yüksek ise akım hızının yüksek olmasının bir sonucu olarak bu bölgelerdeki basınç değeri suyun buharlaşma basıncının altına düşebilir ve su buharlaşıp suyun içindeki erimiş havanın da birleşmesi ile kabarcıklar oluşmaya başlar. Bu kabarcıklar bir süre büyürler ve belirli bir boyuta ulaştıklarında patlarlar. Bu olay kısaca kavitsyon veya boşluk oluşumu diye adlandırılmaktadır. Kavitsyon olayı pervanelerin hidrodinamik karakteristiklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca pervanelerin gürültülü ve titreşimli çalışmasına, daha kötüsü pervane malzemesine de bağlı olarak malzeme erozyonuna da neden olmaktadır. Kavitsyon olayını daha iyi açıklayabilmek için Şekil 33'deki gibi giriş açısı küçük olan bir profili göz önüne alalım. Suyun sürtünmesiz ve akımın iki boyutlu olduğu varsayalım. Bu durumda suyun buharlaşma basıncı e olsun ve profil üzerindeki bir m noktasındaki su parçacığının basıncı p_m hızı da V_m ile gösterilsin. Böylece profile gelen su akımının p

basınç ve V hız değeri Bernoulli denkleminde yerlerine konulduğunda, aşağıdaki bağıntı elde edilir.



Şekil 33. Sürtünmesiz iki boyutlu akışta profil etrafındaki basınç

$$\Delta p = p - p_m = \frac{1}{2} \rho (V_m^2 - V^2) \quad (165)$$

m noktasında kavitasyon olayının görülmemesi için,

$$p_m > e$$

olmalıdır. Bu koşul

$$p - p_m < p - e \quad (166)$$

şeklinde de yazılabilir. (166) nolu eşitsizliğin iki tarafı $q = \frac{1}{2} \rho V^2$ ile bölüldüğünde,

$$\frac{p - p_m}{\frac{1}{2} \rho V^2} < \frac{p - e}{\frac{1}{2} \rho V^2} \quad (167)$$

bağıntısı elde edilir. Yukarıdaki eşitsizliğin sağ tarafı σ ile gösterilir ve kavitasyon sayısı olarak adlandırılır. σ sayısı sadece akışkanın özelliklerine; yani hızına, basıncına, buharlaşma basıncına ve kütlelesel yoğunluğuna bağlıdır. Eşitsizliğin sol tarafı ise, profilin

geometrisine ve akım hızına bağlıdır. Kavitasyon koşulları (167) bağıntısından yararlanarak aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\frac{\Delta p}{q} < \sigma \text{ ise; kavitasyon yok} \quad (168)$$

$$\frac{\Delta p}{q} \geq \sigma \text{ ise; kavitasyon var} \quad (169)$$

Pervanelerde görülen kavitasyon olaylarını; pervane üzerinde görüldükleri bölgelere ve, kabarcıkların fiziksel özelliklerine göre sınıflandırmak olanaklıdır[23]. Bunlar genelde şerit kavitasyonu ve kabarcıklı kavitasyon olarak ikiye ayrılır. Şerit kavitasyonu, kanat uçlarında çevri şeritlerinin oluşması şeklinde görülmektedir. Bu tür kavitasyon olayı, pervanenin hidromekanik karakteristiklerini önemli ölçüde değiştirmemektedir. Kabarcıklı kavitasyon olayında ise, kabarcıklar oluşmakta ve bir süre sonra da bu kabarcıklar patlamaktadır. Bu durum pervane kanadına gelen akım çizgilerini bozarak, pervanenin hidromekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca bu tür kavitasyon olayı pervane yüzeyi üzerinde malzeme erozyonuna da yol açmaktadır.

Gemi pervanelerinde kavitasyon olup olmayacağını kontrol etmek için, değişik yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlere örnek olarak, Crouch yöntemi, Burrill yöntemi ve Keller yöntemi verilebilir[24] [26]. Bu yöntemlerden Burrill kavitasyon kontrol yöntemi sabit hatveli pervaneler için geliştirilmiştir. Bu yöntemde değişik amaçlı yapılmış gemiler için hazırlanmış olan kavitasyon üst sınır eğrilerinden yararlanılır. Ayrıca kavitasyon bölgesi alanı kanat alanının yüzdesi olarak da verilmiştir. Böylece gemide kullanılan pervanede kavitasyon olayı ve yayılışı tahmin edilebilmektedir. Bir gemi pervanesinin kavitasyon yapıp yapmayacağı, geometrik benzer bir modelinin kavitasyon tüneline yapılacak olan kavitasyon deneyleri sonunda da belirlenebilir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Giriş

Bu bölümde, öncelikle Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmış olan balıkçı tekneleri hidrodinamik olarak değerlendirilmiş ve bu teknelerde uygulanabilecek direnç tahmin yöntemleri belirlenmiştir. Belirlenen bu direnç tahmin yöntemlerinden yararlanarak çalışan sevk sistemi dizayn programı yazılmıştır. Son olarak geliştirilmiş olan bu sevk sistemi dizayn programı Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmış olan balıkçı teknelerine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar teknelerin mevcut sevk sistemleri ile karşılaştırılmıştır.

Balıkçı teknelerinde kullanılabilecek değişik istatistiksel direnç tahmin yöntemleri direnç deneyleri önceden yapılmış olan balıkçı teknelerine uygulanmış ve bu teknelerin hıza göre direnç değişimleri ve hıza göre güç değişimleri belirlenmiştir. Bunun yanında söz konusu teknelere ait model direnç deneyi sonuçları da Froude yöntemine göre analiz edilmiş ve hıza göre direnç değişimleri ile hıza göre güç değişimleri belirlenmiştir. Son olarak direnç tahmin yöntemleriyle belirlenen güç-hız eğrileri ve deney sonuçlarının analiziyle belirlenmiş güç-hız eğrileri karşılaştırılmış ve uygun direnç tahmin yöntemleri belirlenmiştir.

Direnç tahmin yöntemlerinin belirlenmesinin ardından, bir balıkçı teknesinin on en kesitine ve en fazla altı su hattına göre üç boyutlu endaze resmini çizebilen, hidrostatik hesaplarını yapabilen, bu verilere dayanarak dört farklı direnç tahmin yöntemine göre direnç tahmini yapabilen, optimum pervane tasarımını yapabilen , pervane profillerini B pervane serilerinden seçerek çizebilen ve bu profilleri uygun hatvelerde yerleştirebilen, itme ve döndürme momenti kontrolü ile kavitasyon kontrolü yapabilen ve tekne hızına göre pervane devir sayısını belirleyebilen programlar yazılmıştır. Bu programlar Microsoft Excel ve Excel programının Visual Basic tabanında yazılmıştır. Birlikte çalışan bu programların tümü sevk sistemi dizayn programı diye adlandırılmıştır. Son olarak sevk sistemi dizayn programı Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş olan balıkçı teknelerine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar teknelerin mevcut sevk sistemleri ile karşılaştırılmıştır.

2.2. Balıkçı Teknelerinde Uygulanabilecek Direnç Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi

İlk olarak balıkçı teknelerinde kullanılabilir literatürde geçen başlıca direnç tahmin yöntemleri belirlenmiştir. Bu yöntemler; D.J. Doust Yöntemi[8], Cedric Ridgely-Nevitt Yöntemi[8], Herbert Schneekluth'un Artık Direnç Yöntemi[9], Van Oortmerssen Yöntemi[7] ve Holtrop-Mennen Yöntemleridir[10],[11],[12]. Daha sonra bu yöntemler çalışma aralıkları ve programlanabilirlikleri açısından değerlendirilmiştir. Burada D.J. Doust Yöntemi ve Cedric Ridgely-Nevitt Yönteminin çalışma aralıklarının Türkiye'de inşa edilmiş olan balıkçı teknelerine uymadığı görülmüştür.

Doust'un önerdiği direnç tahmin yöntemi ortalama 30 m boyundaki tekneler için uygundur ve bu yöntem maksimum 1,1 Froude sayısı için kullanılabilir. Bu yöntem orta kesit katsayısı 0,8 - 0,94 aralığında , genişlik-su çekimi oranı 2,00 – 2,60 aralığında ve prizmatik katsayısı da 0,60 – 0,70 aralığında doğru sonuç vermektedir[8]. Bu özellikleri ile söz konusu yöntem Türkiye'de inşa edilmekte olan balıkçı teknelerine uymamaktadır. Cedric Ridgely-Nevitt Yönteminde de D.J. Doust Yönteminde kullanılan model serilerine benzer model serileri kullanılmıştır. İki yöntemden elde edilen sonuçlar arasındaki fark aynı tekne için %5-10 düzeylerinde olmaktadır[8]. Sonuç olarak bu yöntem de Türkiye'de inşa edilmekte olan balıkçı tekneleri için uygun değildir (Tablo 7).

Tablo 7. D.J. Doust ve Cedric Ridgely-Nevitt Yönteminin değerlendirilmesi

	D.J. Doust ve Cedric Ridgely-Nevitt Yönteminin uygulama aralığı	İTÜ 148 XB serisi	Doğu Karadeniz'de inşa edilmekte olan balıkçı tekneleri
L/B	4,40-5,80	3,50-5,00	2,250 – 3,000
B/T	2,00-2,60	2,00-2,50	4,120 – 6,450
C _M	0,80-0,94	0,661-0,892	0,470 - 0,719
C _P	0,60-0,70	0,555-0,607	0,465 - 0,850
LCB	0-%6L	%-0,48-%1,56L	
i _e	5°-30°	14°	ortalama 30°

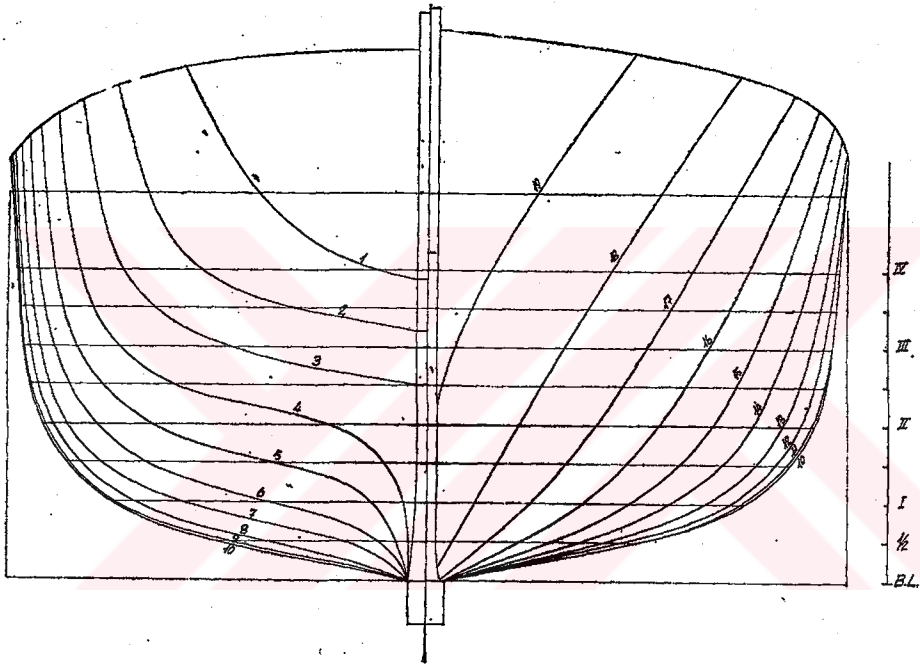
Diğer yöntemler model direnç deneyleri önceden yapılmış olan çeşitli balıkçı teknelerinde uygulanmış ve elde edilen sonuçlar deney sonuçları ile karşılaştırılmıştır. İlk olarak Türkiye’de inşa edilmiş ve model direnç deneyleri yapılmış olan tekneler göz önüne alınmıştır. Bu teknelerin deney sonuçları Froude yöntemi ile analiz edilmiş ve teknelerin hıza göre direnç ve efektif güç değişimleri belirlenmiştir. Daha sonra bu teknelerde direnç tahmin yöntemleri uygulanmış ve teknelerin hıza göre direnç ve efektif güç değişimleri belirlenmiştir. Ve son olarak deneysel ve ampirik sonuçlar karşılaştırılmışlardır.

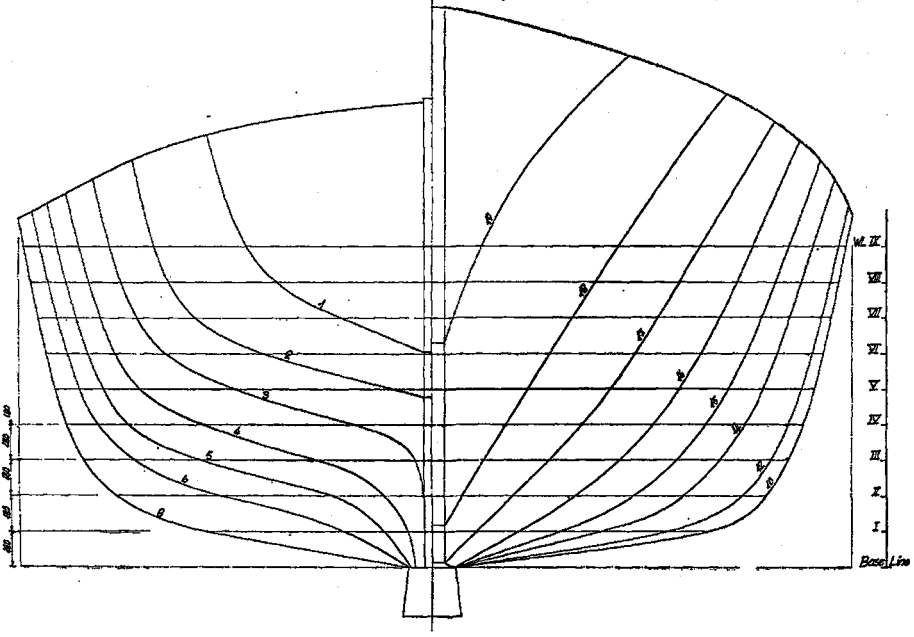
2.2.1. Model Direnç Deneyleri Önceden Yapılmış Olan Örnek Balıkçı Tekneleri

Direnç tahmin yöntemlerinin irdelenebilmesi için model direnç deneyleri önceden yapılmış olan sekiz farklı balıkçı teknesi kullanılmıştır. Kullanılan balıkçı teknelerinden ilk üçü Ata Nutku tarafından model direnç deneyleri yapılmış olan; Karadeniz’de inşa edilmiş iki değişik balıkçı teknesi ile H.I. Chapelle tarafından tasarlanmış olan balıkçı teknesidir[13]. Bu tekneler MG₁, MG₃ ve DG₃ kodlarıyla adlandırılmıştır. MG₁ kodu; İstanbul Golden Horn (Haliç) Tersanesinde yapılmış olan “Atılay” isimli ahşap balıkçı teknesini, MG₃ kodu; Sürmene Karadeniz sahilindeki bir tersanede yapılmış ahşap balıkçı teknesini, DG₃ kodu ise H.I. Chapelle tarafından tasarlanmış olan balıkçı teknesini göstermektedir. Bu balıkçı tekneleri düşük su çekimleri, büyük genişlik-su çekimi oranları ve küçük boy-genişlik oranları ile Karadeniz’de yapılmakta olan balıkçı teknelerinin temelini oluşturmaktadır. Diğer beş tekne ise K. Kafalı yönetiminde; K. Kafalı, A. Şalcı ve Ö. Şaylan’dan oluşan araştırma gurubunun, TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu) desteği altında, yapmış olduğu “Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi” isimli araştırma projesi sonunda oluşturulmuş olan 148 XB kodlu balıkçı tekneleridir[2]. Bu çalışmada 148 1B, 148 2B, 148 3B, 148 4B ve 148 5B tekneleri kullanılmıştır. Bu teknelerin Doğu Karadeniz’ de inşa edilmekte olan teknelerden farklı olarak genişlik-su çekimi oranları görece olarak daha küçüktür. Teknelerin ana özellikleri Tablo 8’de en kesiti resimleri Şekil 34, Şekil 35, Şekil 36, Şekil 37, Şekil 38, Şekil 39, Şekil 40 ve Şekil 41’de verilmiştir.

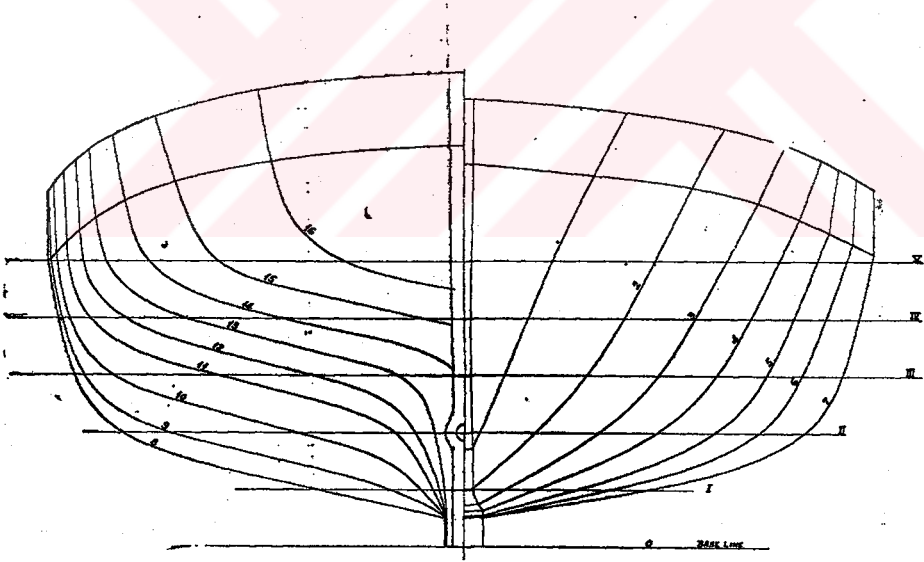
Tablo 8. Model direnç deneyi önceden yapılmış olan örnek balıkçı tekneleri

	MG ₁	MG ₃	DG ₃	148 1B	148 2B	148 3B	148 4B	148 5B
L _{WL}	13,10m	13,16m	13,10m	20m	20m	20m	20m	20m
B	4,05m	3,79m	4,162m	5,714m	5,714m	5,714m	5,714m	5,714m
Torta	0,84m	0,74m	0,75m	2,286m	2,286m	2,286m	2,286m	2,286m
C _B	0,468	0,56	0,419	0,378	0,535	0,406	0,497	0,444
C _M	0,6	0,702	0,6	0,661	0,892	0,668	0,888	0,720
LCB	+0,572m	+0,302m	-0,353m	+0,83m	+0,01m	+0,80m	+0,02m	+0,63m

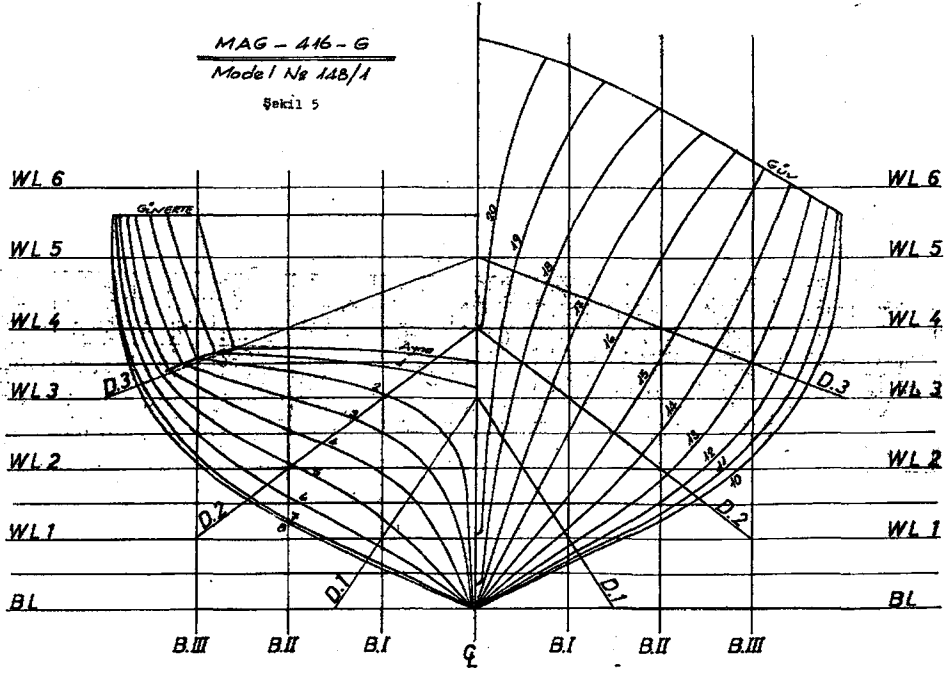
Şekil 34. MG₁ (İstanbul, Golden Horn (Haliç) Tersanesi, Atılay)



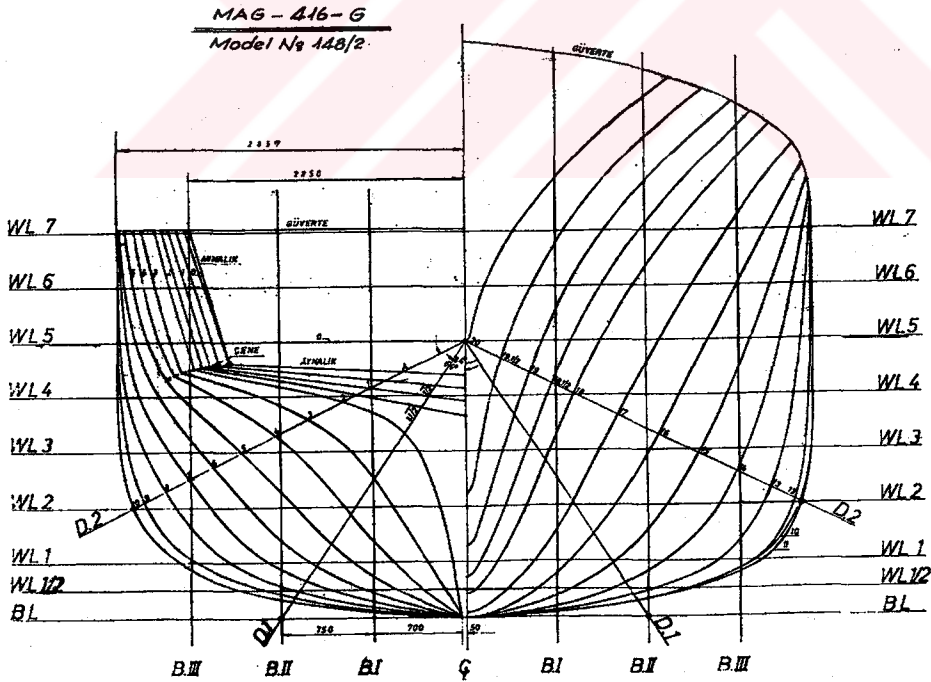
Şekil 35. MG₃ (Sürmene, Karadeniz Sahilinde bir tersanede yapılmış balıkçı teknesi)



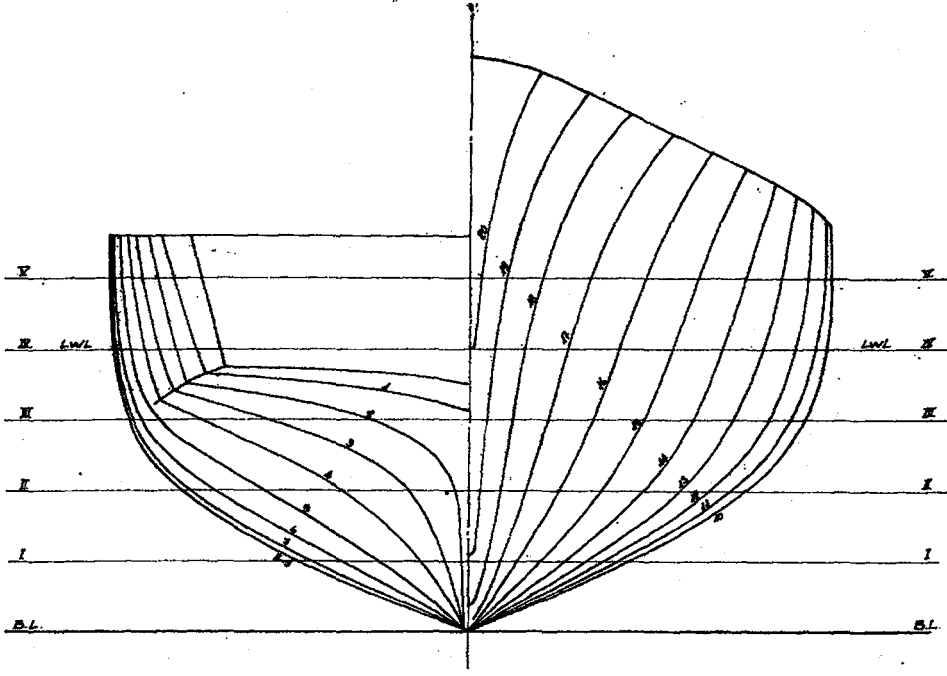
Şekil 36. DG₃ (H.I. Chappelle tarafından tasarlanmış olan balıkçı teknesi)



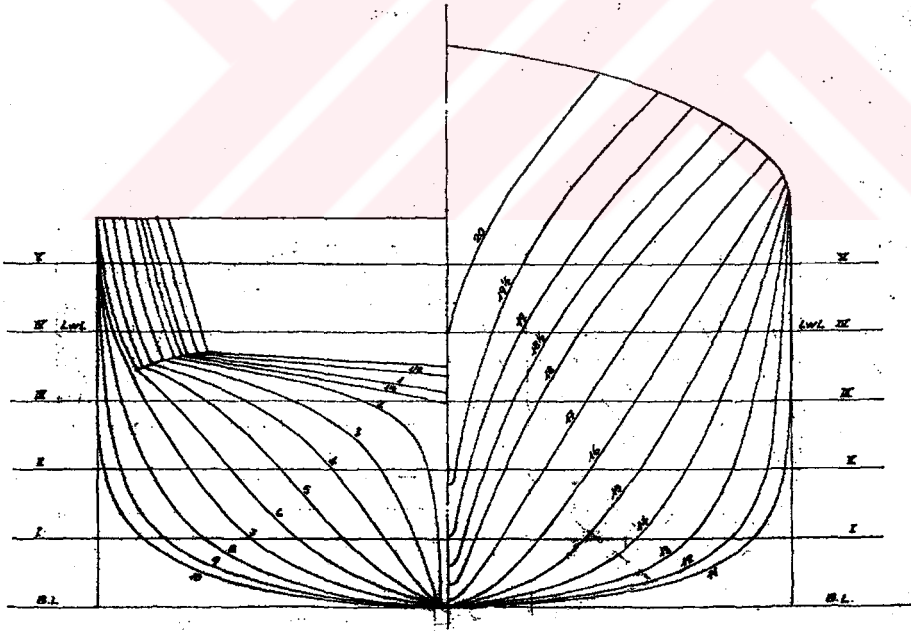
Şekil 37. 148 1B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi)



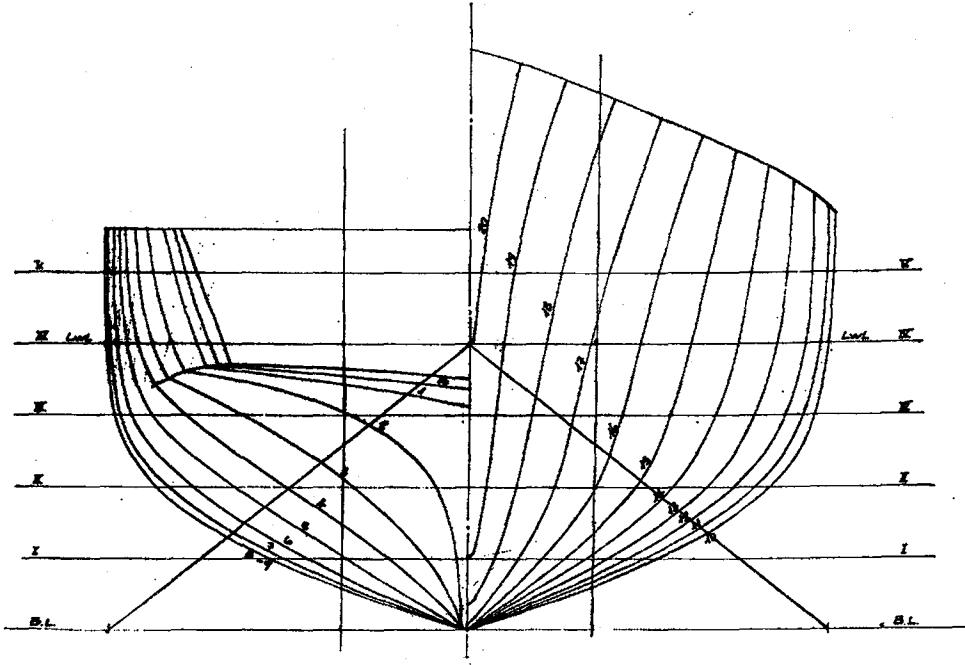
Şekil 38. 148 2B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi)



Şekil 39. 148 3B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi)



Şekil 40. 148 4B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi)

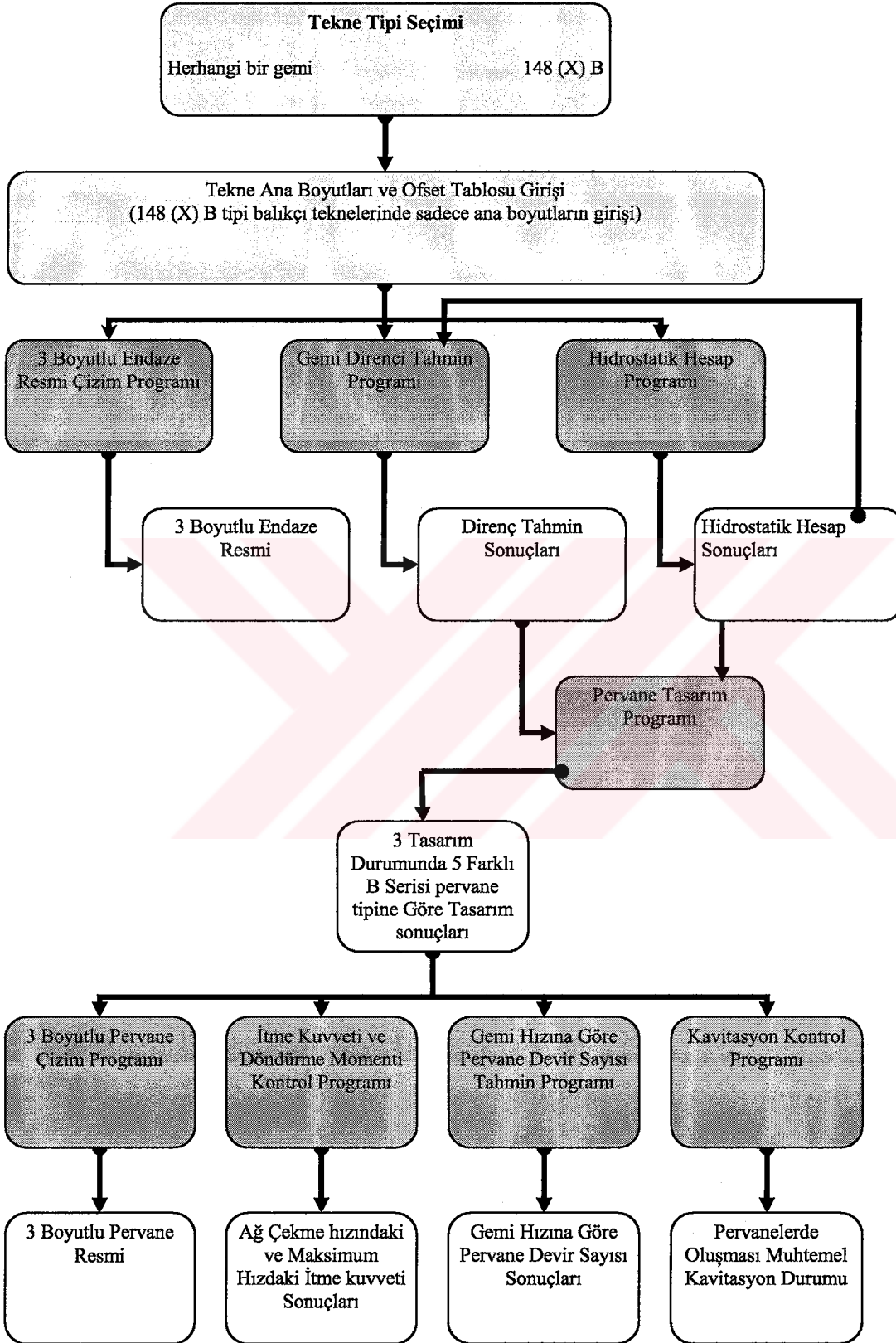


Şekil 41. 148 5B ("Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Teknesi Formlarının Geliştirilmesi" projesi)

2.3. Sevk Sistemi Tasarım Programı

Sunulan çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmakta olan balıkçı teknelerinde ve genel olarak tüm gemilerde sevk sisteminin bilgisayar destekli tasarımının yapılabilmesi için bir birleriyle eş olarak çalışabilen bir dizi paket bilgisayar programları hazırlanmıştır. Bu paket bilgisayar programları uygulanarak herhangi bir teknenin 3 boyutlu endaze resmi çizdirilebilmekte, hidrostatik hesapları yaptırılabilmekte, 4 farklı direnç tahmin yöntemine göre direnç tahmini yaptırılabilmekte, optimum pervane dizaynı yaptırılabilmekte, pervanelerin 3 boyutlu resimleri çizdirilebilmekte, itme kuvveti ve tork ile kavitasyon kontrolü yaptırılabilmekte ve tekne hızına göre pervane devir sayıları belirlenebilmektedir. Programların çalışması için sadece tekne ana boyutlarının ve ofset tablosunun programa girilmesi yeterlidir. Bu paket programlar Excel programı ve bu programın Visual Basic tabanı ile yazılmıştır. Akış diyagramı Şekil 42'de verilmiş olan paket programların bütünü sevk sistemi dizayn programı diye adlandırılmıştır. Programın çalıştırılması için giriş bölümüne tekne ana boyutları ve ofset tablosunun girilmesi ve daha sonra giriş bölümünde sırasıyla verilmiş olan programların adım adım açılması ve istenilen değerlerin girilmesi yeterlidir. Programlar bir birlerini zincirleme olarak izlemektedirler.

SEVK SİSTEMİ DİZAYN PROGRAMI



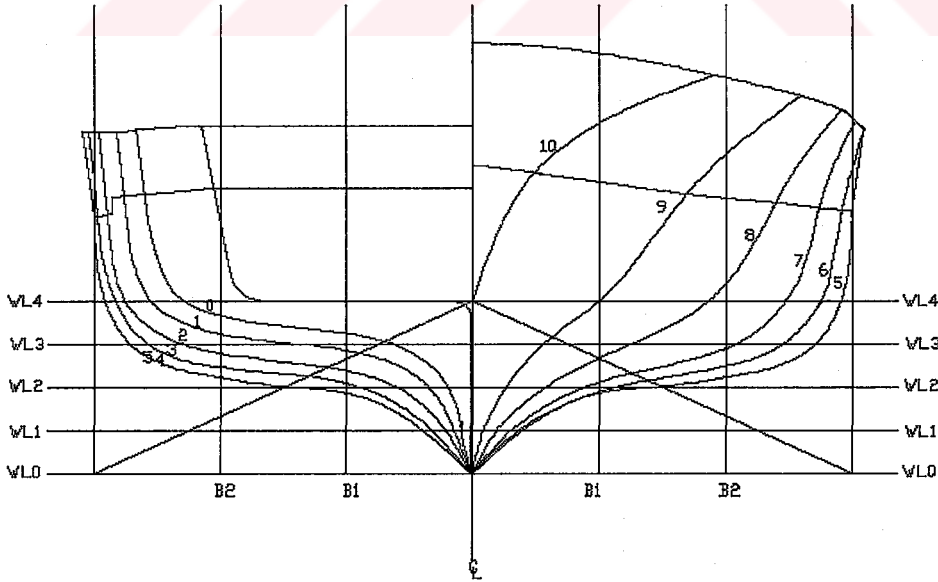
Şekil 42. Sevk sistemi tasarım programı akış şeması

2.3.1. Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmiş Olan Örnek Balıkçı Tekneleri

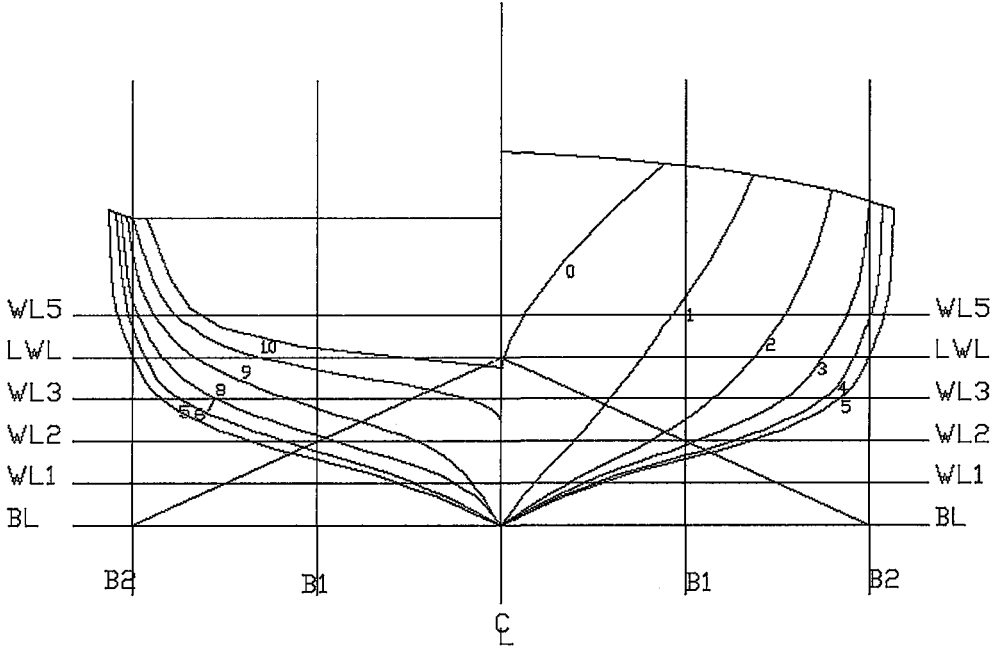
Burada örnek olarak Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmış olan dört farklı balıkçı teknesi seçilmiştir. Bu balıkçı tekneleri Trabzon Yeniay-Çamburnu Yöresinde inşa edilmişler ve bu çalışmada DK 1, DK 2, DK 3 ve DK 4 kodları ile adlandırılmışlardır. Örnek balıkçı teknelerinin ana özellikleri Tablo 9 da en kesiti resimleri ise Şekil 43, Şekil 44, Şekil 45 ve Şekil 46'da verilmiştir.

Tablo 9. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş örnek balıkçı tekneleri

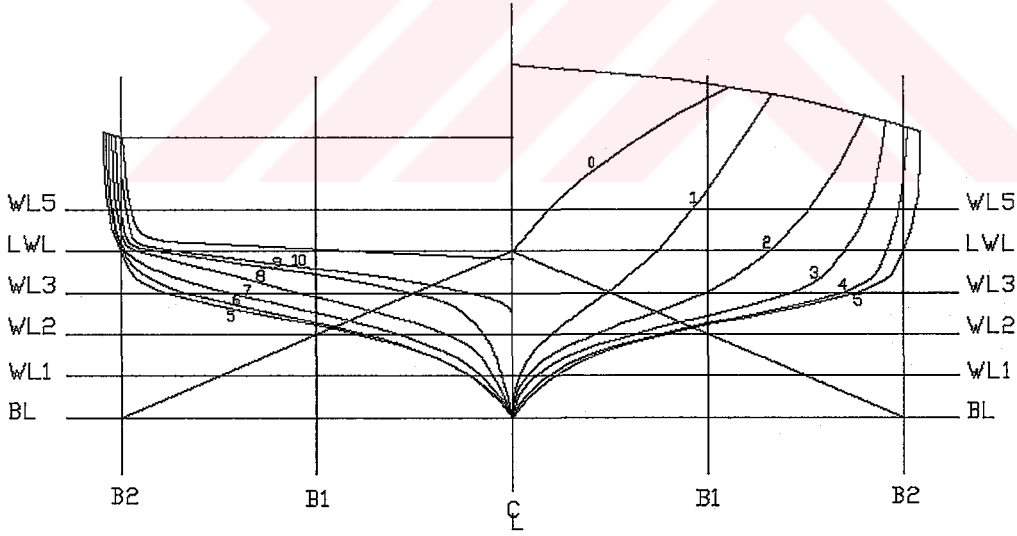
	DK1	DK2	DK3	DK4
Tekne ismi	R/V KTÜ DENAR 1	F/V Nail Baba	F/V Hicaz III	F/V Alioğulları
L_{BP}	21,2 m	22,5 m	27 m	20,15 m
B	7 m	8,35 m	9,9 m	8,88 m
T	1,6 m	1,8 m	2 m	1,6 m
D	2,4 m	2,8 m	3,25 m	2,5 m
Ana makine	Volvo Penta 212 kW Volvo Penta 287 kW	Volvo Penta 209 kW Man 180 kW	Volvo Penta 305 kW Caterpillar 180 kW	Volvo Penta 403 kW
Ana makine devir sayısı	1800d/dk 1800d/dk	2200d/dk 2200d/dk	2200d/dk 2100d/dk	2100d/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3:1 3:1	4:1 4:1	4:1 4:1	3:1
Pervane çapı				



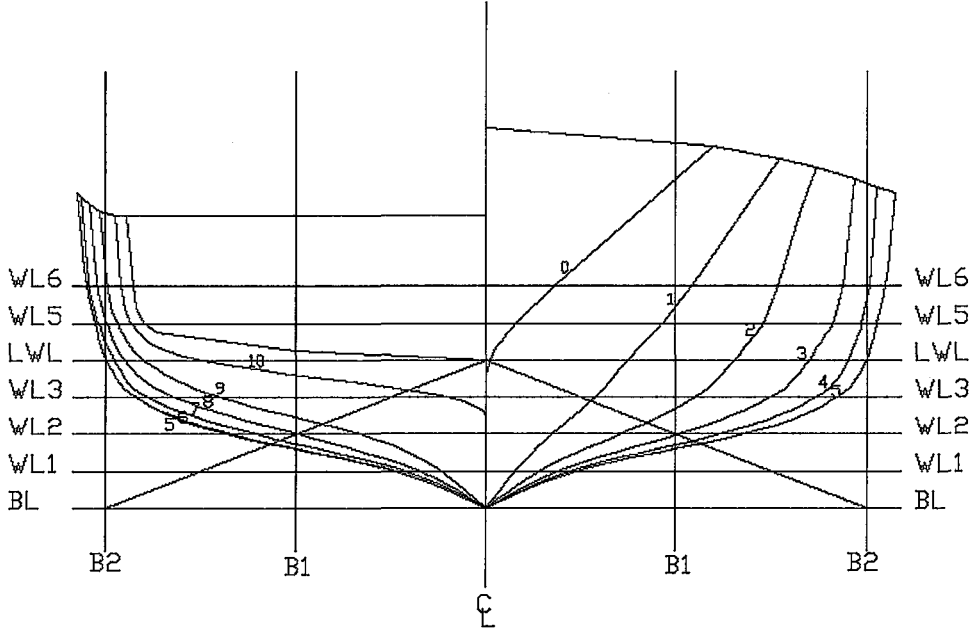
Şekil 43. DK1 balıkçı teknesinin en kesitleri



Şekil 44. DK2 balıkçı teknesinin en kesitleri



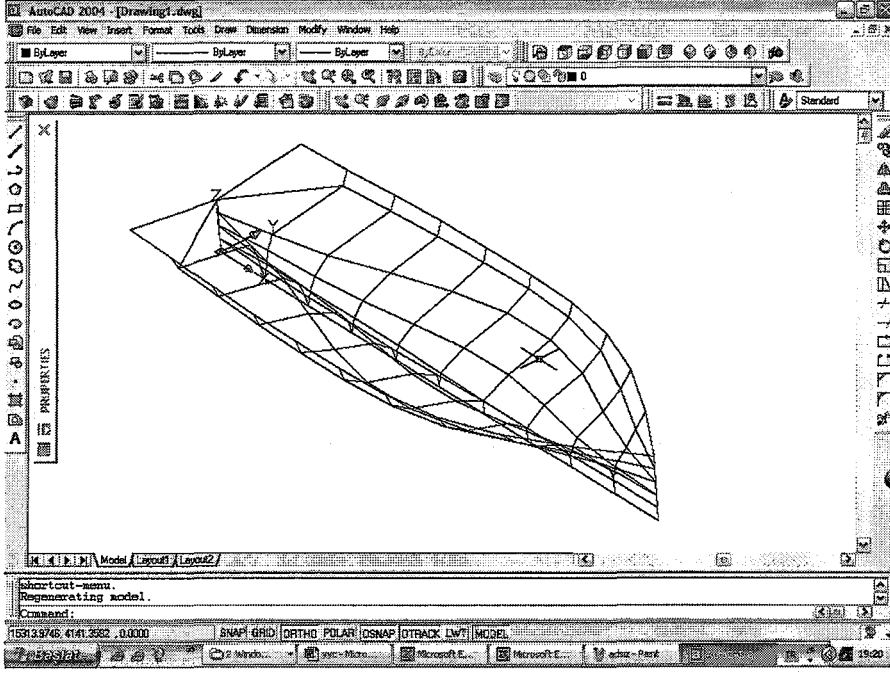
Şekil 45. DK3 balıkçı teknesinin en kesitleri



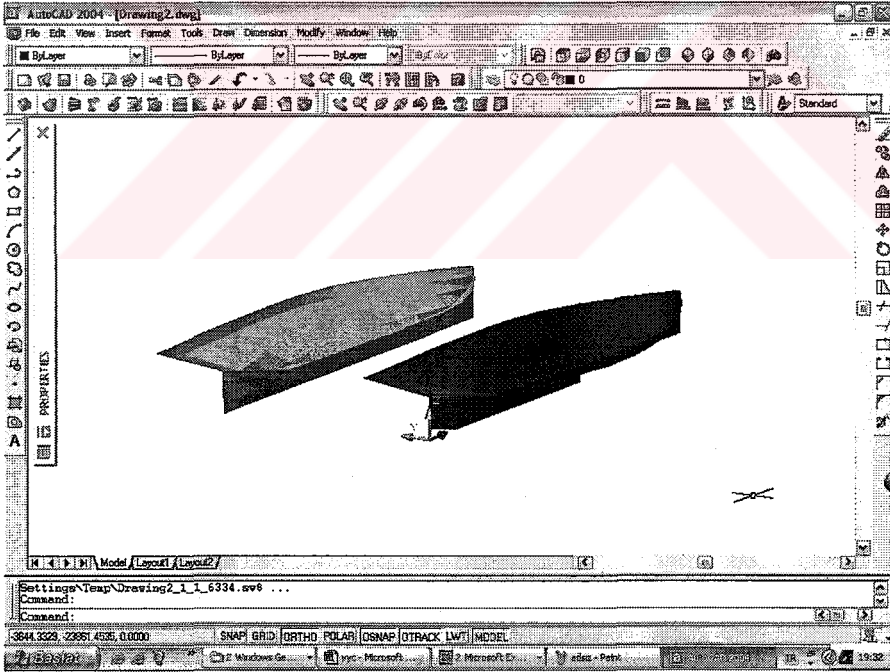
Şekil 46. DK4 balıkçı teknesinin en kesitleri

2.3.2. Üç Boyutlu Endaze Resminin Çizimi ve Hidrostatik Hesap Programı

Üç boyutlu endaze resmi için hazırlanan paket bilgisayar programı Microsoft Excel tabanında yazılmıştır. Program herhangi bir teknenin ana boyutlarının ve ofset tablosunun girilmesi ile çalışmaktadır. Girilen ofset tablosu değerlerini üç boyutlu koordinatlar olarak hesaplayan program bu koordinatları uygun komutlar altında sırasıyla yerleştirebilmektedir. Daha sonra bu komutların ve koordinatların bulunduğu sütunun kopyalanıp Autodesk Autocad programının komut satırına yapıştırılması teknenin en kesitlerinin ve su hatlarının üç boyutlu olarak çizilmesi için yeterli olmaktadır. Program ayrıca tekne yüzey alanını da kaplayabilmekte ve tekneyi üç boyutlu katı model olarak çizebilmektedir. Autocad ortamında bu katı modelin istenilen enine meyilde ve boyuna trim açılarında, hacmi, yüzey alanı, hacim merkezi ve eylemsizlik momentleri hesaplanabilmektedir(Şekil 47 ve Şekil 48).



Şekil 47. 3 Boyutlu Form resmi

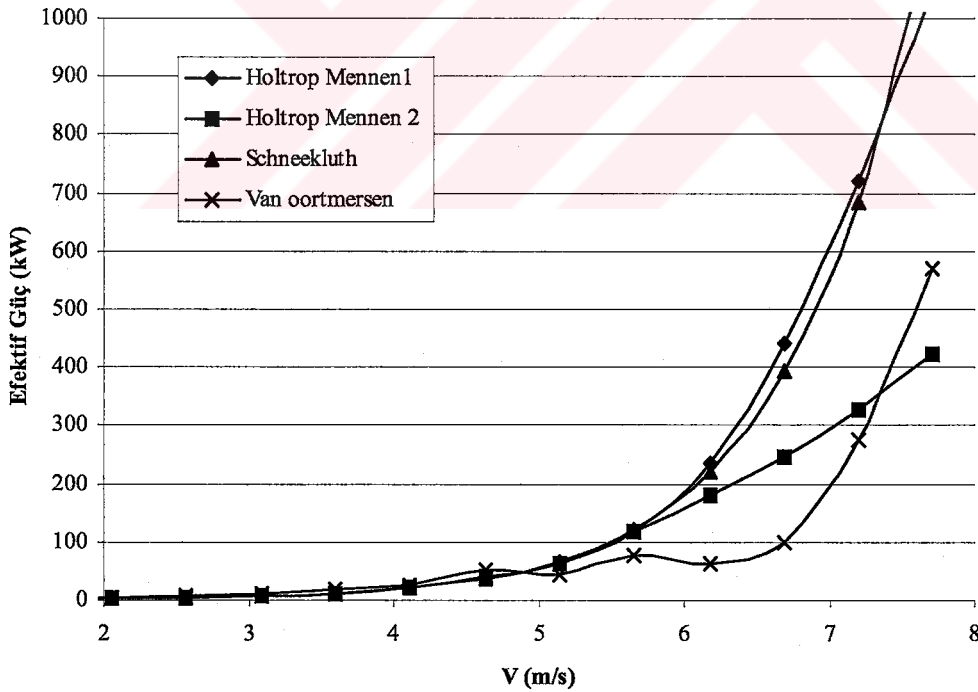


Şekil 48. Yüklü su hattına kadar teknenin ıslak yüzeyi ve katı modeli

Hidrostatik hesaplamalar, programa girilen ofset değerleri kullanılarak Simpson sayısal integrasyon yöntemi ile yapılmaktadır. Bu program ile teknelerin çeşitli durumlardaki hacim merkezleri ve boyutsuz katsayıları gibi önemli büyüklükleri hesaplanabilmektedir.

2.3.3. Direnç Tahmin Programı

Direnç Tahmin Programı Microsoft Excel ve Visual Basic tabanı ile yazılmıştır. Program dört farklı direnç tahmini yöntemine göre hesaplama yapabilmektedir. Bu yöntemler Herbert Schneekluth'un Artık Direnç Yöntemi, Van Oortmerssen Yöntemi, Holtrop-Mennen 1 ve Holtrop-Mennen 2 yöntemidir. Programlar gerekli büyüklükleri; üç boyutlu endaze resmi çizimi ve hidrostatik hesap programından otomatik olarak alabilmektedir. Programların çalışması için açılmaları yeterlidir. Program dört yöntemle göre direnç tahmini sonuçlarını verebilmekte ve efektif güç değerlerini hıza göre grafik olarak çizmektedir(Şekil 49).

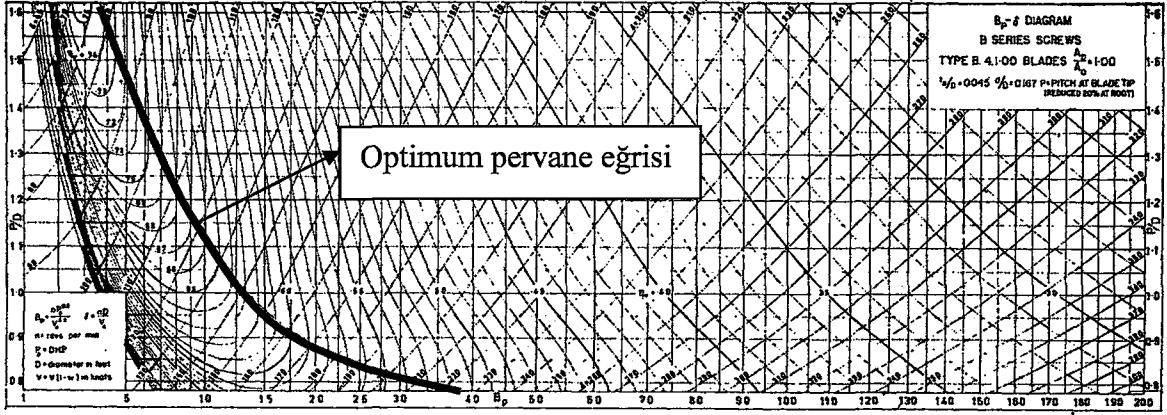


Şekil 49. Efektif güç grafiği

2.3.4. Optimum Pervane Tasarımı ve Üç Boyutlu Pervane Çizim Programı

Optimum pervane hesabı ve üç boyutlu pervane çizimi için hazırlanmış olan bu program Waganingen B pervane serisinden B 3.50, B 4.40, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri kullanılarak Microsoft Excel ve Visual Basic tabanında yazılmıştır. Program tek pervaneli ve çift pervaneli tekneler için kullanılabilir. Program; efektif beygir gücünü maksimum hıza göre direnç tahmin programından almakta, buna bağlı olarak tekneye uygun pervane tasarımını B 3.50, B 4.40, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervanelerine göre yapabilmekte ve ana makine gücünü belirleyebilmektedir. Optimum pervane tasarımı yapıldıktan sonra; 3 boyutlu pervane çizimi programı kullanılarak pervanenin 3 boyutlu resmi Autocad ortamında çizdirilebilmektedir.

Söz konusu optimum pervane tasarım programında üç alt program kullanılmıştır. Bunlardan ilki Taylor'ın vermiş olduğu B-pervane serisi $B_p-\delta$ diyagramlarına göre yazılmıştır. Burada pervane hesabı bir örneği Şekil 50'de verilmiş olan diyagramda bulunan optimum pervane eğrisine göre yapılmaktadır. Bu programda giriş değeri pervane devir sayısı, tekne hızı ve bu hız için gereken efektif güçtür. Fakat programda kullanılan iz katsayısı ve itme azalması alt programının çalıştırılabilmesi için başlangıçta tahmini bir pervane çapı da girilmelidir. Burada girilen çap değeri yerine daha sonra programın hesapladığı çap değerinin girilmesi ile program kendi içinde bir döngü oluşturarak uygun pervane çapını hesaplayabilmektedir. Bunun yanında program uygun ana makine fren gücünü ve uygun pervane hatvesini de hesaplayabilmektedir. İkinci program ise; yine Taylor'un $B_p-\delta$ diyagramlarına göre yazılmış, ana makine fren gücünün ve pervane devir sayısının girilmesi ile uygun pervane çapını, hatvesini ve teknenin kaç knot hız yapabileceğini hesaplayabilmektedir. Bu program da optimum pervane eğrisine göre hesap yapmaktadır. Bu iki program da, B 3.50, B 4.40, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervanelerine ilişkin diyagramlardaki optimum pervane eğrilerine B_p-P/D , $B_p-\eta$, $B_p-\delta$ değerlerine regresyon analizine dayanarak eğri uydurulması ile elde edilen polinomlar kullanılmaktadır. Böylece söz konusu sistematik pervane serilerine ilişkin deneysel eğriler programda kullanılabilir duruma getirilmiştir.



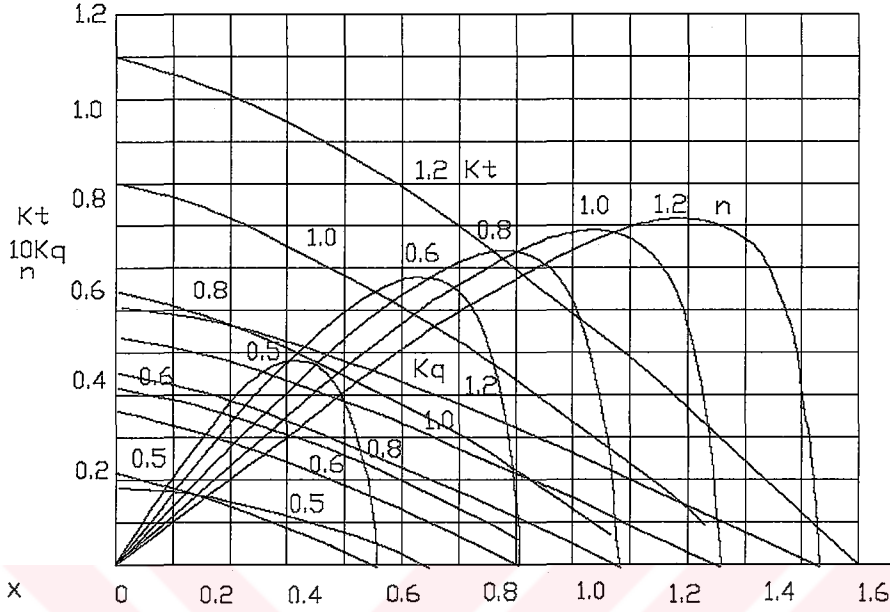
Şekil 50. B_p - δ diyagramlarına göre pervane tasarımı [8]

Üçüncü program ise Van Oossanen'in vermiş olduğu Tablo 6 daki polinom katsayılarına göre yazılmıştır. Bu program başlangıç devir sayısı, devir sayısı artım miktarı, başlangıç pervane çapı, pervane çapı artım miktarı, tekne hızı ve tekne efektif beygir gücünün girilmesi ile en uygun pervane çapını, pervane devir sayısını, ana makine gücünü, pervane hatvesini, pervane döndürme momentini, pervane itme kuvvetini ve kavitasyon durumunu hesaplayabilmektedir. Bu programda devir sayısı veya pervane çapı sabit tutulabildiği gibi her ikisi de bağımsız olarak değiştirilebilmektedir.

2.3.5. İtme Ve Döndürme Momenti Kontrol Programı

Bu program tekne hızı, pervane devir sayısı ve pervane karakteristikleri girilerek pervanenin girilen tekne hızı ve devir sayısında ürettiği itme kuvvetini ve milindeki döndürme momentini hesaplayabilmektedir. Program Microsoft Excel programı ve Visual Basic tabanlı kullanılarak yazılmıştır. Bu program balıkçı teknelerinde özellikle ağ çekerken gerekli itme kuvvetinin sağlanıp sağlanmadığının kontrolü için kullanılabilir. Ayrıca bu programdan yararlanarak tekne efektif beygir gücünün hıza göre değişimi ve pervanenin devir sayılarına göre üretebildiği itme güçlerinin devir sayısına göre değişimleri aynı grafik üzerinde çizdirilebilmekte ve pervanenin hangi tekne hızında hangi devir sayısında dönmesi gerektiği belirlenebilmektedir. Program B 3.50, B 4.40, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri ve Ka-4.70 N19A ve Ka-4.70 N37 nozullu pervanelerine göre yazılmıştır. Bu programın iki versiyonu bulunmaktadır. Bunlardan ilki Taylor'ın verdiği

K_T , K_Q diyagramlarına eğri uydurularak oluşturulmuştur(Şekil 51). Diğeri ise Van Oossanen'in Tablo 6 da vermiş olduğu polinom katsayılarına göre yazılmıştır.



Şekil 51. K_T , K_Q diyagramları

2.4. Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmiş Olan Balıkçı Teknelerine Uygun Sevk Sistemi Tasarımı

Yukarıda açıklanan bilgisayar paket programlarının uygulanması ile Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerine uygun sevk sistemlerinin tasarımları yapılabilmektedir. Burada yapılmış olan uygulamalar kısaca açıklanacaktır. İlk olarak sevk sistemi tasarımı yapılacak olan teknelerin ana boyutları ve ofset tabloları sağlanmıştır. Kullanılan örnek balıkçı tekneleri Çamburnu-Yeniay bölgesinde inşa edilmiş olan balıkçı teknelerinden seçilmiştir. Ve DK 1, DK 2, DK 3, DK 4 şeklinde adlandırılmışlardır.

Birinci adımda, ana boyutları Tablo 9'da verilmiş olan örnek balıkçı teknelerinin ofset tablolarındaki değerler üç boyutlu endaze resmi çizimi ve hidrostatik hesap programına girilmiş ve ofset tablolarının doğruluğu bu üç boyutlu form incelenerek değerlendirilmiş ve hidrostatik özellikleri belirlenmiştir.

İkinci adımda, elde edilen hidrostatik hesap sonuçları ve tekne ana boyutları kullanılarak direnç tahmin programı çalıştırılmıştır. Bu programın ilk adımdan hemen sonra açılması yeterlidir. Program; Schneekluth, Van Oortmersen, Holtrop-Mennen 1 ve Holtrop-Mennen 2 yöntemlerine göre tekneye etki eden direnci takıntıları ile birlikte

hesaplayıp teknenin sevk edilebilmesi için gerekli efektif beygir gücünü tekne hızına göre(knot) grafik olarak çizebilmektedir. İleride belirtileceği gibi Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş balıkçı tekneleri için en uygun direnç tahmin yönteminin Holtrop-Mennen 1 yöntemi olduğu belirlenmiştir. Sevk sistemi dizaynında genellikle Holtrop-Mennen 1 yöntemi kullanılmış, bazı durumlarda Schneekluth yönteminden yararlanılmıştır.

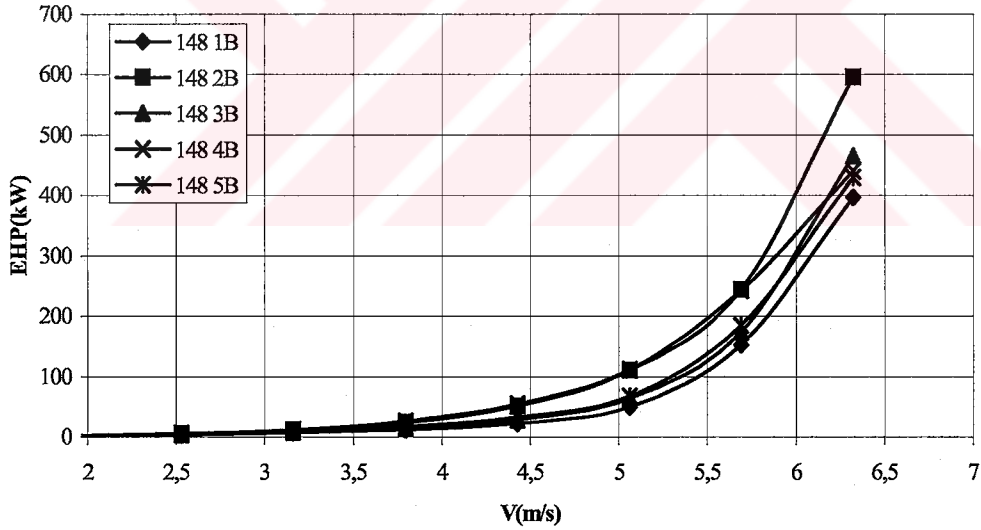
Üçüncü adımda, tekneye uygun pervane tasarımı yapılmıştır. Burada iki program kullanılmıştır. Bunlardan ilki pervane devir sayısına göre ana makine gücünü ve pervane boyutlarını Taylor'un Bp- δ diyagramlarından yararlanarak hesaplamaktadır. Diğeri ise Van Oosanen'in vermiş olduğu polinom katsayılarına göre çalışan, pervane devir sayısı ve pervane çapı için birer başlangıç değeri ve artım miktarı girilerek, optimum ana makine gücünü, pervane boyutlarını, pervane döndürme momentini, itme kuvvetini ve kavitasyon durumunu hesaplayabilen pervane tasarımı programıdır. İlk program ile ana makinesi bilinen bir teknenin pervane boyutları ve tekne hızı hesaplanabilmekte kavitasyon durumları belirlenebilmektedir.

Son adımda, belirlenen pervanelerin maksimum hızda ve ağ çekme durumunda oluşturdukları itme kuvveti ve döndürme momentleri itme ve moment hesabı programından yararlanarak hesaplanmıştır. Bu program farklı devir sayılarında seçilen pervanenin oluşturabileceği efektif gücü tekne hızına göre çizebilmektedir. Aynı zamanda bu grafikte teknenin hareket edebilmesi için gereksinim duyulan efektif güç değeri de hıza göre çizilmektedir. Böylece tekne pervanesinin hangi hızda hangi devir sayısında dönmesi gerektiği belirlenebilmektedir.

3. BULGULAR

3.1. İTÜ 148 XB Serisi Balıkçı Teknelerinin Deney Sonuçlarının Froude Yöntemi ile Analizi

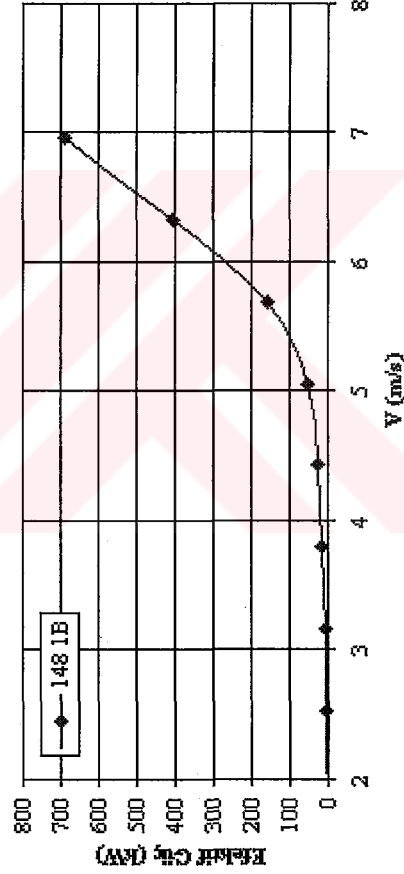
Bu bölümde daha önceden İstanbul Teknik Üniversitesi Ata Nutku Deney Havuzunda model deneyleri yapılmış olan 148 1,2,3,4,5B teknelerinin dirençlerinin ve efektif güçlerinin hıza göre değişimleri Froude yöntemine göre belirlenmiştir. Model deneyleri takıntısız ahşap modeller ve türbülans yapıcı tel kullanılarak yapılmıştır[2]. Direnç hesabı Froude yöntemi ile Microsoft Excel programı kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen direnç sonuçları Tablo 10, Tablo 11, Tablo 12, Tablo 13 ve Tablo 14'de verilmiş, ayrıca efektif gücün hıza göre değişim grafikleri Şekil 53, Şekil 54, Şekil 55, Şekil 56 ve Şekil 57'de sunulmuştur. Şekil 52'de 148 serisi teknelerin efektif güçlerinin hıza göre değişimleri verilmiştir.



Şekil 52. 148 1B, 2B, 3B, 4B ve 5B balıkçı teknelerinin hıza göre direnç değişimleri

Tablo 10. 148 1B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi

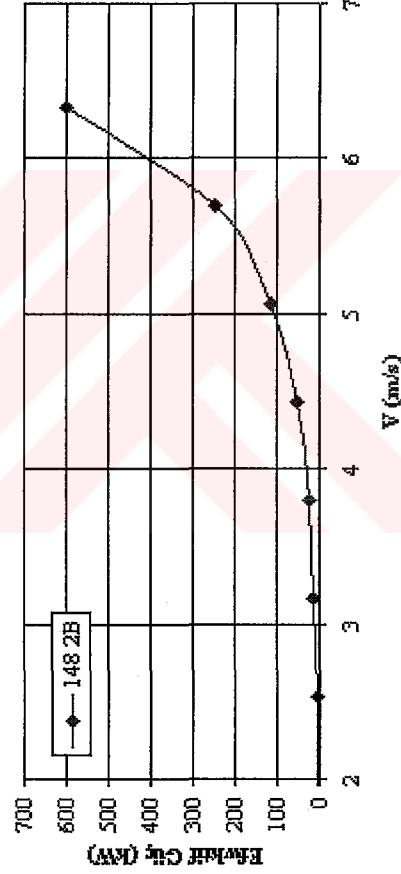
model hızı		Gemi hızı		früde yönemi		Sg		126.1 vtatlı		1.10E-06 vtuzlu		1.19E-06			
V(knot)	V(m/sn)	V(knot)	V(m/sn)	alfa	Rtm	Re(model)	Cf(model)	Rfm	Re(gemi)	Cf(gemi)	Rfg	Rtg	Rtg(kN)	kW	BG
0.368802	0.2	1.229501	0.632456	0.035	362318.8	0.005921	0.015204	1.06E+07	1.06E+07	2.97E-03	7.820244	27.61604	0.270913	0.171341	0.2295666
0.777605	0.4	2.459003	1.264911	0.07	724637.7	0.006033	0.051701	2.13E+07	2.13E+07	0.002642	27.84621	50.322	0.493659	0.624434	0.836663
1.166407	0.6	3.688504	1.897367	0.13	1066957	0.004604	0.106399	3.19E+07	3.19E+07	0.002476	58.70926	91.11691	0.893657	1.695974	2.2723
1.55521	0.8	4.918006	2.529822	0.22	1449275	0.004331	0.177965	4.26E+07	4.26E+07	0.002367	99.7904	156.7938	1.538147	3.891239	5.213559
1.944012	1	6.147507	3.162278	0.34	1811594	0.004137	0.265557	5.32E+07	5.32E+07	0.002287	150.6894	247.7355	2.430286	7.685238	10.29684
2.332815	1.2	7.377009	3.794733	0.48	2173913	0.003987	0.368568	6.39E+07	6.39E+07	0.002225	211.1138	354.2133	3.474832	13.18606	17.66695
2.721617	1.4	8.60651	4.427189	0.74	2536232	0.003867	0.486526	7.45E+07	7.45E+07	0.002175	280.8348	576.4339	5.654816	25.03494	33.54231
3.11042	1.6	9.836011	5.059644	1.285	2898551	0.003767	0.619053	8.52E+07	8.52E+07	0.002133	359.6657	1079.563	10.59051	53.58422	71.79321
3.499222	1.8	11.06551	5.6921	3.07	3260870	0.003682	0.76583	9.58E+07	9.58E+07	0.002096	447.4494	2818.737	27.65181	157.3969	210.8835
3.888025	2	12.29501	6.324555	6.81	3623188	0.003608	0.926585	1.06E+08	1.06E+08	0.002065	544.0509	6509.073	63.85401	403.8482	541.0839
4.276827	2.2	13.52452	6.957011	10.46	3965507	0.003544	1.101084	1.17E+08	1.17E+08	2.04E-03	649.3518	10105.67	99.13663	689.6946	924.0666



Şekil 53. 148 1B teknesinin hızla göre efektif güç değışimi

Tablo 11. 148 2B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi

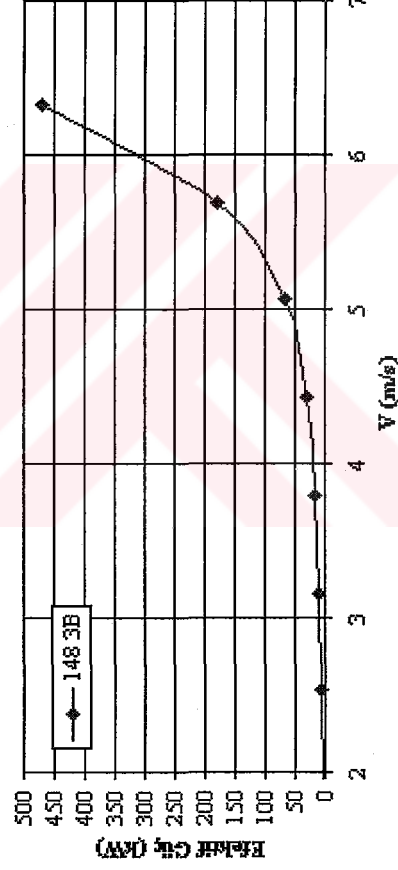
model hızı V(knot)	Gemi hızı V(m/s)	V(knot)	V(m/s)	alfa	139.8 vtatlı			1.10E-06 vtuzlu			1.19E-06			
					Sg	Lm	Re(germ)	2 Lg	Rtg	Rtg(kN)	kW	BG		
					10 Sm	Cf(model)	Rfm	Re(germ)	Cf(germ)	Rfg	Rtg	Rtg(kN)	kW	BG
0.388802	0.2	1.229501	0.632456	0.03	3.62E+05	0.005921	0.015204	1.06E+07	2.97E-03	7.820244	22.61604	0.221863	0.140319	0.188002
0.777605	0.4	2.459003	1.264911	0.09	7.24637.7	0.005033	0.051701	2.13E+07	0.002642	27.84621	70.322	0.689859	0.87261	1.16914
1.166407	0.6	3.688504	1.897367	0.18	1086957	0.004604	0.106399	3.19E+07	0.002476	58.70926	141.1169	1.384357	2.626632	3.519215
1.55521	0.8	4.918006	2.529822	0.31	1449275	0.004331	0.177965	4.26E+07	0.002367	99.7904	246.7938	2.421047	6.124819	8.206154
1.944012	1	6.147507	3.162278	0.5	1811594	0.004137	0.265557	5.32E+07	0.002287	150.6894	407.7355	3.999886	12.64875	16.94705
2.332815	1.2	7.377009	3.794733	0.796	2173913	0.003987	0.368568	6.39E+07	0.002225	211.1138	670.2133	6.574792	24.94958	33.42795
2.721617	1.4	8.60651	4.427189	1.39	2536232	0.003867	0.486526	7.45E+07	0.002175	280.8348	1226.434	12.03132	53.26491	71.36539
3.11042	1.6	9.836011	5.059644	2.5	2898551	0.003767	0.619053	8.52E+07	0.002133	359.6657	2294.563	22.50966	113.8909	152.5933
3.49922	1.8	11.06551	5.6921	4.7	3280870	0.003682	0.78583	9.58E+07	0.002096	447.4494	4448.737	43.64211	248.4153	332.8317
3.888025	2	12.29501	6.324555	10	3623188	0.003608	0.926585	1.06E+08	0.002065	544.0509	9699.073	95.14791	601.7682	806.2611



Sekil 54. 148 2B teknesinin hızı göre efektif güç değişimi

Tablo 12. 148 3B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi

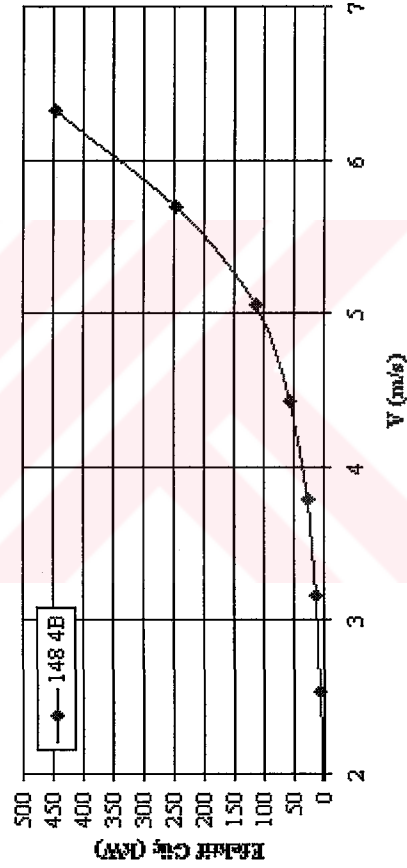
model hızı		Gemi hızı		fruede yönemi		125 vıatlı		1.10E-06 vıuzlu		1.19E-06					
V(knot)	V(m/sn)	V(knot)	V(m/sn)	alfa	Rtm	Re(model)	Cf(model)	Rfm	Re(gemi)	Cf(gemi)	Rfg	Rtg	Rtg(kN)	kW	BG
0.388802	0.2	1.229501	0.632456	0.04	3.62E+05	0.005921	0.015204	1.06E+07	1.06E+07	2.97E-03	7.820244	32.61604	0.319963	0.202363	0.271129
0.777605	0.4	2.459003	1.264911	0.084	7.24637.7	0.005033	0.051701	2.13E+07	2.13E+07	0.002542	27.84621	64.322	0.630999	0.798157	1.069387
1.166407	0.6	3.688504	1.897367	0.168	1086957	0.004604	0.106399	3.19E+07	3.19E+07	0.002476	58.70926	129.1169	1.266637	2.403274	3.219955
1.55521	0.8	4.918006	2.529822	0.274	1449275	0.004331	0.177965	4.26E+07	4.26E+07	0.002367	99.7904	210.7938	2.067887	5.231387	7.009116
1.944012	1	6.147507	3.162278	0.408	1811594	0.004137	0.265557	5.32E+07	5.32E+07	0.002287	150.6894	315.7355	3.097366	9.79473	13.12318
2.332815	1.2	7.377009	3.794733	0.57	2173913	0.003987	0.368568	6.39E+07	6.39E+07	0.002225	211.1138	444.2133	4.357732	16.53643	22.15584
2.721617	1.4	8.60651	4.427189	0.86	2536232	0.003867	0.486526	7.45E+07	7.45E+07	0.002175	280.8348	696.4339	6.832016	30.24663	40.52503
3.11042	1.6	9.836011	5.059644	1.557	2898551	0.003767	0.619053	8.52E+07	8.52E+07	0.002133	359.6657	1351.563	13.25883	67.08497	89.88179
3.499222	1.8	11.06551	5.6921	3.46	3260870	0.003682	0.76583	9.58E+07	9.58E+07	0.002096	447.4494	3208.737	31.47771	179.1743	240.0613
3.888025	2	12.29501	6.324555	7.9	3623188	0.003608	0.926585	1.06E+08	1.06E+08	0.002065	544.0509	7599.073	74.54691	471.476	631.893



Sekil 55. 148 3B teknesinin hızı göre efektif güç değışimi

Tablo 13. 148 4B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi

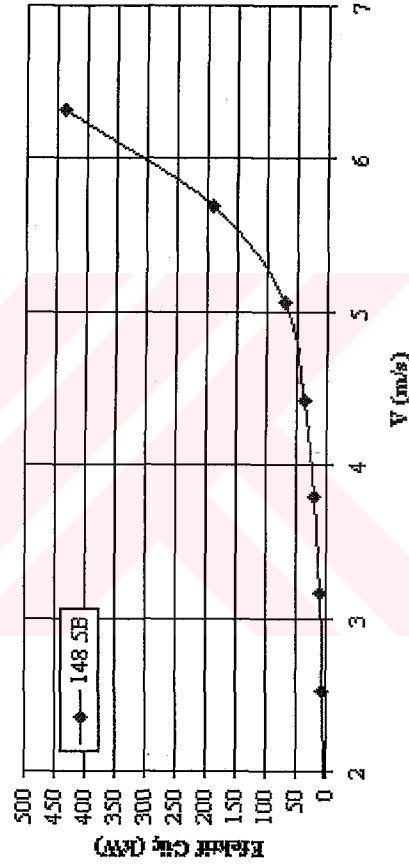
		fruede yönerni			134.1 vtađlı		1.10E-06 vtuzlu		1.19E-06		
model hızı		alfa	10 S _m	S _g	L _m	2 L _g	R _{tg}	R _{tg}	R _{tg}	B _G	
V(knot)	V(m/sn)	V(m/sn)	Re(model)	Cf(model)	R _{fm}	Re(germi)	Cf(germi)	R _{fg}	R _{fg}	kW	
0.388802	0.2	1.229501	0.632466	0.04	3.62E+05	0.005921	2.97E-03	7.820244	32.61604	0.319963	0.271129
0.777605	0.4	2.459003	1.264911	0.084	724637.7	0.005033	0.002642	27.84621	64.322	0.630999	1.069367
1.166407	0.6	3.688504	1.897367	0.17	1086957	0.004604	0.002476	58.70926	131.1169	1.286257	3.269832
1.55521	0.8	4.918006	2.529822	0.3	1449275	0.004331	0.002367	99.7904	236.7938	2.322947	7.873644
1.944012	1	6.147507	3.162278	0.512	1811594	0.004137	0.002287	150.6894	419.7366	4.117606	17.44581
2.332815	1.2	7.377009	3.794733	0.876	2173913	0.003987	0.002225	211.1138	750.2133	7.369692	37.41808
2.721617	1.4	8.60651	4.427189	1.46	2536232	0.003867	0.002175	280.8348	1296.434	12.71802	75.43864
3.11042	1.6	9.836011	5.059644	2.52	2898551	0.003767	0.002133	359.6667	2314.563	22.70586	153.9233
3.499222	1.8	11.06551	5.6921	4.68	3260870	0.003682	0.002096	447.4494	4428.737	43.44591	331.3354
3.888025	2	12.29501	6.324555	7.5	3623188	0.003608	0.002065	544.0509	7199.073	70.62291	446.6585



Sekil 56. 148 4B teknesinin hızı göre efektif güç değışimi

Tablo 14. 148 5B teknesinin efektif güç değerlerinin belirlenmesi

model hızı V(knot)	fruede yönemi			131 vatalı			1.10E-06 vtuzlu			1.19E-06				
	V(m/sn)	Gemi hızı V(knot)	alfa	Re(model)	Sg	6.25/Sm	Re(gemi)	Lrn	3.2	Lg	20	Rtg	Rtg(kN)	kW
0.388802	0.2	1.229501	0.632456	0.02	3.62E+06	0.005921	0.015204	1.06E+07	2.97E-03	7.820244	12.61604	0.123763	0.078275	0.104874
0.777605	0.4	2.459003	1.264911	0.08	724637.7	0.005033	0.051701	2.13E+07	0.002642	27.84621	60.322	0.591759	0.748522	1.002885
1.166407	0.6	3.688504	1.897367	0.16	1086957	0.004604	0.106399	3.19E+07	0.002476	58.70926	121.1169	1.188157	2.254369	3.020449
1.55521	0.8	4.918006	2.529822	0.276	1449276	0.004331	0.177985	4.26E+07	0.002367	99.7904	212.7938	2.087507	5.281022	7.075618
1.944012	1	6.147507	3.162278	0.42	1811594	0.004137	0.265557	5.32E+07	0.002287	150.6894	327.7355	3.215086	10.16899	13.62194
2.332815	1.2	7.377009	3.794733	0.65	2173913	0.003987	0.368568	6.39E+07	0.002225	211.1138	524.2133	5.142532	19.51454	26.14597
2.721617	1.4	8.60651	4.427189	0.977	2536232	0.003867	0.486526	7.45E+07	0.002175	280.8348	813.4339	7.979786	35.32802	47.33319
3.11042	1.6	9.836011	5.059644	1.64	2898551	0.003767	0.619053	8.52E+07	0.002133	359.6657	1434.563	14.07306	71.20469	95.40146
3.499222	1.8	11.06551	5.6921	3.64	3260870	0.003682	0.766683	9.58E+07	0.002096	447.4494	3388.737	33.24351	189.2254	253.528
3.888025	2	12.29501	6.324555	7.33	3623188	0.003608	0.926595	1.06E+08	0.002065	544.0509	7029.073	68.95521	436.111	584.3103



Sekil 57. 148 5B teknesinin hızla göre efektif güç değişimi

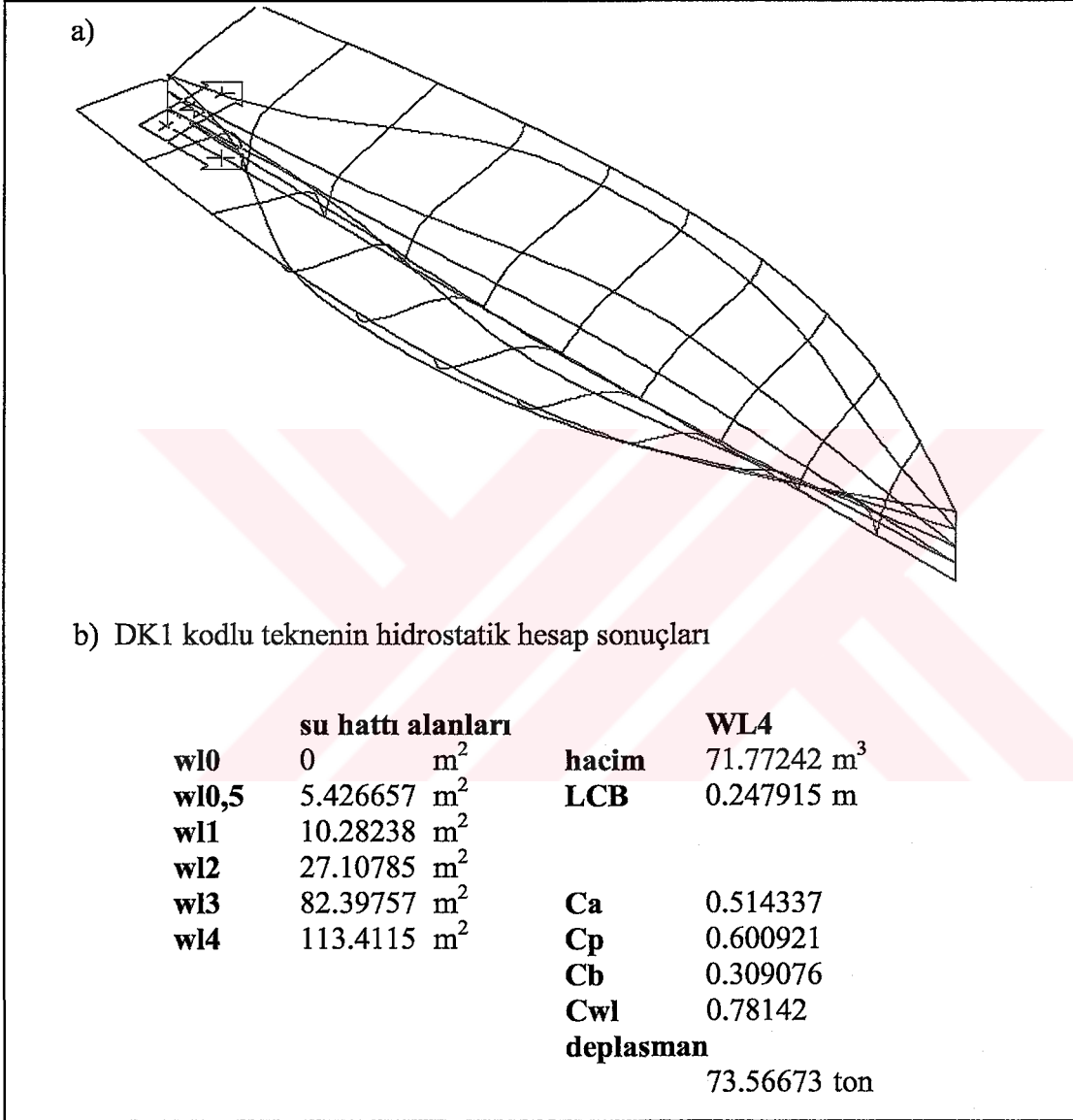
3.2. Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmiş Olan Örnek Balıkçı Teknelerinin Sevk Sistemleri Tasarımı

Bu bölümde Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş DK1, DK2, DK3 ve DK4 kodlu örnek balıkçı teknelerinin sevk sistemlerinin tasarımları, sevk sistemi tasarım programı kullanılarak yapılmıştır. İlk olarak teknelerin üç boyutlu form resimleri çizilmiş ve hidrostatik hesapları yapılmıştır. Daha sonra bu teknelerin karşılaşılabilecekleri toplam tekne dirençleri dört farklı yöntemle göre belirlenmiştir. Teknelerin sevk sistemi tasarımları üç farklı durum için yapılmıştır. İlk durumda pervane devir sayısına göre, pervane tasarımı ve ana makine seçimi gerçekleştirilmiştir. İkinci durumda ise pervane çapına göre, pervane tasarımı yapılmış, pervane devir sayısı belirlenmiş ve en uygun ana makineler seçilmiştir. Son olarak da ana makine ve pervane devir sayısına göre, pervane tasarımı yapılmış ve tekne hızı belirlenmiştir.

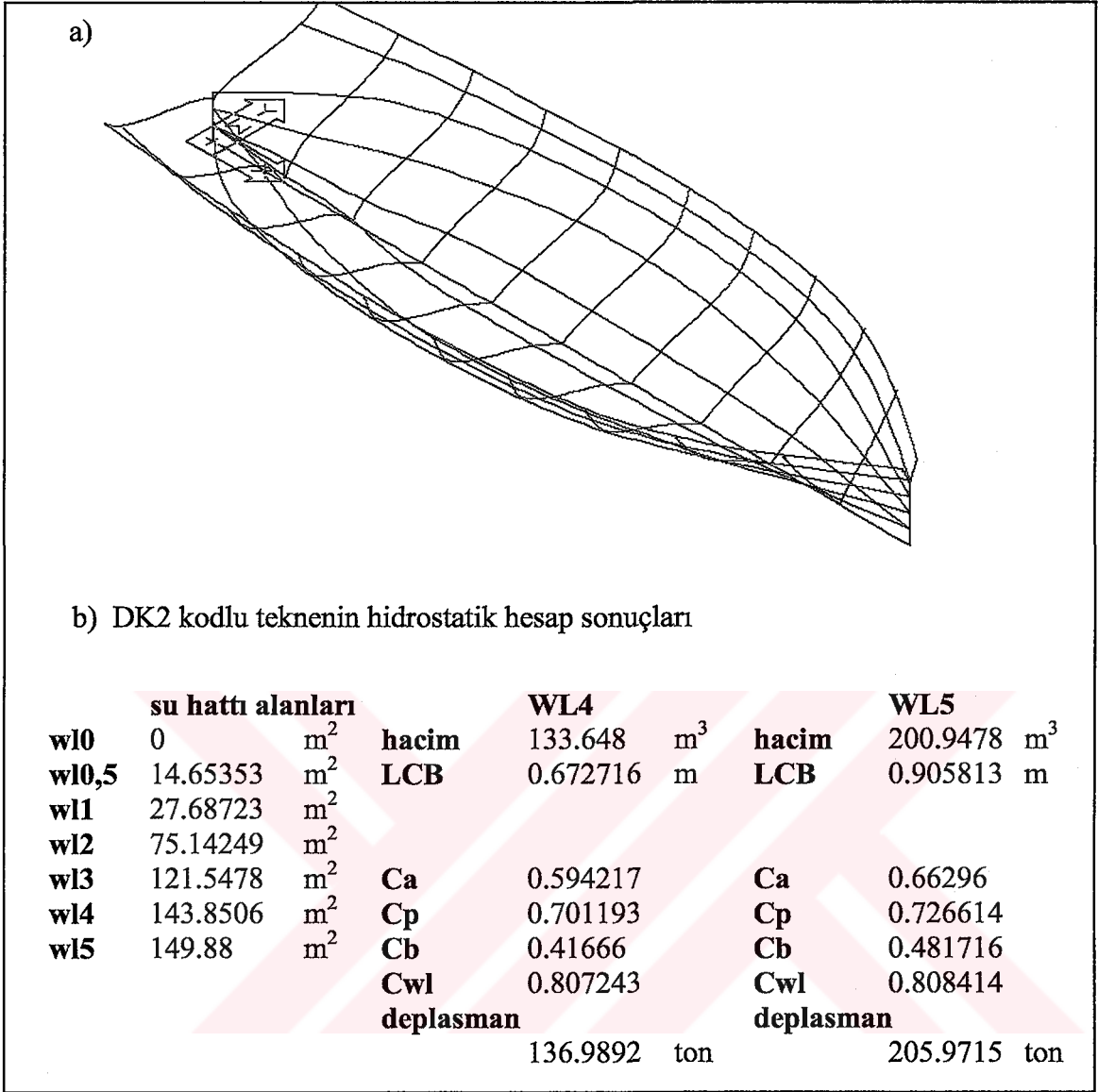


3.2.1. Örnek Balıkçı Teknelerinin Üç Boyutlu Form Resimleri Ve Hidrostatik Hesap Sonuçları

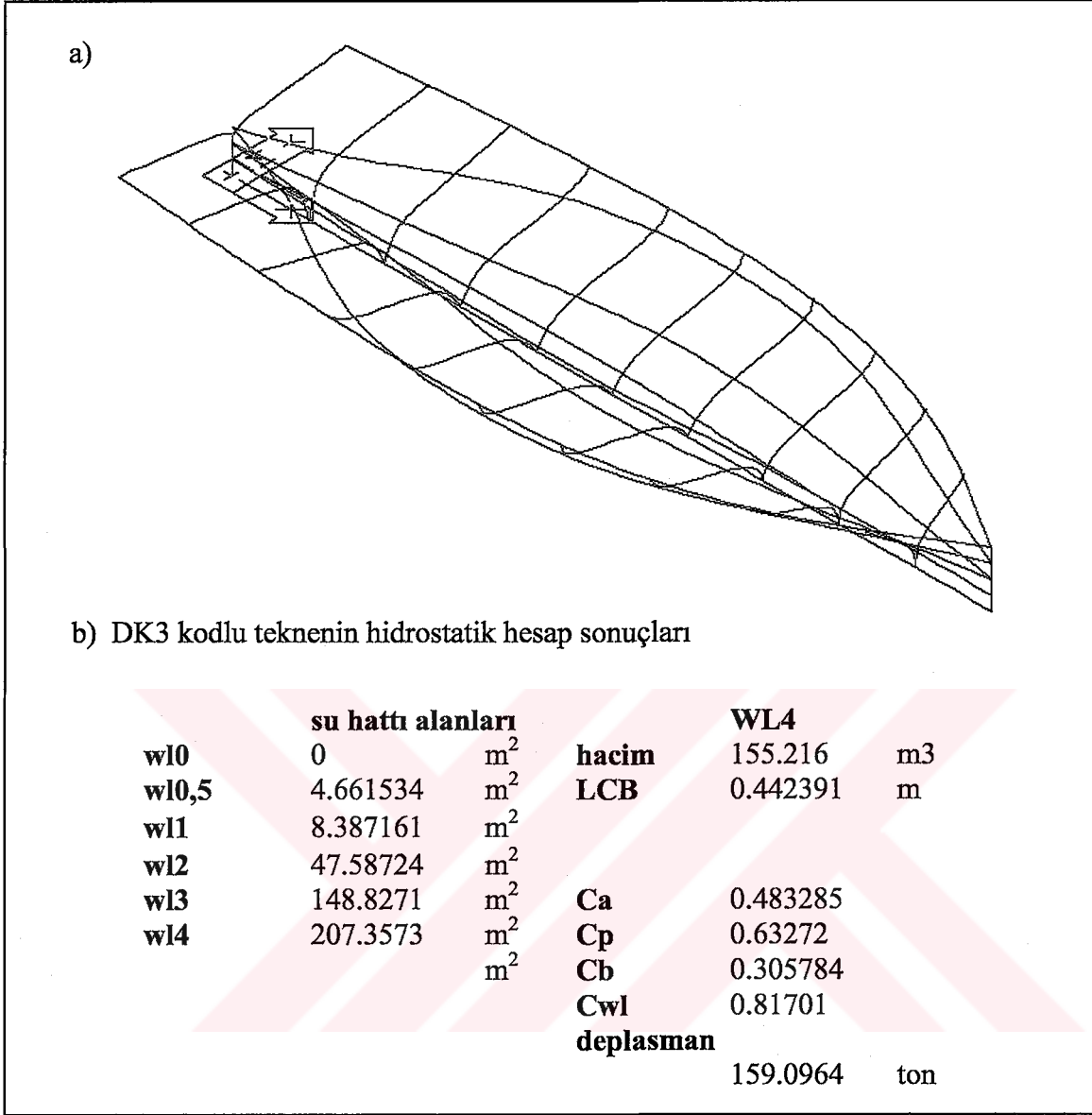
Balıkçı teknelerinin üç boyutlu form resimleri ve hidrostatik hesap sonuçları Şekil 58, Şekil 59, Şekil 60 ve Şekil 61’de verilmiştir.



Şekil 58. DK1 form resmi ve hidrostatik hesap sonuçları a) Form resmi, b) Hidrostatik hesap sonuçları

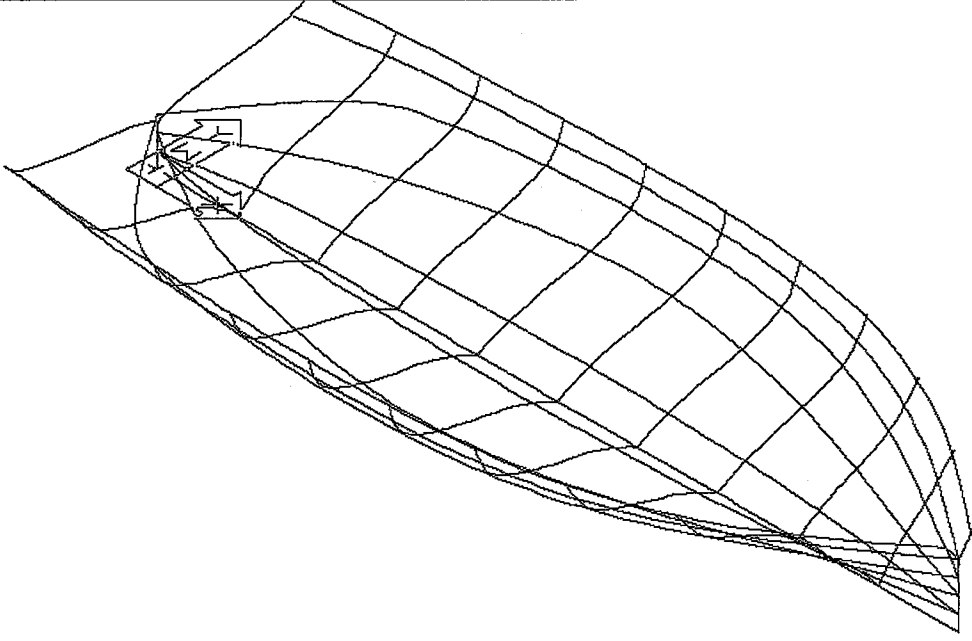


Şekil 59. DK2 form resmi ve hidrostatik hesap sonuçları a) Form resmi, b) Hidrostatik hesap sonuçları



Şekil 60. DK3 form resmi ve hidrostatik hesap sonuçları a) Form resmi, b) Hidrostatik hesap sonuçları

a)



b) DK3 kodlu teknenin hidrostatik hesap sonuçları.

su hattı alanları			WL4			WL5		
wl0	0	m ²	hacim	111.1825	m ³	hacim	167.8509	m ³
wl0,5	12.09551	m ²	LCB	0.957504	m	LCB	1.091082	m
wl1	21.90758	m ²						
wl2	72.12979	m ²						
wl3	116.6971	m ²	Ca	0.576609		Ca	0.664473	
wl4	135.2736	m ²	Cp	0.724946		Cp	0.74092	
wl5	138.9472	m ²	Cb	0.418011		Cb	0.492321	
			Cwl	0.813737		Cwl	0.815088	
			deplasman			deplasman		
				113.962	ton		172.0471	ton

Şekil 61. DK4 form resmi ve hidrostatik hesap sonuçları a) Form resmi, b) Hidrostatik hesap sonuçları

3.2.2. Örnek Balıkçı Teknelerinin Güç Analizi Sonuçları

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılmış olan dört farklı balıkçı teknesinin tekne dirençleri ve efektif güçleri, direnç tahmin programı kullanılarak dört farklı yöntemle göre belirlenmiştir. Teknelerin güç tahmin sonuçları Tablo 15, Tablo 16, Tablo 17 ve Tablo 18’de, hıza göre efektif güç değişimleri Şekil 62, Şekil 63, Şekil 64 ve Şekil 65’de verilmiştir.

Tablo 15. DK1’in hıza göre efektif güç değerleri

V(knot)	V(m/sn)	Efektif güç(kW)			
		holtrop mennen1	holtrop mennen 2	schneekluth	van oortmersen
1	0.5144	0.03403697	0.034036347	0.002789793	0.029910307
2	1.0288	0.242033422	0.242032175	0.217341996	0.216384262
3	1.5432	0.764825868	0.764823998	0.696649934	0.758701254
4	2.0576	1.732977707	1.732975215	1.599806431	2.163125859
5	2.572	3.286298282	3.286295177	3.085657103	4.727927905
6	3.0864	5.690232848	5.69022902	5.428241392	8.42798776
7	3.6008	9.498764132	9.498759483	9.216077294	13.6632294
8	4.1152	17.52587754	17.52587392	15.72561483	19.39761402
9	4.6296	28.92629052	28.92628579	27.54386706	39.32474651
10	5.144	46.15394233	46.15393978	49.52724159	34.02393271
11	5.6584	86.71724538	86.71725045	90.19565345	58.80428352
12	6.1728	175.3667452	133.3897126	163.6730741	46.52988878
13	6.6872	328.1174922	184.2015813	292.2977518	73.98937001
14	7.2016	537.1852588	245.4333763	510.0374214	205.0882136
15	7.716	782.1293293	316.8785224	866.8569099	424.792337

Tablo 16. DK2'nin hıza göre efektif güç değerleri

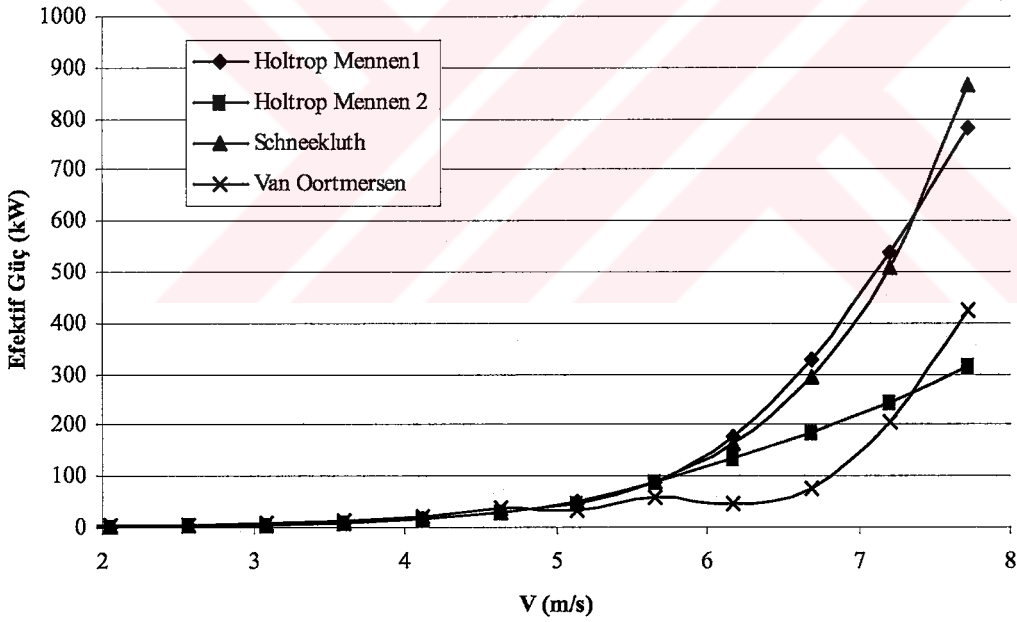
V(knot)	V(m/sn)	Efektif güç(kW)			
		holtrop mennen1	holtrop mennen 2	schneekluth	van oortmersen
1	0.5144	0.049825003	0.04982416	0.002771277	0.039596403
2	1.0288	0.354510995	0.354509309	0.29099016	0.291456268
3	1.5432	1.120607869	1.120605341	0.935894579	1.31609997
4	2.0576	2.539273197	2.539269827	2.158788707	4.243775363
5	2.572	4.80724099	4.80723678	4.21292327	9.117133167
6	3.0864	8.271503538	8.27149844	7.647286009	15.95796559
7	3.6008	13.98359649	13.98359086	13.84188047	26.47516376
8	4.1152	22.59569426	22.59568996	26.04184889	43.63810266
9	4.6296	47.483307	47.48330302	51.12201521	99.65688846
10	5.144	74.06145108	74.06144038	102.3550546	147.5765025
11	5.6584	103.9931283	103.9931115	203.4981835	158.3986746
12	6.1728	186.2467662	187.0623714	394.5549746	242.7802656
13	6.6872	394.1353632	317.831116	739.6106155	259.2881925
14	7.2016	806.7339859	481.1993685	1337.180656	566.5209256
15	7.716	1426.790742	676.5572871	2333.555004	1112.602479

Tablo 17. DK3'ün hıza göre efektif güç değerleri

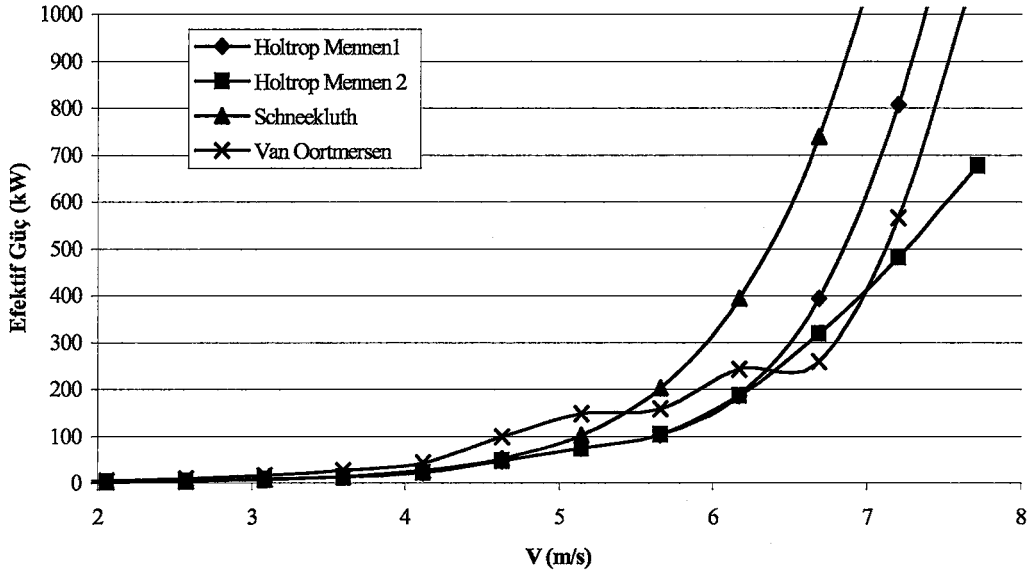
V(knot)	V(m/sn)	Efektif güç(kW)			
		holtrop mennen1	holtrop mennen 2	schneekluth	van oortmersen
1	0.5144	0.0554664	0.055465405	0.002694553	0.046934193
2	1.0288	0.395352944	0.395350955	0.349486235	0.34043293
3	1.5432	1.250896532	1.250893547	1.12329616	1.176723538
4	2.0576	2.835926039	2.83592206	2.581272924	3.458419367
5	2.572	5.359023711	5.359018741	4.958467188	7.944997686
6	3.0864	9.077250593	9.077244652	8.607920318	14.56698233
7	3.6008	14.51814971	14.51814285	14.22395296	22.80570471
8	4.1152	22.58030562	22.58029892	23.27022838	37.69514561
9	4.6296	37.9489816	37.94897716	38.70314871	38.19679166
10	5.144	63.0808334	63.08083139	66.09562158	87.15797077
11	5.6584	89.88694616	89.88694265	115.2807814	77.56766745
12	6.1728	140.6553475	140.6553416	202.6498196	-15.23040194
13	6.6872	254.2736301	234.8454603	354.2526607	-31.895138
14	7.2016	480.5916171	336.7920097	609.8648048	-100.2092111
15	7.716	849.0484998	461.3075762	1028.198249	92.68519525

Tablo 18. DK4'ün hıza göre efektif güç değerleri

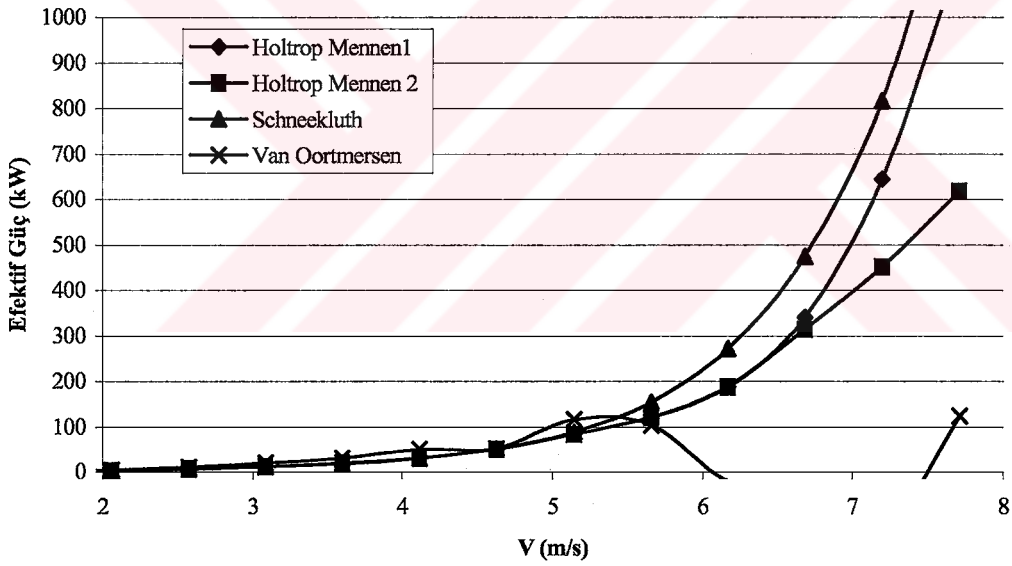
V(knot)	V(m/sn)	Efektif güç(kW)			
		holtrop mennen1	holtrop mennen 2	schneekluth	van oortmersen
1	0.5144	0.04838034	0.048379578	0.002821986	0.035885075
2	1.0288	0.343852597	0.343851074	0.273445679	0.27931757
3	1.5432	1.086276165	1.086273879	0.881623565	1.647654074
4	2.0576	2.460303592	2.460300545	2.043362473	5.369549422
5	2.572	4.650746538	4.650742735	4.048486871	11.37286832
6	3.0864	7.920165321	7.92016082	7.628837329	24.57311144
7	3.6008	13.03484995	13.03484505	14.74228411	76.63749825
8	4.1152	20.88988246	20.8898771	30.08697084	142.7063618
9	4.6296	40.34303191	40.34302971	63.68896355	448.7287083
10	5.144	56.70371885	56.70371778	134.9700559	492.427246
11	5.6584	84.50355428	85.74162716	278.7661107	995.6902472
12	6.1728	162.0683705	157.7437065	553.8299657	1093.859228
13	6.6872	353.8273071	249.9437386	1054.416585	1625.97652
14	7.2016	712.9692674	362.1145297	1925.611805	2591.393518
15	7.716	1214.662816	493.7776498	3383.129664	3820.532585



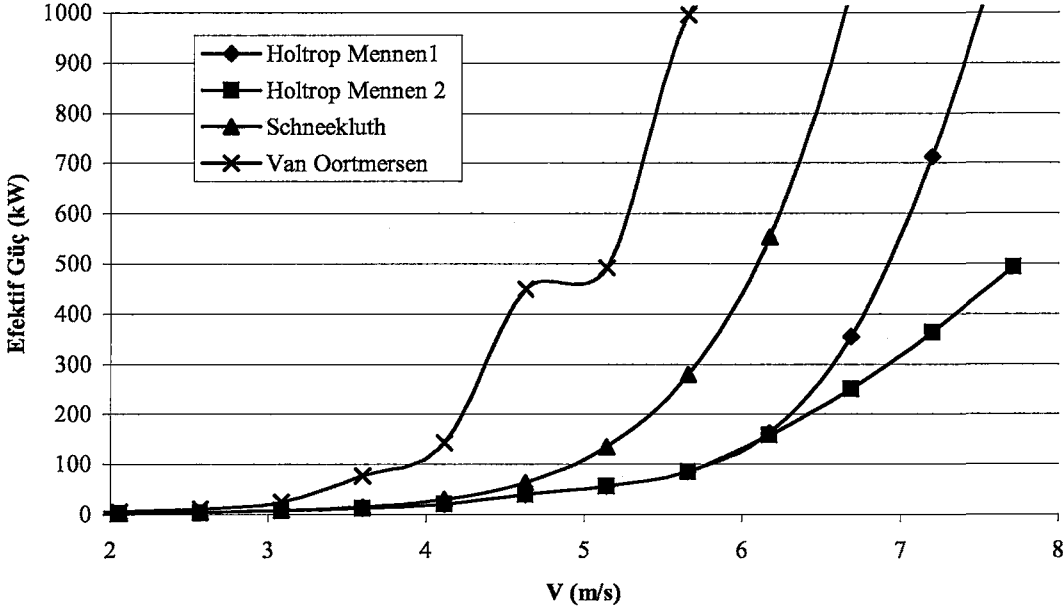
Şekil 62. DK1kodlu teknenin efektif güç eğrileri



Şekil 63. DK2 kodlu teknenin efektif güç eğrileri



Şekil 64. DK3 kodlu teknenin efektif güç eğrileri



Şekil 65. DK4 kodlu teknenin efektif güç eğrileri

3.2.3. Örnek Balıkçı Teknelerinin Optimum Pervane Tasarımı

Örnek balıkçı teknelerinin optimum pervane tasarımları üç farklı durum için üç farklı program uygulanarak yapılmıştır. İlk durumda pervane devir sayısına göre tasarım yapılmıştır. Bu durum için kullanılan program, Bp- δ diyagramlarındaki optimum pervane eğrisine uydurulan polinom kullanılarak düzenlenmiştir. İkinci durumda ise pervane çapına göre tasarım yapılmıştır. Bu program ise Van Oortmersen'in vermiş olduğu polinom katsayıları kullanılarak hazırlanmıştır. Son durumda ise ana makine özelliklerine göre tasarım yapılmıştır. Bu program da Bp- δ diyagramlarındaki optimum pervane eğrisine göre düzenlenmiştir.

3.2.3.1. Pervane Devir Sayısına Göre Pervane Tasarımı ve Sonuçları (1.Durum)

DK 1 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makinenin özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 19, Tablo 20, Tablo 21, Tablo 22, Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 19. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 3.50 pervane özellikleri	
				pervane çapı	1.129627 m
N	600	1/dk		pervane devir sayısı	600 1/dk
H	0.8	m		hatve-çap oranı	0.597389
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.556208
EHP (Vmaks)	175,366	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	21.2	m		maksimum güç	153,510 kW
B	7	m		maks. devir sayısı	1800 1/dk
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 3					

Tablo 20. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.40	
				pervane çapı	1.108672 m
N	600	1/dk		pervane devir sayısı	600 1/dk
H	0.8	m		hatve-çap oranı	0.589012
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.534889
EHP (Vmaks)	175,366	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	21.2	m		maksimum güç	155,629 kW
B	7	m		maks. devir sayısı	1800 1/dk
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 3					

Tablo 21. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.55
N	600	1/dk		pervane çapı 1.07235 m
H	0.8	m		pervane devir sayısı 600 1/dk
Vmaks	6,172	m/s		hatve-çap oranı 0.656713
EHP (Vmaks)	175,366	kW		pervane verimi 0.544063
L	21.2	m	2X	ana makine özellikleri
B	7	m		maksimum güç 156,429 kW
T	1.6	m		maks. devir sayısı 1800 1/dk
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 3				

Tablo 22. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.70
N	600	1/dk		pervane çapı 1.021748 m
H	0.8	m		pervane devir sayısı 600 1/dk
Vmaks	6,172	m/s		hatve-çap oranı 0.752709
EHP (Vmaks)	175,366	kW		pervane verimi 0.5093
L	21.2	m	2X	ana makine özellikleri
B	7	m		maksimum güç 166,897 kW
T	1.6	m		maks. devir sayısı 1800 1/dk
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 3				

Tablo 23. DK1 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.85	
				pervane çapı	1.011202 m
N	600	1/dk		pervane devir sayısı	600 1/dk
H	0.8	m		hatve-çap oranı	0.770386
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.493711
EHP (Vmaks)	175,366	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	21.2	m		maksimum güç	172,123 kW
B	7	m		maks. devir sayısı	1800 1/dk
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 3					

DK 2 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 24, Tablo 25, Tablo 26, Tablo 27, Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 24. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 3.50 pervane özellikleri	
N	550	1/dk		pervane çapı	1.200778 m
H	0.8	m		pervane devir sayısı	550 1/dk
Vmaks	6.172	m/s		hatve-çap oranı	0.591839
EHP (Vmaks)	186,246	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	22.5	m		maksimum güç	160,345 kW
B	8.35	m		maks. devir sayısı	2200 1/dk
T	1.8	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 4					

Tablo 25. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.40	
N	550	1/dk		pervane çapı	1.18239 m
H	0.8	m		pervane devir sayısı	550 1/dk
Vmaks	6,172	m/s		hatve-çap oranı	0.579797
EHP (Vmaks)	186,246	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	22.5	m		maksimum güç	162,314 kW
B	8.35	m		maks. devir sayısı	2200 1/dk
T	1.8	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 4					

Tablo 26. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.55
N	550	1/dk		pervane çapı 1.138465 m
H	0.8	m		pervane devir sayısı 550 1/dk
Vmaks	6,172	m/s		hatve-çap oranı 0.651444
EHP (Vmaks)	186,246	kW	2X	ana makine özellikleri
L	22.5	m		maksimum güç 163,120 kW
B	8.35	m		maks. devir sayısı 2200 1/dk
T	1.8	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 4				

Tablo 27. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.70
N	550	1/dk		pervane çapı 1.086793 m
H	0.8	m		pervane devir sayısı 550 1/dk
Vmaks	6,172	m/s		hatve-çap oranı 0.744515
EHP (Vmaks)	186,246	kW	2X	ana makine özellikleri
L	22.5	m		maksimum güç 174,095 kW
B	8.35	m		maks. devir sayısı 2200 1/dk
T	1.8	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 4				

Tablo 28. DK2 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.85
N	550	1/dk		pervane çapı 1.075543 m
H	0.8	m		pervane devir sayısı 550 1/dk
Vmaks	6,172	m/s		hatve-çap oranı 0.762869
EHP (Vmaks)	186,246	kW	2X	ana makine özellikleri
L	22.5	m		maksimum güç 179,565 kW
B	8.35	m		maks. devir sayısı 2200 1/dk
T	1.8	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 4				

DK 3 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 29, Tablo 30, Tablo 31, Tablo 32, Tablo 33'de verilmiştir.

Tablo 29. DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 3.50 pervane özellikleri	
				pervane çapı	1.223917 m
N	550	1/dk		pervane devir sayısı	550 1/dk
H	1	m		hatve-çap oranı	0.590285
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.546354
EHP (Vmaks)	202,602	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	27	m		maksimum güç	176,416 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı	2200 1/dk
T	2	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı			4		

Tablo 30. DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.40serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.40	
				pervane çapı	1.217399 m
N	550	1/dk		pervane devir sayısı	550 1/dk
H	1	m		hatve-çap oranı	0.561868
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.51471
EHP (Vmaks)	202,602	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	27	m		maksimum güç	179,789 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı	2200 1/dk
T	2	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı			4		

Tablo 31. DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.55serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.55	
				pervane çapı	1.162176 m
N	550	1/dk		pervane devir sayısı	550 1/dk
H	1	m		hatve-çap oranı	0.642427
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.525628
EHP (Vmaks)	202,602	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	27	m		maksimum güç	180,592 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı	2200 1/dk
T	2	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı	4				

Tablo 32. DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.70serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.70	
				pervane çapı	1.11172 m
N	550	1/dk		pervane devir sayısı	550 1/dk
H	1	m		hatve-çap oranı	0.72724
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.491532
EHP (Vmaks)	202,602	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	27	m		maksimum güç	192,925 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı	2200 1/dk
T	2	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı	4				

Tablo 33. DK3 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.85serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.85
				pervane çapı 1.11172 m
N	550	1/dk		pervane devir sayısı 550 1/dk
H	1	m		hatve-çap oranı 0.72724
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi 0.491532
EHP (Vmaks)	202,602	kW	2X	ana makine özellikleri
L	27	m		maksimum güç 192,925 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı 2200 1/dk
T	2	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı	4			

DK 4 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 34, Tablo 35, Tablo 36, Tablo 37, Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 34. DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			1X	B 3.50 pervane özellikleri	
				pervane çapı	1.17668 m
N	700	1/dk		pervane devir sayısı	700 1/dk
H	0.8	m		hatve-çap oranı	0.545532
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.45342
EHP (Vmaks)	162,068	kW	1X	ana makine özellikleri	
L	20.15	m		maksimum güç	295,530 kW
B	8.88	m		maks. devir sayısı	2100 1/dk
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 3					

Tablo 35. DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			1X	B 4.40	
				pervane çapı	1.159352 m
N	700	1/dk		pervane devir sayısı	700 1/dk
H	0.8	m		hatve-çap oranı	0.515692
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.475568
EHP (Vmaks)	162,068	kW	1X	ana makine özellikleri	
L	20.15	m		maksimum güç	281,657 kW
B	8.88	m		maks. devir sayısı	2100 1/dk
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 3					

Tablo 36. DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			1X	B 4.55	
				pervane çapı	1.105728 m
N	700	1/dk		pervane devir sayısı	700 1/dk
H	0.8	m		hatve-çap oranı	0.611325
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.444806
EHP (Vmaks)	162,068	kW	1X	ana makine özellikleri	
L	20.15	m		maksimum güç	300,634 kW
B	8.88	m		maks. devir sayısı	2100 1/dk
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı	3				

Tablo 37. DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			1X	B 4.70	
				pervane çapı	1.080775 m
N	700	1/dk		pervane devir sayısı	700 1/dk
H	0.8	m		hatve-çap oranı	0.656566
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.414599
EHP (Vmaks)	162,068	kW	1X	ana makine özellikleri	
L	20.15	m		maksimum güç	322,268 kW
B	8.88	m		maks. devir sayısı	2100 1/dk
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı	3				

Tablo 38. DK4 balıkçı teknesinde 1.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			1X	B 4.85	
				pervane çapı	1.071414 m
N	700	1/dk		pervane devir sayısı	700 1/dk
H	0.8	m		hatve-çap oranı	0.683713
Vmaks	6,172	m/s		pervane verimi	0.401504
EHP (Vmaks)	162,068	kW	1X	ana makine özellikleri	
L	20.15	m		maksimum güç	332,779 kW
B	8.88	m		maks. devir sayısı	2100 1/dk
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 3					

3.2.3.2. Pervane Çapına Göre Pervane Tasarımı ve Sonuçları (2.Durum)

DK 1 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 39, Tablo 40, Tablo 41, Tablo 42, Tablo 43'de verilmiştir.

Tablo 39. DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri	2X	B 3.50	
		pervane özellikleri	
		pervane çapı	1.1176 m
		pervane devir sayısı	550 1/dk
D	1.1176	m	
H	0.8	m	
Vmaks	6.172	m/s	
EHP(Vmaks)	175.366	kW	
	2X	ana makine özellikleri	
L	21.2	m	
		maksimum güç	161.999 kW
B	7	m	
		maks. devir sayısı	2200 1/dk
T	1.6	m	
η_{tr}	0.97		
redüksiyon dişlisi oranı 4			

Tablo 40. DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri	2X	B 4.40	
		pervane özellikleri	
		pervane çapı	1.1176 m
		pervane devir sayısı	500 1/dk
D	1.1176	m	
H	0.8	m	
Vmaks	6.172	m/s	
EHP(Vmaks)	175.366	kW	
	2X	ana makine özellikleri	
L	21.2	m	
		maksimum güç	162.490 kW
B	7	m	
		maks. devir sayısı	2000 1/dk
T	1.6	m	
η_{tr}	0.97		
redüksiyon dişlisi oranı 4			

Tablo 41. DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		2X	B 4.55 pervane özellikleri	
D	1.1176 m		pervane çapı	1.1176 m
H	0.8 m		pervane devir sayısı	500 1/dk
Vmaks	6.172 m/s		hatve-çap oranı	0.772
EHP(Vmaks)	175.366 kW	2X	ana makine özellikleri	
L	21.2 m		maksimum güç	163,986 kW
B	7 m		maks. devir sayısı	2000 1/dk
T	1.6 m			
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 4				

Tablo 42. DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		2X	B 4.70 pervane özellikleri	
D	1.1176 m		pervane çapı	1.1176 m
H	0.8 m		pervane devir sayısı	500 1/dk
Vmaks	6.172 m/s		hatve-çap oranı	0.774
EHP(Vmaks)	175.366 kW	2X	ana makine özellikleri	
L	21.2 m		maksimum güç	166,954 kW
B	7 m		maks. devir sayısı	2000 1/dk
T	1.6 m			
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 4				

Tablo 43. DK1 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.55			
			pervane özellikleri				
			pervane çapı		1.1176	m	
			pervane devir sayısı		450	1/dk	
D	1.1176	m	hatve-çap oranı				
H	0.8	m	0.900				
Vmaks	6.172	m/s					
EHP(Vmaks)	175.366	kW	2X	ana makine özellikleri			
L	21.2	m	maksimum güç		170.980 kW		
B	7	m	maks. devir sayısı		1800 1/dk		
T	1.6	m					
η_{tr}	0.97						
redüksiyon dişlisi oranı 4							

DK 2 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 44, Tablo 45, Tablo 46, Tablo 47, Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 44. DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri	2X	B 3.50			
		pervane özellikleri			
		pervane çapı	1.168	m	
		pervane devir sayısı	500	1/dk	
D	1.168	m	hatve-çap oranı	0.735	
H	0.8	m			
Vmaks	6.172	m/s			
EHP(Vmaks)	186.246	kW			
redüksiyon dişlisi oranı 4	2X	ana makine özellikleri			
		maksimum güç	170.457	kW	
		maks. devir sayısı	2000	1/dk	
		L	22.5	m	
		B	8.35	m	
T	1.8	m			
η_{tr}	0.97				

Tablo 45. DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri	2X	B 4.40			
		pervane özellikleri			
		pervane çapı	1.168	m	
		pervane devir sayısı	450	1/dk	
D	1.168	m	hatve-çap oranı	0.839	
H	0.8	m			
Vmaks	6.172	m/s			
EHP(Vmaks)	186.246	kW			
redüksiyon dişlisi oranı 4	2X	ana makine özellikleri			
		maksimum güç	171.832	kW	
		maks. devir sayısı	1800	1/dk	
		L	22.5	m	
		B	8.35	m	
T	1.8	m			
η_{tr}	0.97				

Tablo 46. DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.55 pervane özellikleri		
D	1.168	m		pervane çapı	1.168	m
H	0.8	m		pervane devir sayısı	450	1/dk
Vmaks	6.172	m/s		hatve-çap oranı	0.835	
EHP(Vmaks)	186.246	kW	2X	ana makine özellikleri		
L	22.5	m		maksimum güç	173.480	kW
B	8.35	m		maks. devir sayısı	1800	1/dk
T	1.8	m				
η_{tr}	0.97					
redüksiyon dişlisi oranı 4						

Tablo 47. DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.70 pervane özellikleri		
D	1.168	m		pervane çapı	1.168	m
H	0.8	m		pervane devir sayısı	450	1/dk
Vmaks	6.172	m/s		hatve-çap oranı	0.834	
EHP(Vmaks)	186.246	kW	2X	ana makine özellikleri		
L	22.5	m		maksimum güç	176.124	kW
B	8.35	m		maks. devir sayısı	1800	1/dk
T	1.8	m				
η_{tr}	0.97					
redüksiyon dişlisi oranı 4						

Tablo 48. DK2 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.85 pervane özellikleri		
D	1.168	m		pervane çapı	1.168	m
H	0.8	m		pervane devir sayısı	450	1/dk
Vmaks	6.172	m/s		hatve-çap oranı	0.836	
EHP(Vmaks)	186.246	kW	2X	ana makine özellikleri		
L	22.5	m		maksimum güç	187.259	kW
B	8.35	m		maks. devir sayısı	1800	1/dk
T	1.8	m				
η_{tr}	0.97					
redüksiyon dişlisi oranı 4						

DK 3 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 49, Tablo 50, Tablo 51, Tablo 52, Tablo 53'de verilmiştir.

Tablo 49. DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 3.50 pervane özellikleri
D	1.168	m		pervane çapı 1.168 m
H	1	m		pervane devir sayısı 500 1/dk
Vmaks	6.172	m/s		hatve-çap oranı 0.767
EHP(Vmaks)	202.649	kW	2X	ana makine özellikleri
L	27	m		maksimum güç 189.534 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı 2000 1/dk
T	2	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 4				

Tablo 50. DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.40 pervane özellikleri
D	1.168	m		pervane çapı 1.168 m
H	1	m		pervane devir sayısı 500 1/dk
Vmaks	6.172	m/s		hatve-çap oranı 0.742
EHP(Vmaks)	202.649	kW	2X	ana makine özellikleri
L	27	m		maksimum güç 190.172 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı 2000 1/dk
T	2	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 4				

Tablo 51. DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.55	
				pervane özellikleri	
				pervane çapı	1.168 m
D	1.168	m		pervane devir sayısı	500 1/dk
H	1	m		hatve-çap oranı	0.743
Vmaks	6.172	m/s			
EHP(Vmaks)	202.649	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	27	m		maksimum güç	191.936 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı	2000 1/dk
T	2	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 4					

Tablo 52. DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.70	
				pervane özellikleri	
				pervane çapı	1.168 m
D	1.168	m		pervane devir sayısı	450 1/dk
H	1	m		hatve-çap oranı	0.868
Vmaks	6.172	m/s			
EHP(Vmaks)	202.649	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	27	m		maksimum güç	195.553 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı	1800 1/dk
T	2	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 4					

Tablo 53. DK3 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			2X	B 4.85	
				pervane özellikleri	
				pervane çapı	1.168 m
				pervane devir sayısı	450 1/dk
D	1.168	m		hatve-çap oranı	0.867
H	1	m			
Vmaks	6.172	m/s			
EHP(Vmaks)	202.649	kW	2X	ana makine özellikleri	
L	27	m		maksimum güç	198.958 kW
B	9.9	m		maks. devir sayısı	1800 1/dk
T	2	m			
η_{tr}	0.97				
redüksiyon dişlisi oranı 4					

DK 4 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine değerleri aşağıda B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 54, Tablo 55, Tablo 56, Tablo 57, Tablo 58'de verilmiştir.

Tablo 54. DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri	1X	B 3.50		
		pervane özellikleri		
		pervane çapı	1.168	m
		pervane devir sayısı	650	1/dk
D	1.168	m		
H	0.8	m		
Vmaks	6.172	m/s		
EHP(Vmaks)	162.068	kW		
	1X	ana makine özellikleri		
L	20.15	m		
		maksimum güç	346.092	kW
B	8.88	m		
		maks. devir sayısı	2200	1/dk
T	1.6	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 3				

Tablo 55. DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri	1X	B 4.40		
		pervane özellikleri		
		pervane çapı	1.168	m
		pervane devir sayısı	600	1/dk
D	1.168	m		
H	0.8	m		
Vmaks	6.172	m/s		
EHP(Vmaks)	162.068	kW		
	1X	ana makine özellikleri		
L	20.15	m		
		maksimum güç	340.855	kW
B	8.88	m		
		maks. devir sayısı	1800	1/dk
T	1.6	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 3				

Tablo 56. DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			1X	B 4.55 pervane özellikleri
D	1.168	m		pervane çapı 1.168 m
H	0.8	m		pervane devir sayısı 600 1/dk
Vmaks	6.172	m/s		hatve-çap oranı 0.723
EHP(Vmaks)	162.068	kW	1X	ana makine özellikleri
L	20.15	m		maksimum güç 345.430 kW
B	8.88	m		maks. devir sayısı 1800 1/dk
T	1.6	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 3				

Tablo 57. DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			1X	B 4.70 pervane özellikleri
D	1.168	m		pervane çapı 1.168 m
H	0.8	m		pervane devir sayısı 600 1/dk
Vmaks	6.172	m/s		hatve-çap oranı 0.723
EHP(Vmaks)	162.068	kW	1X	ana makine özellikleri
L	20.15	m		maksimum güç 352.674 kW
B	8.88	m		maks. devir sayısı 1800 1/dk
T	1.6	m		
η_{tr}	0.97			
redüksiyon dişlisi oranı 3				

Tablo 58. DK4 balıkçı teknesinde 2.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			1X	B 4.85 pervane özellikleri		
D	1.168	m		pervane çapı	1.168	m
H	0.8	m		pervane devir sayısı	550	1/dk
Vmaks	6.172	m/s		hatve-çap oranı	0.819	
EHP(Vmaks)	162.068	kW	1X	ana makine özellikleri		
L	20.15	m		maksimum güç	352.674	kW
B	8.88	m		maks. devir sayısı	2200	1/dk
T	1.6	m				
η_{tr}	0.97					
redüksiyon dişlisi oranı 4						

3.2.3.3. Ana Makine Özelliklerine Göre Pervane Tasarımı ve Sonuçları (3.Durum)

Bu durumda örnek balıkçı teknelerinde kullanılan ana makine gücüne ve pervane devir sayısına göre pervane tasarımı yapılmıştır.

DK 1 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 59, Tablo 60, Tablo 61, Tablo 62, Tablo 63'de verilmiştir.

Tablo 59. DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			B 3.50 pervane özellikleri		
2 X Ana makine gücü	212	kW	pervane çapı	1.211	m
Ana makine devir sayısı	1800	1/dk	pervane devir sayısı	600	1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3		hatve-çap oranı	0.685	
			Tekne hızı		
L	21.2	m	Tekne hızı	6.327	m/s
B	7	m	Pe	211.120	kW
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				

Tablo 60. DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			B 4.40 pervane özellikleri		
2 X Ana makine gücü	212	kW	pervane çapı	1.180	m
Ana makine devir sayısı	1800	1/dk	pervane devir sayısı	600	1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3		hatve-çap oranı	0.536	
			Tekne hızı		
L	21.2	m	Tekne hızı	6.327	m/s
B	7	m	Pe	236.382	kW
T	1.6	m			
η_{tr}	0.97				

Tablo 61. DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.55 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	212 kW	pervane çapı	1.140 m
Ana makine devir sayısı	1800 1/dk	pervane devir sayısı	600 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3	hatve-çap oranı	0.651
		Tekne hızı	
L	21.2 m	Tekne hızı	6.327 m/s
B	7 m	Pe	233.779 kW
T	1.6 m		
η_{tr}	0.97		

Tablo 62. DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.70 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	212 kW	pervane çapı	1.076 m
Ana makine devir sayısı	1800 1/dk	pervane devir sayısı	600 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3	hatve-çap oranı	0.742
		Tekne hızı	
L	21.2 m	Tekne hızı	6.327 m/s
B	7 m	Pe	219.592 kW
T	1.6 m		
η_{tr}	0.97		

Tablo 63. DK1 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.85 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	212 kW	pervane çapı	1.058 m
Ana makine devir sayısı	1800 1/dk	pervane devir sayısı	600 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3	hatve-çap oranı	0.764
		Tekne hızı	
L	21.2 m	Tekne hızı	6.327 m/s
B	7 m	Pe	213.677 kW
T	1.6 m		
η_{tr}	0.97		

DK 2 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine değerleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 64, Tablo 65, Tablo 66, Tablo 67, Tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 64. DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 3.50 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	179 kW	pervane çapı	1.230 m
Ana makine devir sayısı	2200 1/dk	pervane devir sayısı	550 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4	hatve-çap oranı	0.681
L		Tekne hızı	
	22.5 m		
B			
	8.35 m	Tekne hızı	6.162 m/s
T			
	1.8 m	Pe	181.189 kW
η_{tr}			
	0.97		

Tablo 65. DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.40 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	179 kW	pervane çapı	1.210 m
Ana makine devir sayısı	2200 1/dk	pervane devir sayısı	550 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4	hatve-çap oranı	0.575
L		Tekne hızı	
	22.5 m		
B			
	8.35 m	Tekne hızı	6.219 m/s
T			
	1.8 m	Pe	203.231 kW
η_{tr}			
	0.97		

Tablo 66. DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.55 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	179 kW	pervane çapı	1.161 m
Ana makine devir sayısı	2200 1/dk	pervane devir sayısı	550 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4	hatve-çap oranı	0.639
L		Tekne hızı	
	22.5 m		
B			
	8.35 m	Tekne hızı	6.219 m/s
T			
	1.8 m	Pe	200.431 kW
η_{tr}			
	0.97		

Tablo 67. DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.70 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	179 kW	pervane çapı	1.096 m
Ana makine devir sayısı	2200 1/dk	pervane devir sayısı	550 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4	hatve-çap oranı	0.720
L		Tekne hızı	
	22.5 m		
B			
	8.35 m	Tekne hızı	6.172 m/s
T			
	1.8 m	Pe	189.016 kW
η_{tr}			
	0.97		

Tablo 68. DK2 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.85 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	179 kW	pervane çapı	1.077 m
Ana makine devir sayısı	2200 1/dk	pervane devir sayısı	550 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4	hatve-çap oranı	0.745
		Tekne hızı	
L	22.5 m	Tekne hızı	6.172 m/s
B	8.35 m	Pe	183.862 kW
T	1.8 m		
η_{tr}	0.97		

DK 3 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 69, Tablo 70, Tablo 71, Tablo 72, Tablo 73'de verilmiştir.

Tablo 69. DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 3.50 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	179 kW	pervane çapı	1.230 m
Ana makine devir sayısı	2200 1/dk	pervane devir sayısı	550 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4	hatve-çap oranı	0.681
		Tekne hızı	
L	27 m	Tekne hızı	6.069 m/s
B	9.9 m	Pe	182.409 kW
T	2 m		
η_{tr}	0.97		

Tablo 70. DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.40 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	179 kW	pervane çapı	1.202 m
Ana makine devir sayısı	2200 1/dk	pervane devir sayısı	550 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4	hatve-çap oranı	0.586
		Tekne hızı	
L	27 m	Tekne hızı	6.172 m/s
B	9.9 m	Pe	203.955 kW
T	2 m		
η_{tr}	0.97		

Tablo 71. DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			B 4.55 pervane özellikleri		
2 X Ana makine gücü	179	kW	pervane çapı	1.160	m
Ana makine devir sayısı	2200	1/dk	pervane devir sayısı	550	1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4		hatve-çap oranı	0.642	
			Tekne hızı		
L	27	m	Tekne hızı	6.172	m/s
B	9.9	m	Pe	201.160	kW
T	2	m			
η_{tr}	0.97				

Tablo 72. DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri			B 4.70 pervane özellikleri		
2 X Ana makine gücü	179	kW	pervane çapı	1.095	m
Ana makine devir sayısı	2200	1/dk	pervane devir sayısı	550	1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4		hatve-çap oranı	0.731	
			Tekne hızı		
L	27	m	Tekne hızı	6.147	m/s
B	9.9	m	Pe	189.148	kW
T	2	m			
η_{tr}	0.97				

Tablo 73. DK3 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.85 pervane özellikleri	
2 X Ana makine gücü	179 kW	pervane çapı	1.079 m
Ana makine devir sayısı	2200 1/dk	pervane devir sayısı	550 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	4	hatve-çap oranı	0.750
L	27 m	Tekne hızı	
B	9.9 m	Tekne hızı	6.095 m/s
T	2 m	Pe	183.005 kW
η_{tr}	0.97		

DK 4 kodlu teknenin optimum pervane tasarımı sonuçları ve ana makine özellikleri B 3.50, B 4.50, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri için Tablo 74, Tablo 75, Tablo 76, Tablo 77, Tablo 78'de verilmiştir.

Tablo 74. DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 3.50 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 3.50 pervane özellikleri	
1 X Ana makine gücü	403 kW	pervane çapı	1.274 m
Ana makine devir sayısı	2100 1/dk	pervane devir sayısı	700 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3	hatve-çap oranı	0.516
		Tekne hızı	
L	20.15 m	Tekne hızı	6.327 m/s
B	8.88 m	Pe	211.506 kW
T	1.6 m		
η_{tr}	0.97		

Tablo 75. DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.40 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.40 pervane özellikleri	
1 X Ana makine gücü	403 kW	pervane çapı	Uygun değil
Ana makine devir sayısı	2100 1/dk	pervane devir sayısı	Uygun değil
Redüksiyon dişlisi oranı	3	hatve-çap oranı	Uygun değil
		Tekne hızı	
L	20.15 m	Tekne hızı	Uygun değil
B	8.88 m	Pe	Uygun değil
T	1.6 m		
η_{tr}	0.97		

Tablo 76. DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.55 serisi pervane özellikleri

Giriş değerleri		B 4.55 pervane özellikleri	
1 X Ana makine gücü	403 kW	pervane çapı	1.173 m
Ana makine devir sayısı	2100 1/dk	pervane devir sayısı	700 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3	hatve-çap oranı	0.598
L		Tekne hızı	
	20.15 m		
B	8.88 m	Tekne hızı	6.316 m/s
T	1.6 m	Pe	210.225 kW
η_{tr}	0.97		

Tablo 77. DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.70 serisi pervane özellikleri

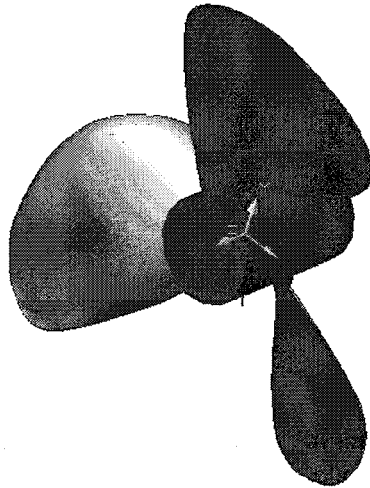
Giriş değerleri		B 4.70 pervane özellikleri	
1 X Ana makine gücü	403 kW	pervane çapı	1.136 m
Ana makine devir sayısı	2100 1/dk	pervane devir sayısı	700 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3	hatve-çap oranı	0.646
L		Tekne hızı	
	20.15 m		
B	8.88 m	Tekne hızı	6.275 m/s
T	1.6 m	Pe	195.755 kW
η_{tr}	0.97		

Tablo 78. DK4 balıkçı teknesinde 3.durum için B 4.85 serisi pervane özellikleri

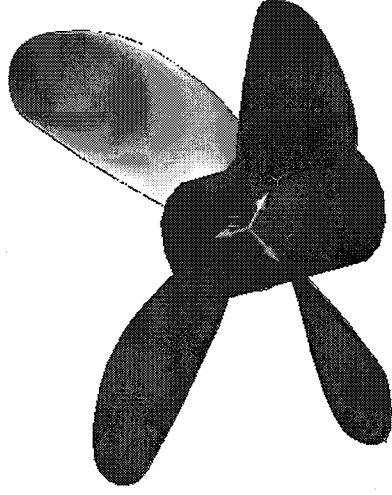
Giriş değerleri		B 4.85 pervane özellikleri	
1 X Ana makine gücü	403 kW	pervane çapı	1.119 m
Ana makine devir sayısı	2100 1/dk	pervane devir sayısı	700 1/dk
Redüksiyon dişlisi oranı	3	hatve-çap oranı	0.671
L	20.15 m	Tekne hızı	
B	8.88 m	Tekne hızı	6.249 m/s
T	1.6 m	Pe	190.004 kW
η_{tr}	0.97		

3.2.4. Üç Boyutlu Pervane Çizimleri

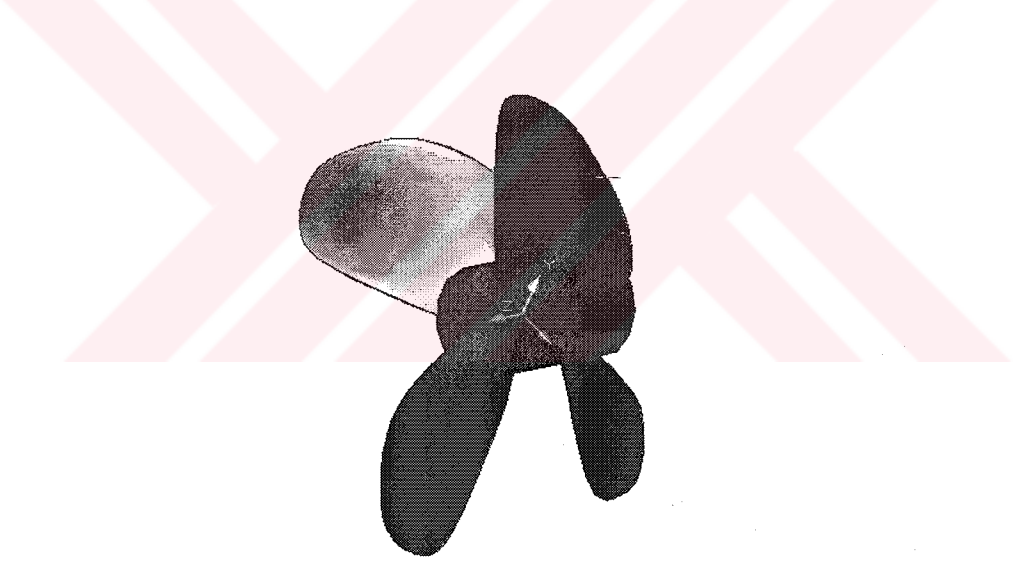
DK4 kodlu balıkçı teknesi için 1. durumda seçilmiş olan pervaneler 3 boyutlu pervane çizim programı yardımıyla Autocad programında çizilmiştir. Bu pervanelerin resimleri Şekil 66, Şekil 67, Şekil 68, Şekil 69 ve Şekil 70'de gösterilmiştir.



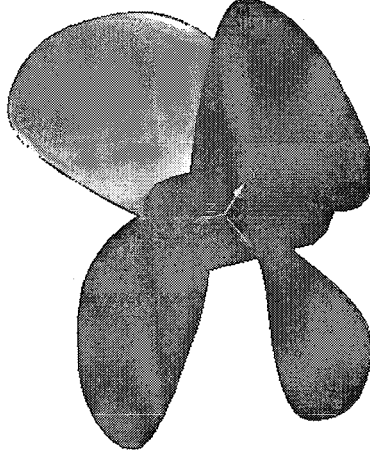
Şekil 66. B 3.50 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü



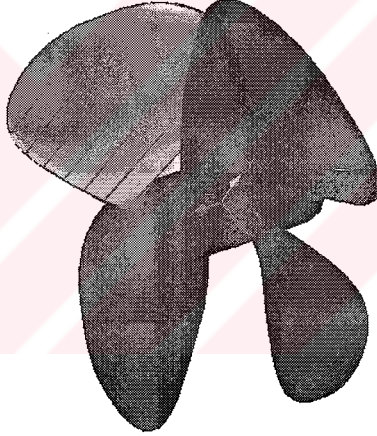
Şekil 67. B 4.40 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü



Şekil 68. B 4.55 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü



Şekil 69. B 4.70 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü

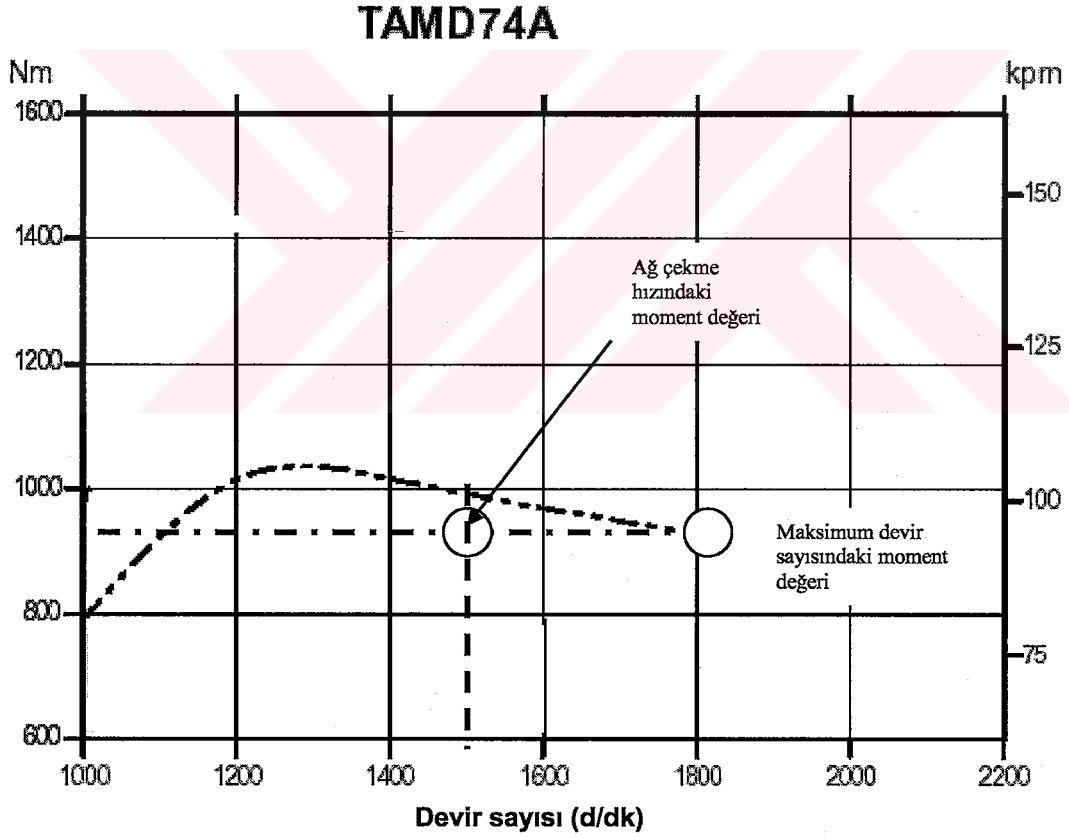


Şekil 70. B 4.85 pervanesinin 3 boyutlu görünüşü

3.2.5. İtme Kuvveti Ve Döndürme Momenti Değerleri

Bu bölümde seçilen pervanelerin maksimum hızda ve ağ çekme hızında oluşturdukları itme kuvvetlerinin ve döndürme momentlerinin kontrolleri itme ve döndürme momenti kontrol programı uygulanarak yapılmıştır. Tekneler için maksimum dizayn hızı 12 knot ve ağ çekme hızı 3 knot olarak alınmıştır. Pervane tasarımları maksimum hıza göre yapılmış, dolayısıyla ana makinenin sağlaması gereken döndürme momenti değeri, maksimum tekne hızı ve maksimum devir sayısına göre belirlenmektedir. Ana makine karakteristik diyagramlarından devir sayısı-döndürme momenti diyagramına

bakıldığında tam gazda döndürme momenti değerinin maksimum devir sayısında nominal devir sayısı değerinden düşük olduğu görülmektedir (Şekil 71). Bu amaçla uygun redüksiyon dişlisi seçimi ile ağ çekme hızında pervane devir sayısının nominal devir sayısına denk getirilmesi kuşkusuz avantaj sağlayacaktır. Fakat yapılan çalışmada makine karakteristikleri tasarım aşamasında elimizde bulunmadığı için nominal devir sayısında makinenin ürettiği döndürme momenti değeri dikkate alınamamış maksimum devir sayısındaki döndürme momenti dikkate alınmıştır (Şekil 71). Yani pervaneye ağ çekme hızında etki edecek döndürme momenti maksimum hız ve devir sayısında ulaşılan döndürme momentine eşit alınmıştır ve bu devir sayısında sağlanabilecek itme kuvveti hesaplanmıştır. Bu işlem üç farklı durum için tasarlanmış olan beş farklı pervane için yapılmıştır.



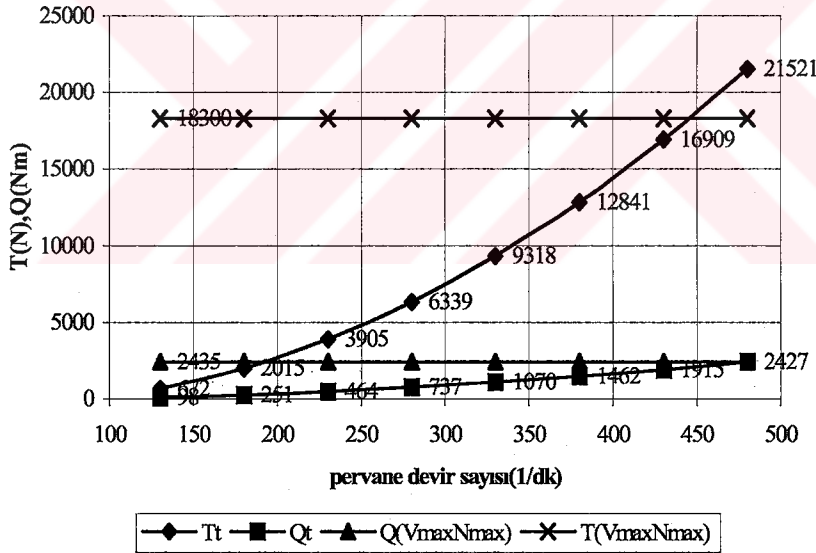
Şekil 71. Örnek bir ana makinenin döndürme momenti- devir sayısı eğrisi

Pervanelerin maksimum hızda oluşturdukları döndürme momenti değeri aşılmadan ağ çekme hızında pervanenin maksimum itme kuvvetini sağlayabilmesi için hangi devir sayısında dönmesi gerektiği belirlenmiştir. Örneğin Şekil 72’de görüldüğü gibi pervanenin

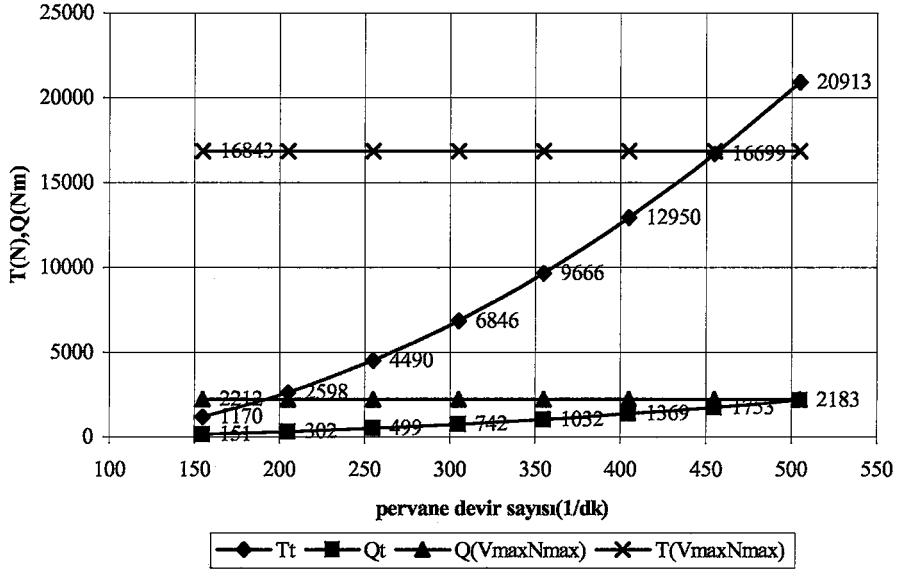
maksimum hızda oluşturduğu döndürme momenti değeri ve ağ çekme hızında devir sayısına göre döndürme momentleri değişimi aynı grafik üzerine çizilmiş ve kesişim noktasına denk gelen devir sayısı pervanenin ağ çekme hızındaki maksimum devir sayısı olarak belirlenmiştir. Belirlenmiş olan devir sayısında ağ çekme hızında pervanenin oluşturduğu itme kuvveti hesaplanmıştır.

3.2.5.1. 1.Durum İçin Tasarlanmış Olan Pervanelerin İtme Kuvveti Ve Döndürme Momenti Değerleri

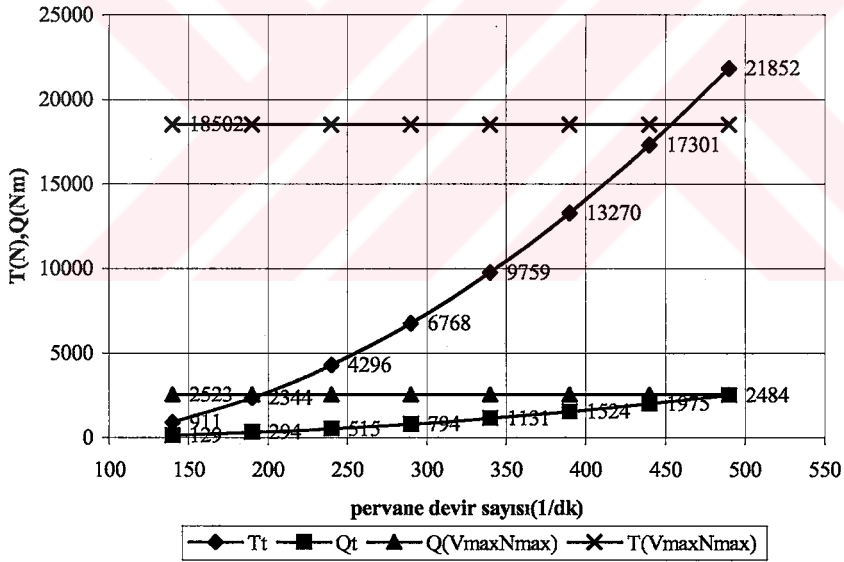
DK 1 kodlu teknenin itme kuvveti ve döndürme momenti değerleri Şekil 72, Şekil 73, Şekil 74, Şekil 75, Şekil 76 ve Tablo 79 ve Tablo 80'de gösterilmiştir. Grafiklerde T_t ; ağ çekme hızındaki itme kuvvetinin devir sayısına göre değişimi, Q_t ; ağ çekme hızındaki döndürme momentinin devir sayısına göre değişimi, Q ; maksimum hız ve devir sayısındaki döndürme momenti ve T ; maksimum hız ve devir sayısındaki itme kuvvetidir.



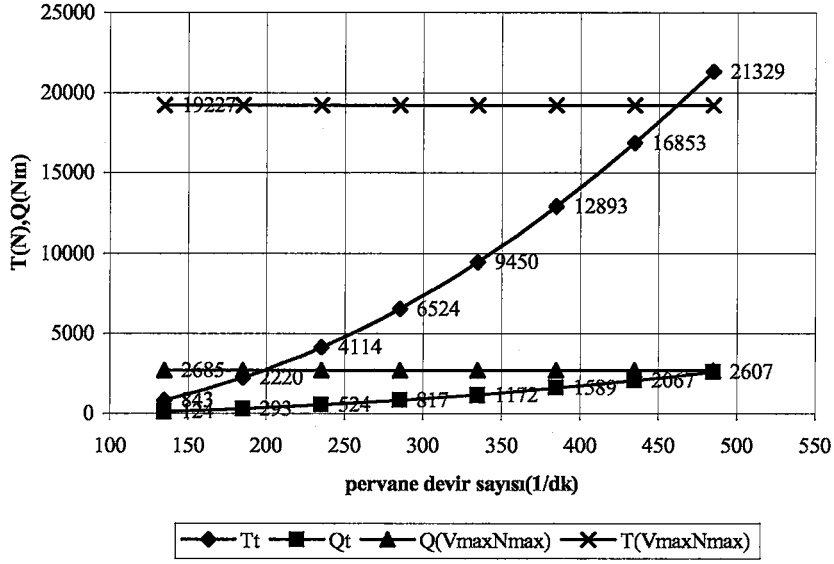
Şekil 72. DK1 teknesinde 1. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



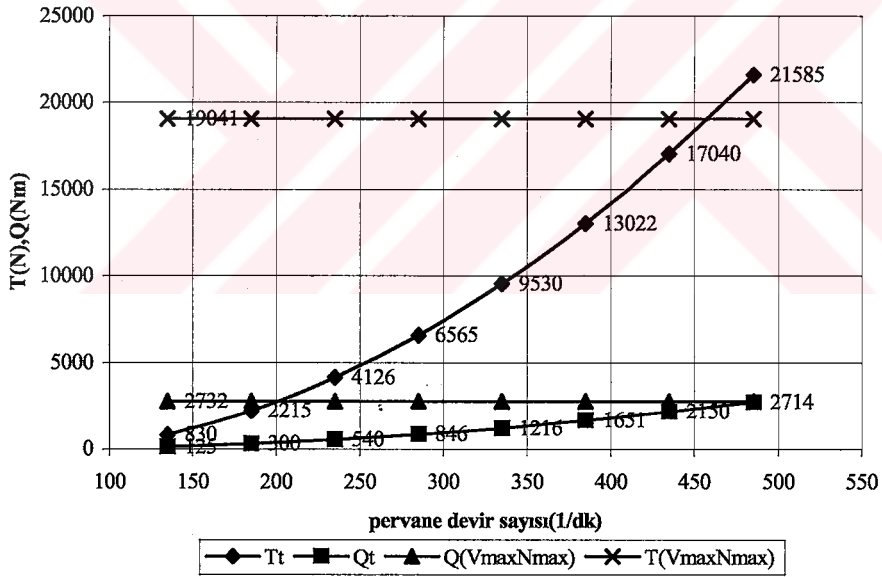
Şekil 73. DK1 teknesinde 1. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 74. DK1 teknesinde 1. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 75. DK1 teknesinde 1. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 76. DK1 teknesinde 1. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

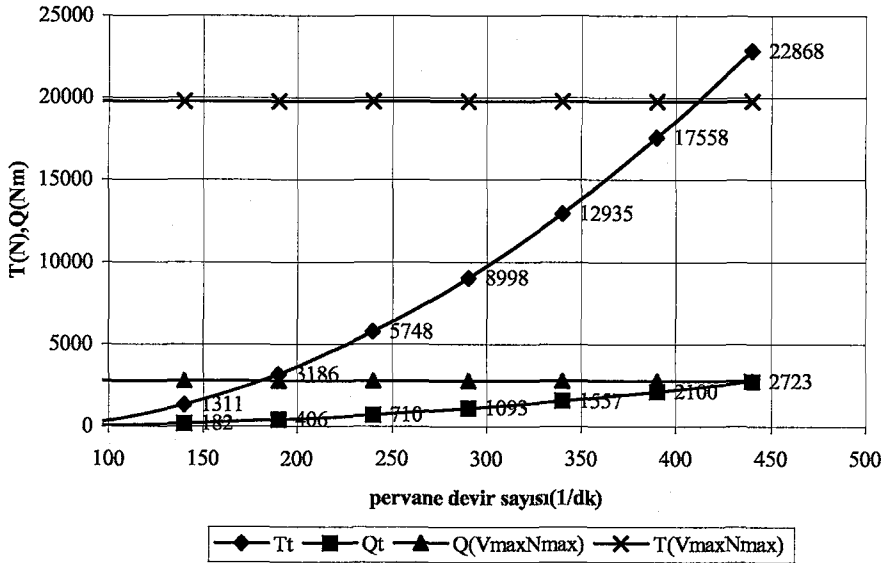
Tablo 79. 1.durumda 12 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	600	600	600	600	600
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B 3.50	B 4.40	B 4.55	B 4.70	B 4.85
T(N)	18300.04	16843.01	18502.33	19227.23	19040.82
Q(Nm)	2434.656	2212.334	2523.222	2684.688	2731.619
Ps(kW)	157.9101	143.4905	163.6544	174.127	177.171
Pe(kW)	85.31198	75.60374	86.02626	89.15892	88.29455
η_p	0.540257	0.52689	0.525658	0.512034	0.498358

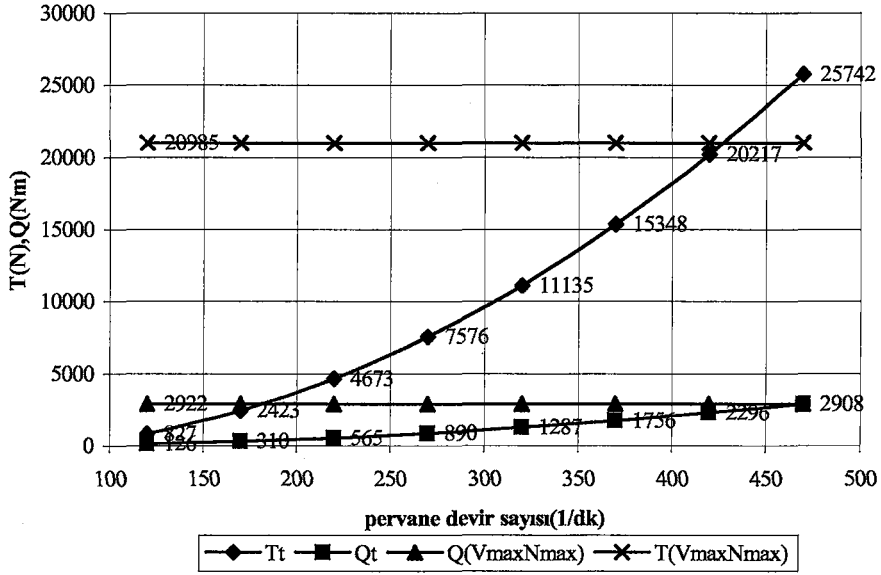
Tablo 80. 1.durumda 3 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	480	505	490	485	485
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	21521.07	20912.85	21851.5	21328.84	21585.07
Q(Nm)	2426.686	2183.464	2483.968	2607.075	2714.192
Ps(kW)	125.9145	119.1951	131.5719	136.6837	142.2995
Pe(kW)	25.08198	23.46803	25.39955	24.72608	25.02312
η_p	0.199198	0.196888	0.193047	0.1809	0.175848

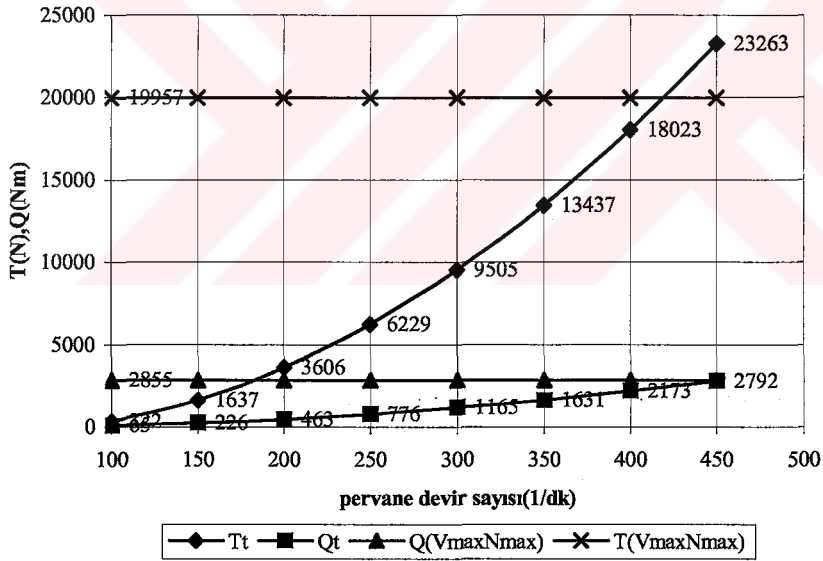
DK 2 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 77, Şekil 78, Şekil 79, Şekil 80, Şekil 81 ve Tablo 81 ve Tablo 82'de verilmiştir.



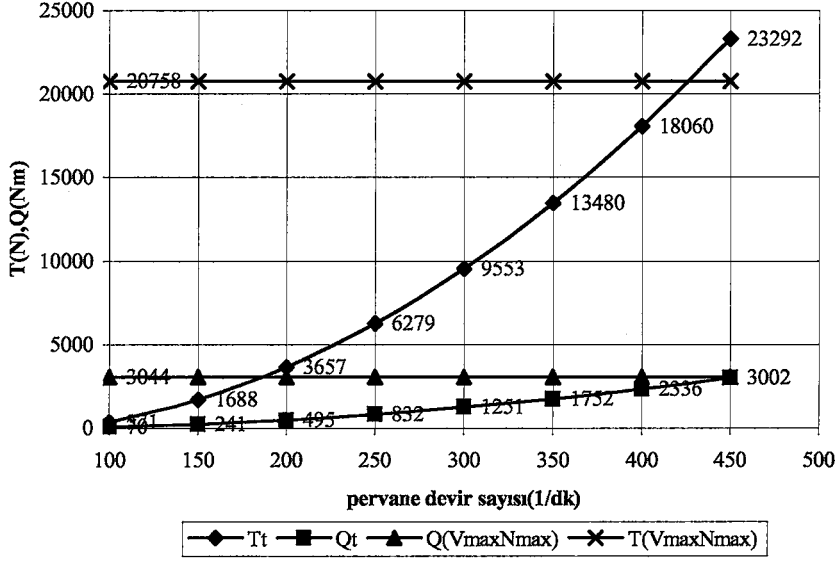
Şekil 77. DK2 teknesinde 1. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



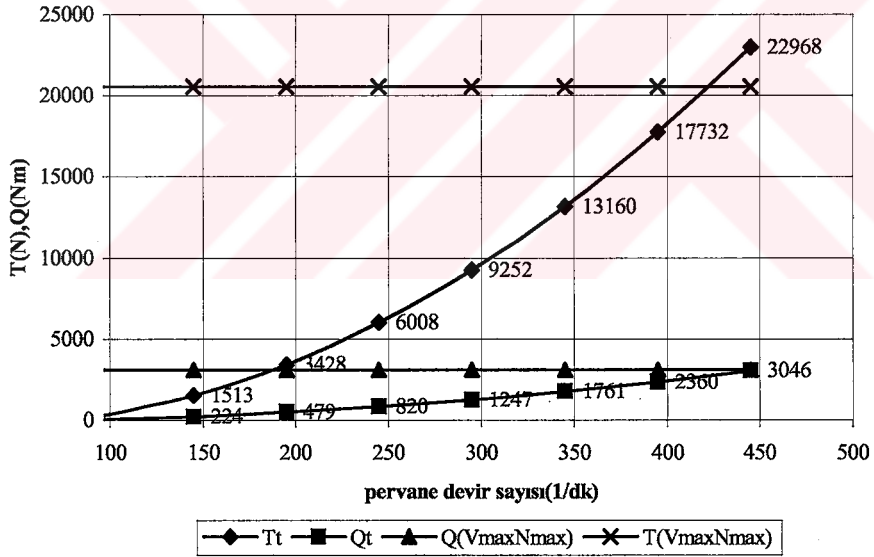
Şekil 78. DK2 teknesinde 1. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 79. DK2 teknesinde 1. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 80. DK2 teknesinde 1. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 81. DK2 teknesinde 1. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

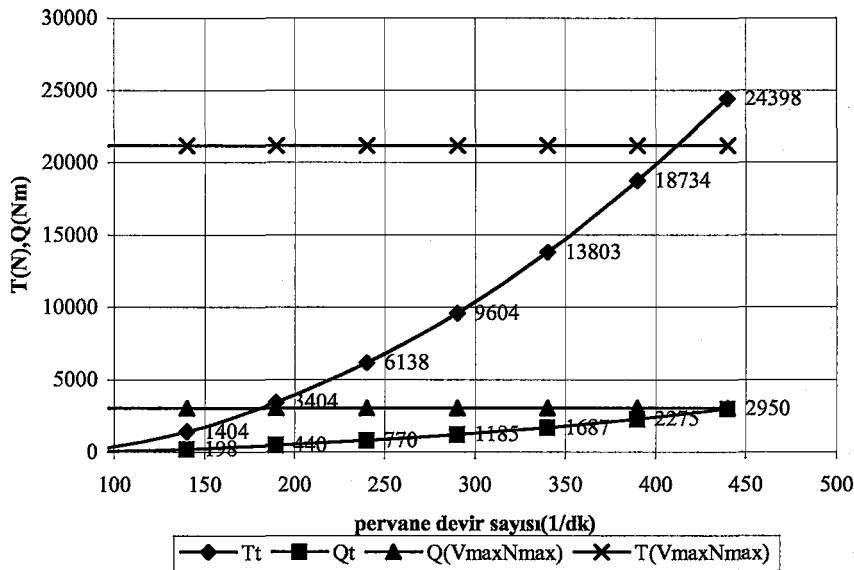
Tablo 81. 1.durumda 12 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	550	550	550	550	550
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B 3.50	B 4.40	B 4.55	B 4.70	B 4.85
T(N)	19767.53	20984.8	19957.06	20758.16	20525.14
Q(Nm)	2763.914	2921.974	2854.843	3044.177	3093.278
Ps(kW)	164.3267	173.7241	169.7329	180.9896	183.909
Pe(kW)	90.31989	92.24888	91.06253	94.4612	93.40083
η_p	0.549636	0.531008	0.536505	0.521915	0.507864

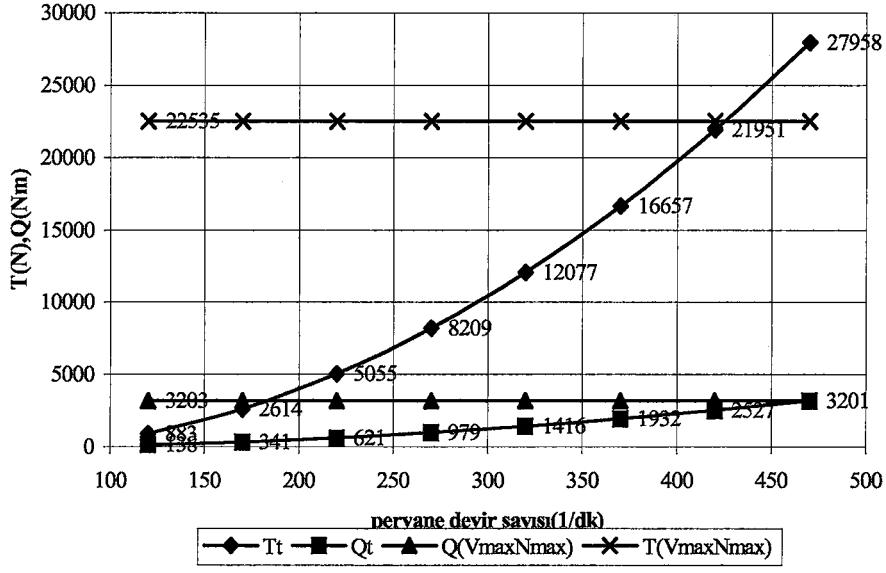
Tablo 82. 1.durumda 3 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	440	470	450	450	445
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	22868.48	25741.51	23263.03	23292.41	22968.45
Q(Nm)	2722.77	2907.525	2791.57	3001.804	3045.581
Ps(kW)	129.5045	147.721	135.7944	146.0213	146.5046
Pe(kW)	26.12212	28.28984	26.53685	26.49837	26.12982
η_p	0.201708	0.191509	0.195419	0.181469	0.178355

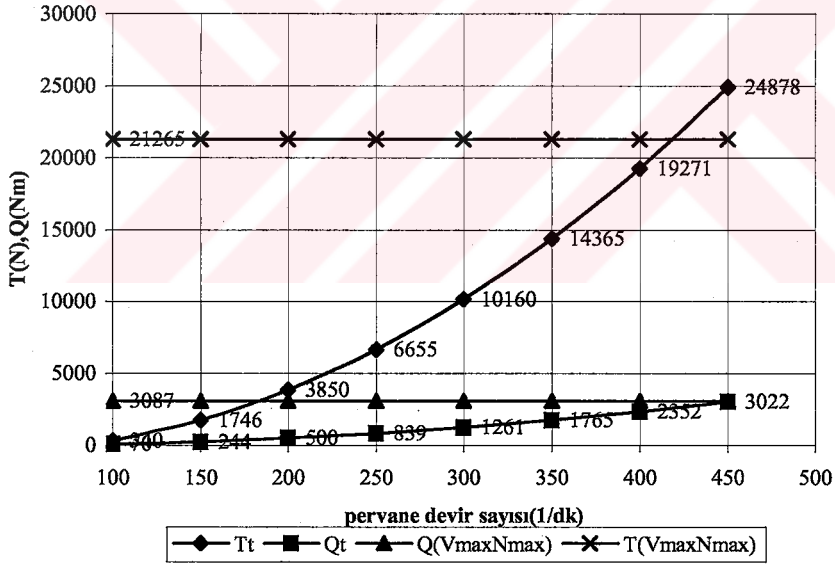
DK 3 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 82, Şekil 83, Şekil 84, Şekil 85, Şekil 86 ve Tablo 83 ve Tablo 84'de verilmiştir.



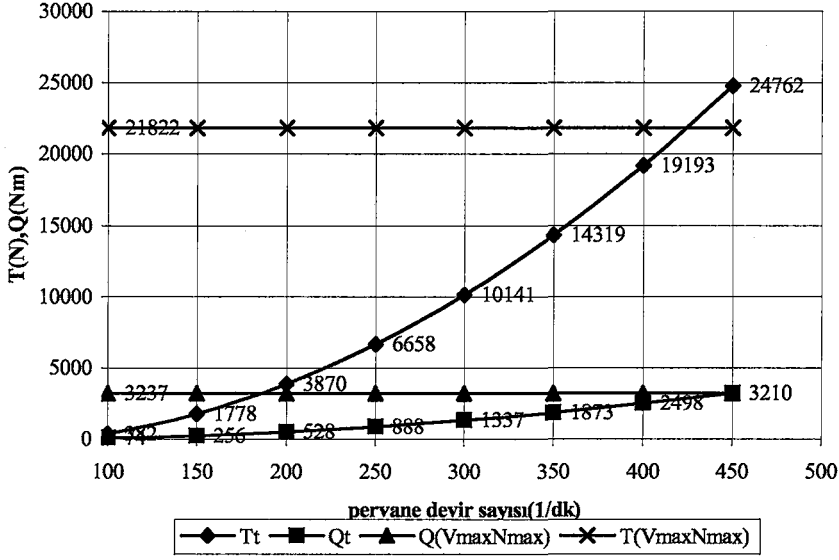
Şekil 82. DK3 teknesinde 1. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



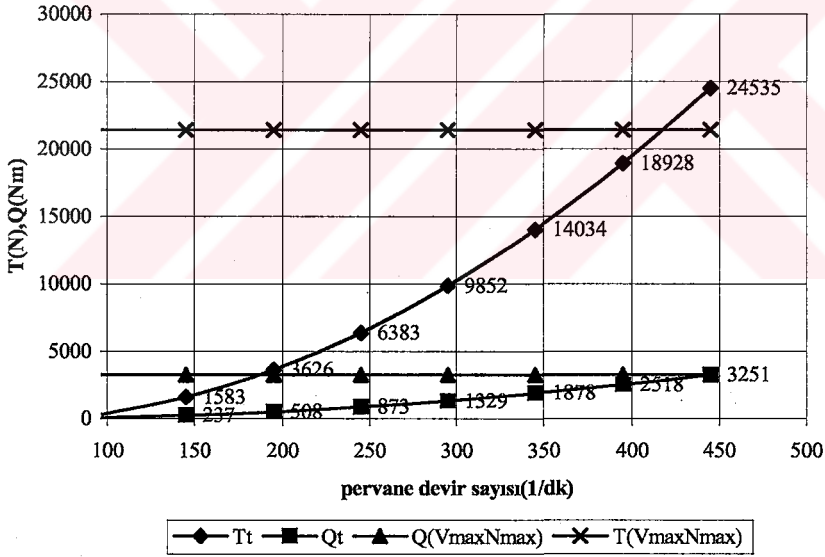
Şekil 83. DK3 teknesinde 1. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 84. DK3 teknesinde 1. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 85. DK3 teknesinde 1. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 86. DK3 teknesinde 1. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

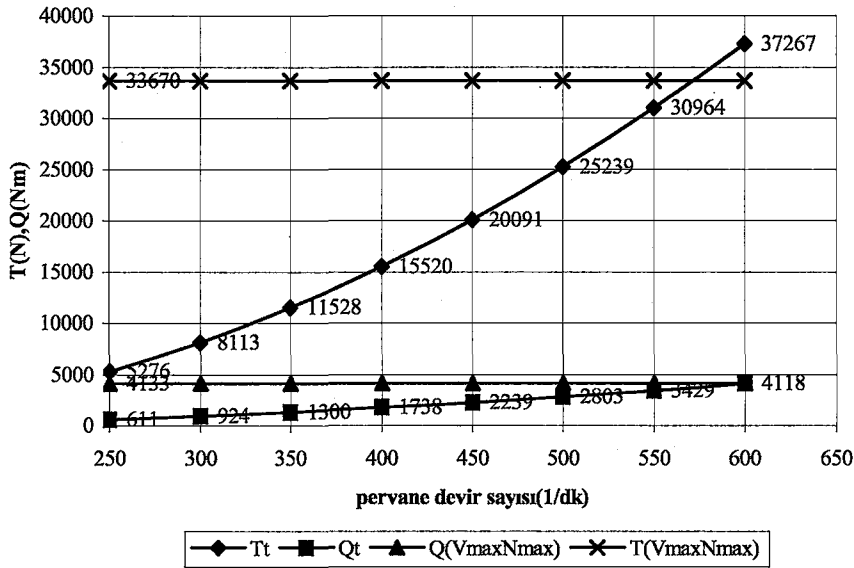
Tablo 83. 1.durumda 12 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentler

N(d/dk)	550	550	550	550	550
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B 3.50	B 4.40	B 4.55	B 4.70	B 4.85
T(N)	21169.43	22534.77	21265.32	21822.37	21405.16
Q(Nm)	3002.36	3203.193	3086.917	3237.411	3268.986
Ps(kW)	178.5035	190.4438	183.5307	192.4782	194.3555
Pe(kW)	97.24888	99.61987	97.55796	99.84364	97.9348
η_p	0.544801	0.523093	0.531562	0.518727	0.503895

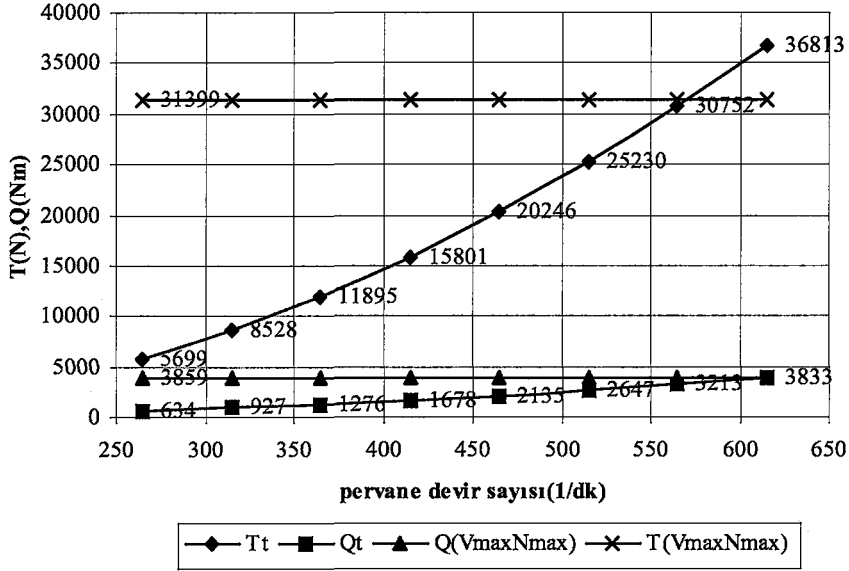
Tablo 84. 1.durumda 3 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentler

N(d/dk)	440	470	450	450	445
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	24397.88	27957.9	24877.75	24761.54	24534.8
Q(Nm)	2949.945	3201.305	3021.603	3210.143	3250.603
Ps(kW)	140.3097	162.6469	146.9843	156.1558	156.367
Pe(kW)	28.01997	30.89849	28.53262	28.3228	28.06344
η_p	0.199701	0.189973	0.19412	0.181375	0.179472

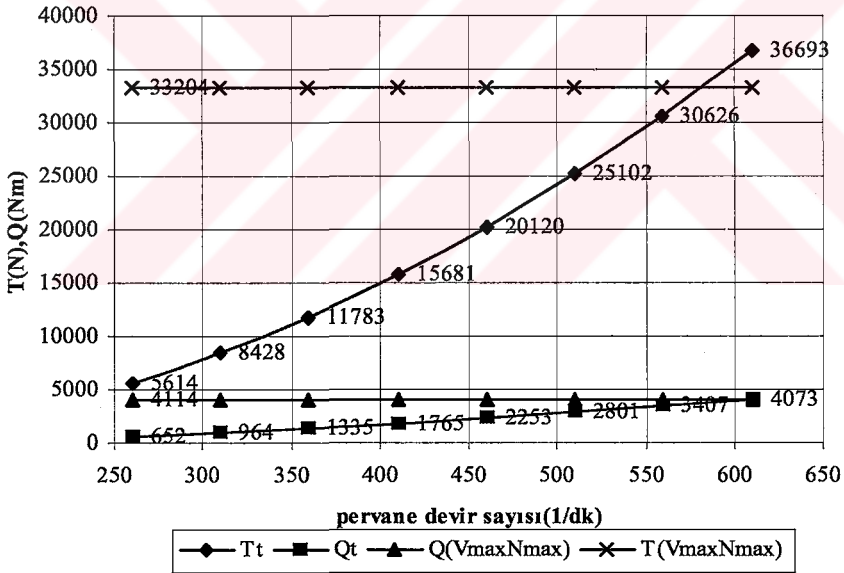
DK 4 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 87, Şekil 88, Şekil 89, Şekil 90, Şekil 91 ve Tablo 85 ve Tablo 86'da verilmiştir.



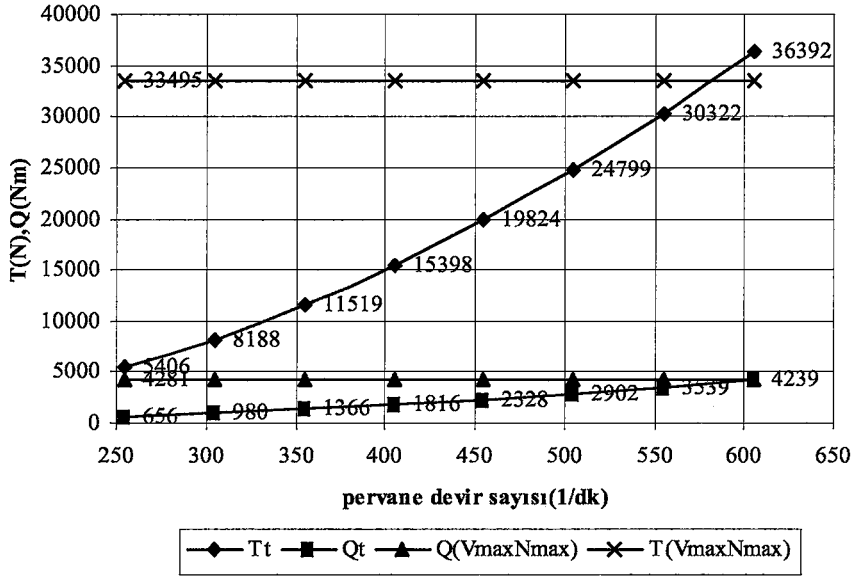
Şekil 87. DK4 teknesinde 1. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



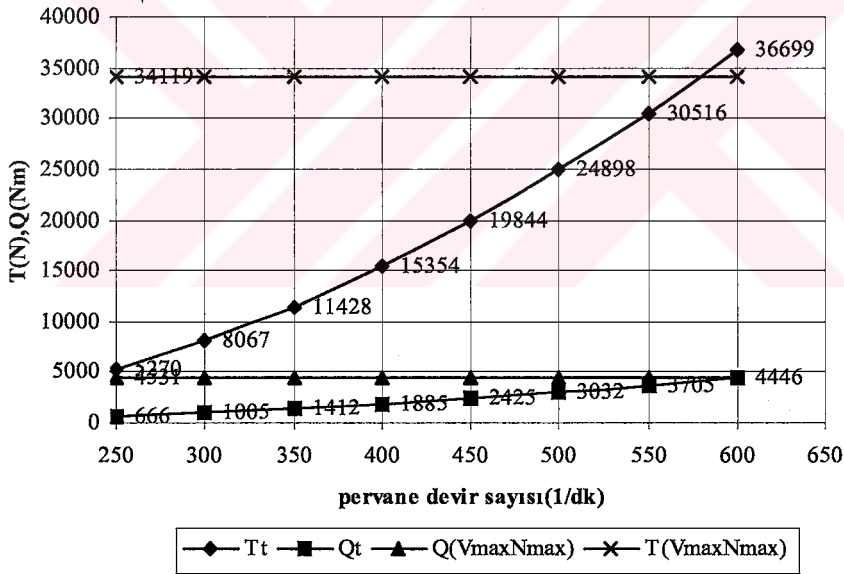
Şekil 88. DK4 teknesinde 1. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 89. DK4 teknesinde 1. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 90. DK4 teknesinde 1. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 91. DK4 teknesinde 1. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

Tablo 85. 1.durumda 12 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

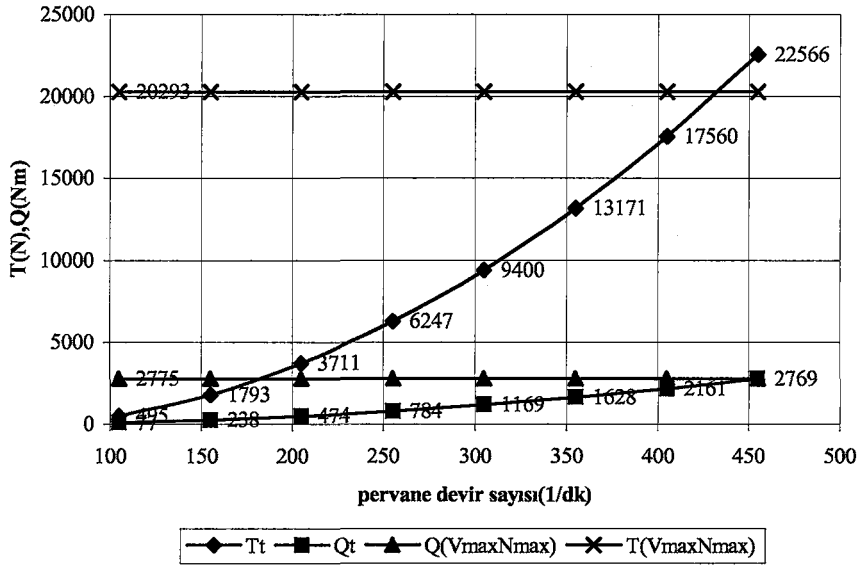
N(d/dk)	700	700	700	700	700
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B 3.50	B 4.40	B 4.55	B 4.70	B 4.85
T(N)	33670.46	31398.74	33204.37	33494.74	34118.83
Q(Nm)	4133.234	3858.615	4113.743	4280.572	4530.509
Ps(kW)	312.7585	291.9783	311.2837	323.9075	342.8201
Pe(kW)	163.8365	152.9766	161.3632	162.5672	165.5963
η_p	0.523843	0.523931	0.51838	0.501894	0.483041

Tablo 86. 1.durumda 3 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

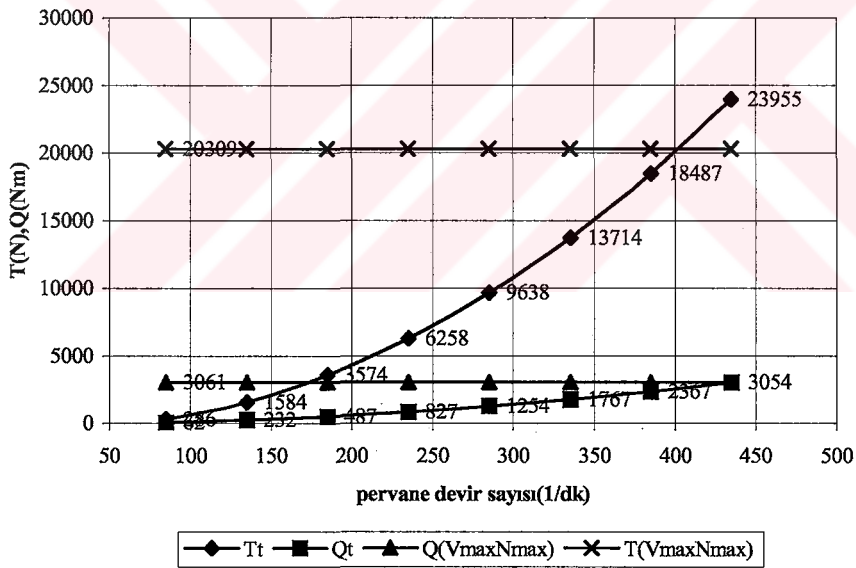
N(d/dk)	600	615	610	605	600
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	37267.21	36813.14	36692.81	36392.49	36698.99
Q(Nm)	4117.743	3833.228	4072.911	4238.55	4445.971
Ps(kW)	267.0739	254.836	268.569	277.2004	288.3627
Pe(kW)	45.33445	44.83899	44.57899	44.15788	44.52977
η_p	0.169745	0.175952	0.165987	0.159299	0.154423

3.2.5.2. 2.Durum İçin Tasarlanmış Olan Pervanelerin İtme Kuvveti Ve Döndürme Momenti Değerleri

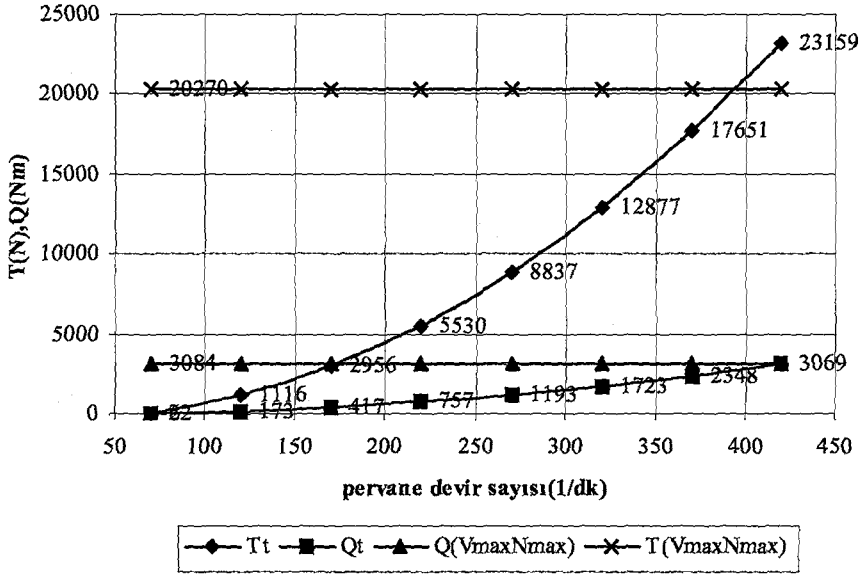
DK 1 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 92, Şekil 93, Şekil 94, Şekil 95, Şekil 96'da ve Tablo 87 ve Tablo 88'de verilmiştir. Grafiklerde Tt; ağ çekme hızındaki itme kuvvetinin devir sayısına göre değişimi, Qt; ağ çekme hızındaki döndürme momentinin devir sayısına göre değişimi, Q; maksimum hız ve devir sayısındaki döndürme momenti ve T; maksimum hız ve devir sayısındaki itme kuvvetidir.



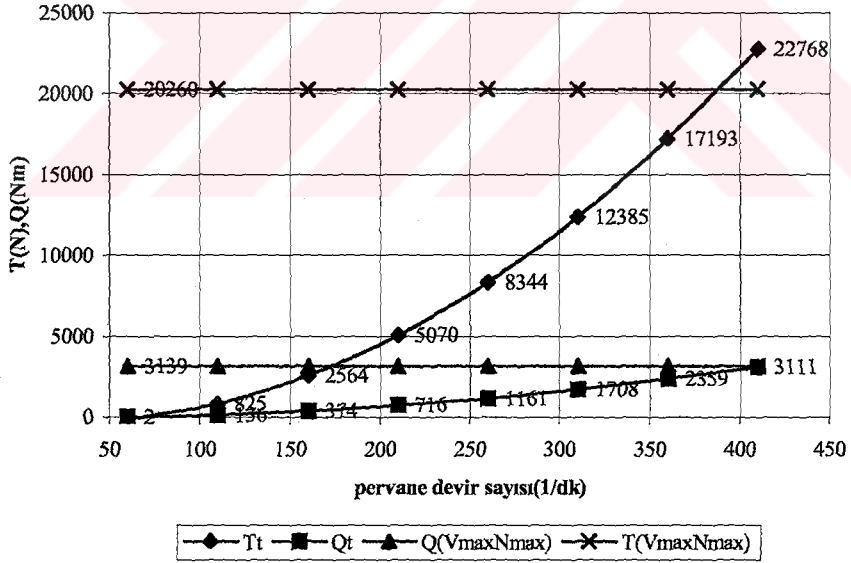
Şekil 92. DK1 teknesinde 2. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



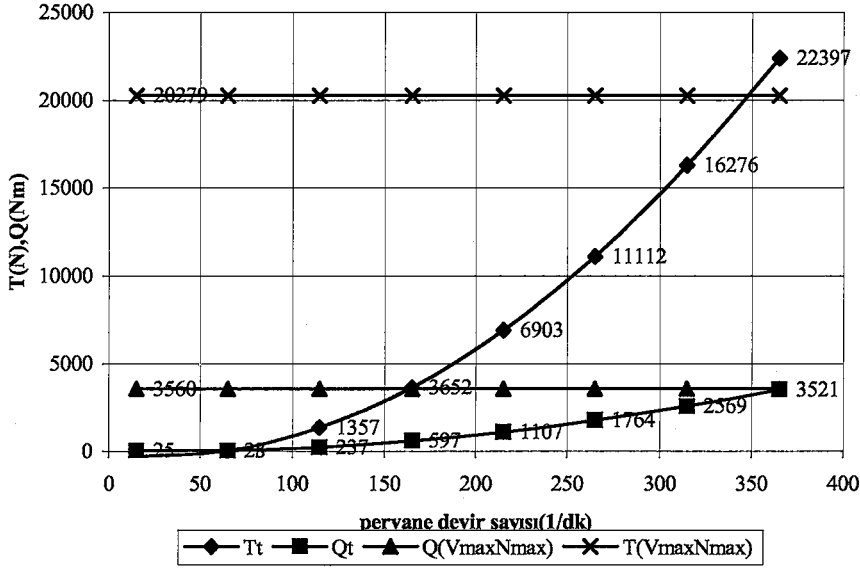
Şekil 93. DK1 teknesinde 2. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 94. DK1 teknesinde 2. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 95. DK1 teknesinde 2. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 96. DK1 teknesinde 2. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

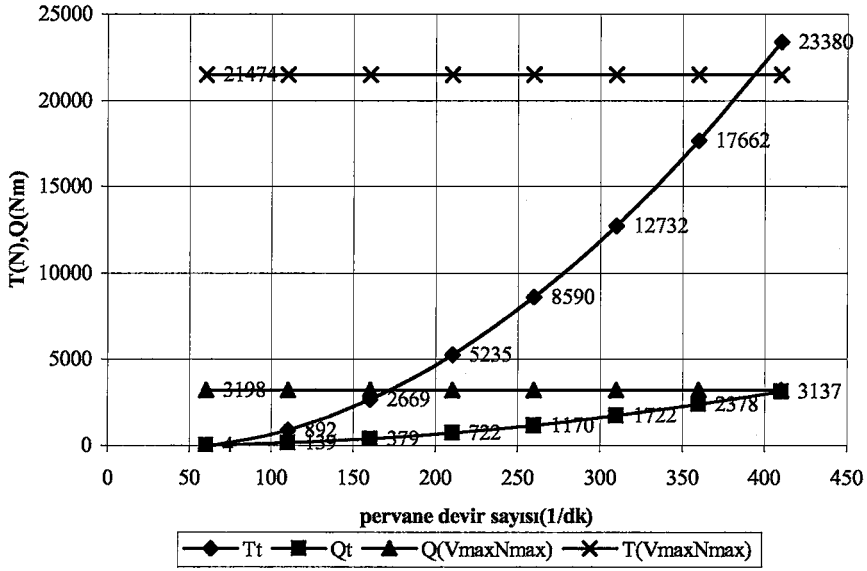
Tablo 87. 2.durumda 12 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	550	500	500	500	450
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	20293.49	20308.97	20270.13	20259.75	20279.43
Q(Nm)	2774.993	3061.017	3083.778	3139.086	3559.513
Ps(kW)	164.9855	165.4462	166.6765	169.6658	173.1507
Pe(kW)	89.08443	89.15242	88.98188	88.93628	89.0227
η_p	0.539953	0.53886	0.53386	0.524185	0.514134

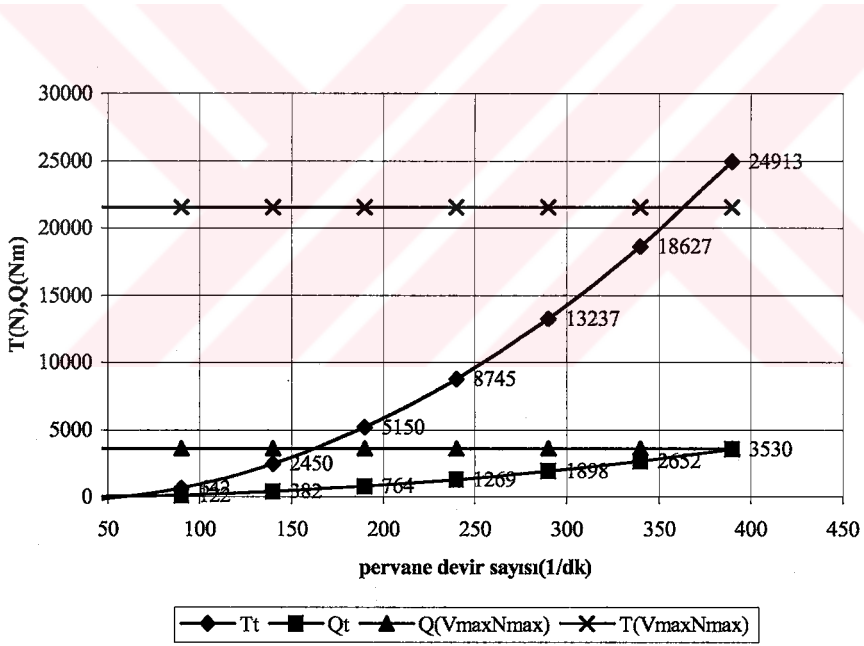
Tablo 88. 2.durumda 3 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	455	435	420	410	365
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	22565.52	23955.36	23159.03	22767.98	22397.02
Q(Nm)	2769.056	3053.908	3068.83	3111.372	3521.481
Ps(kW)	136.196	143.6039	139.3295	137.8976	138.9438
Pe(kW)	24.76454	26.28983	25.41589	24.98673	24.57962
η_p	0.18183	0.183072	0.182416	0.181198	0.176903

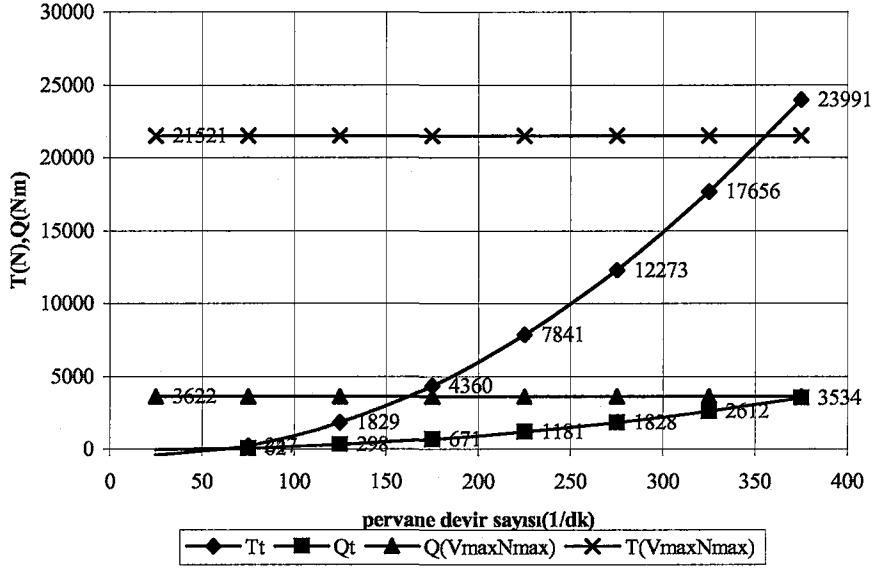
DK 2 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 97, Şekil 98, Şekil 99, Şekil 100, Şekil 101'de ve Tablo 89 ve Tablo 90'da verilmiştir.



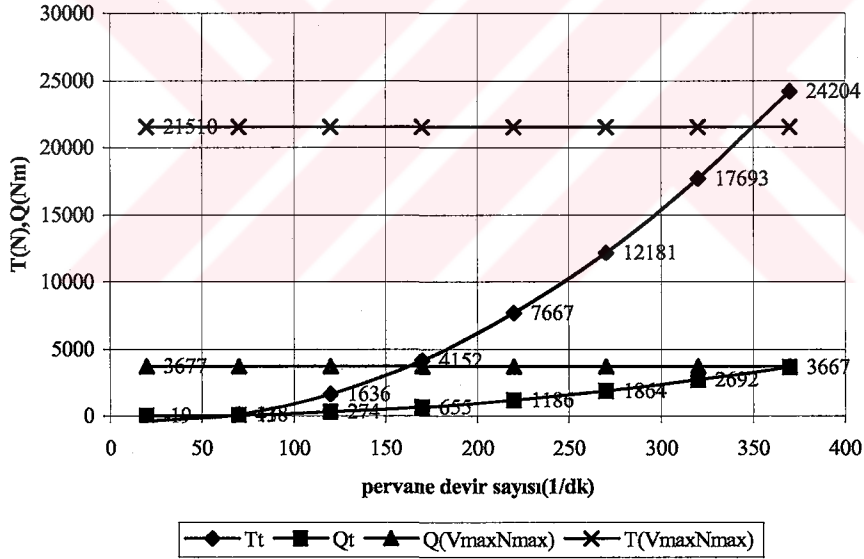
Şekil 97. DK2 teknesinde 2. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



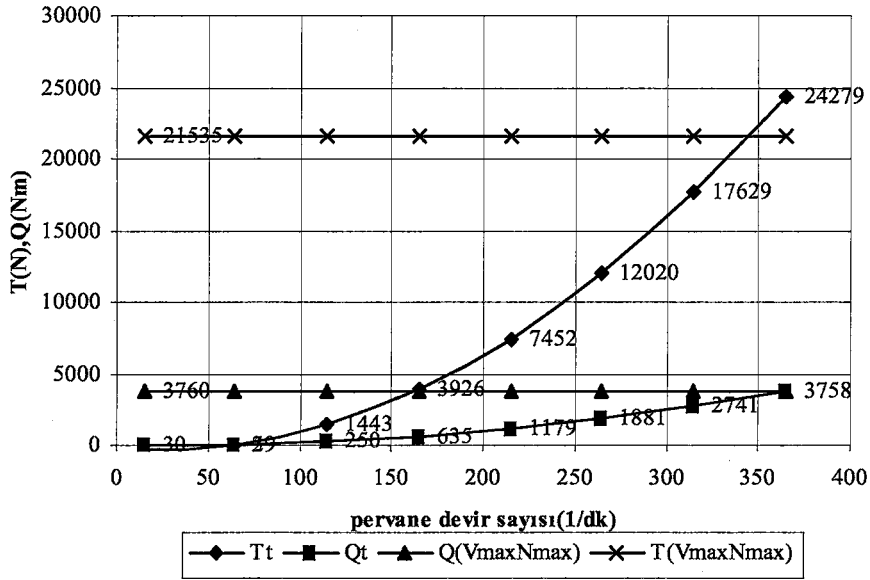
Şekil 98. DK2 teknesinde 2. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 99. DK2 teknesinde 2. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 100. DK2 teknesinde 2. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 101. DK2 teknesinde 2. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

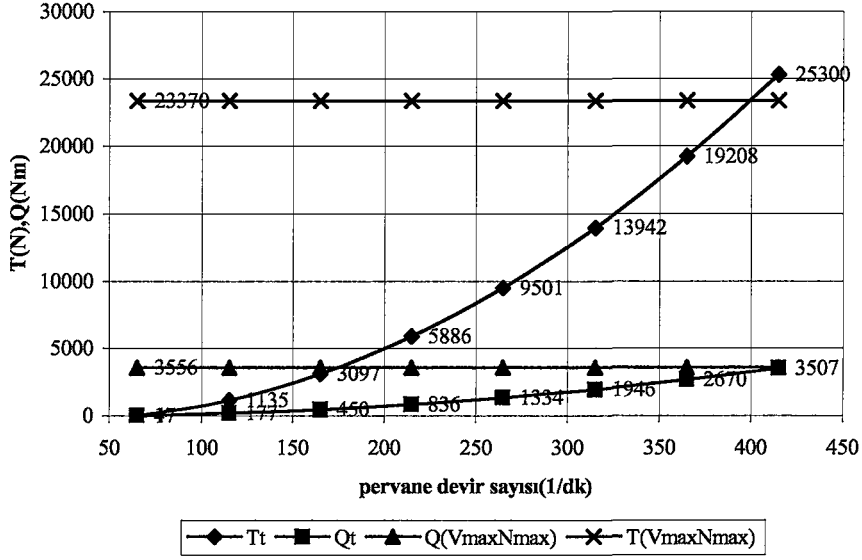
Tablo 89. 2.durumda 12 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	500	450	450	450	450
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	21474.02	21528.64	21521.16	21509.92	21534.83
Q(Nm)	3197.552	3587.455	3622.397	3676.909	3760.072
Ps(kW)	172.8258	174.5099	176.2096	178.8613	182.9068
Pe(kW)	94.26669	94.5065	94.47366	94.42433	94.53367
η_p	0.545443	0.541554	0.536144	0.527919	0.516841

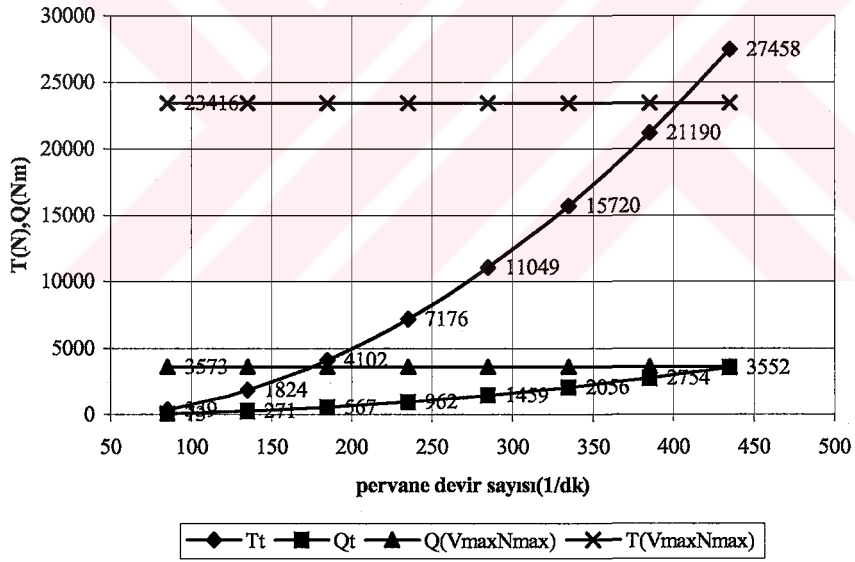
Tablo 90. 2.durumda 3 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	410	390	375	370	365
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	23380.34	24912.69	23990.52	24203.93	24278.77
Q(Nm)	3137.473	3530.078	3534.15	3667.195	3758.182
Ps(kW)	139.0544	148.823	143.2641	146.6752	148.2832
Pe(kW)	25.65877	27.34046	26.32842	26.56262	26.64477
η_p	0.184523	0.183711	0.183775	0.181098	0.179688

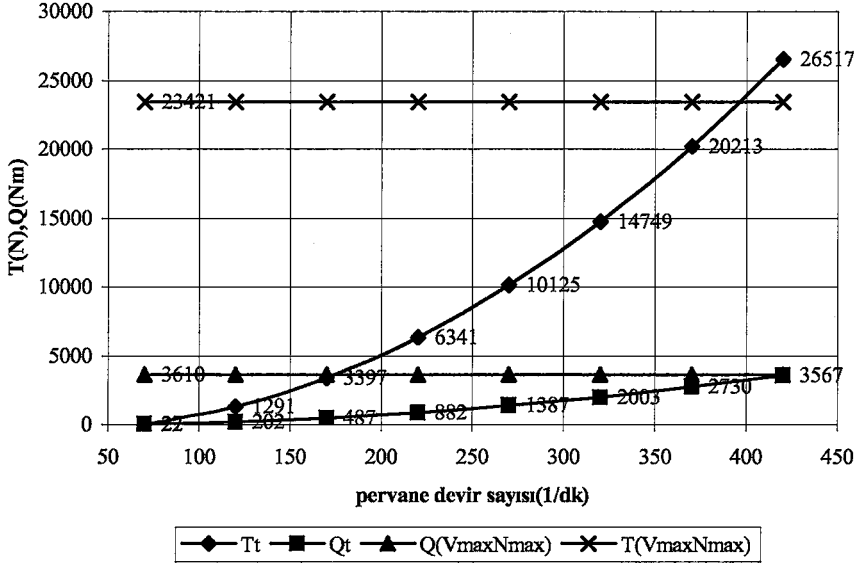
DK 3 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 102, Şekil 103, Şekil 104, Şekil 105, Şekil 106'da ve Tablo 91 ve Tablo 92'de verilmiştir.



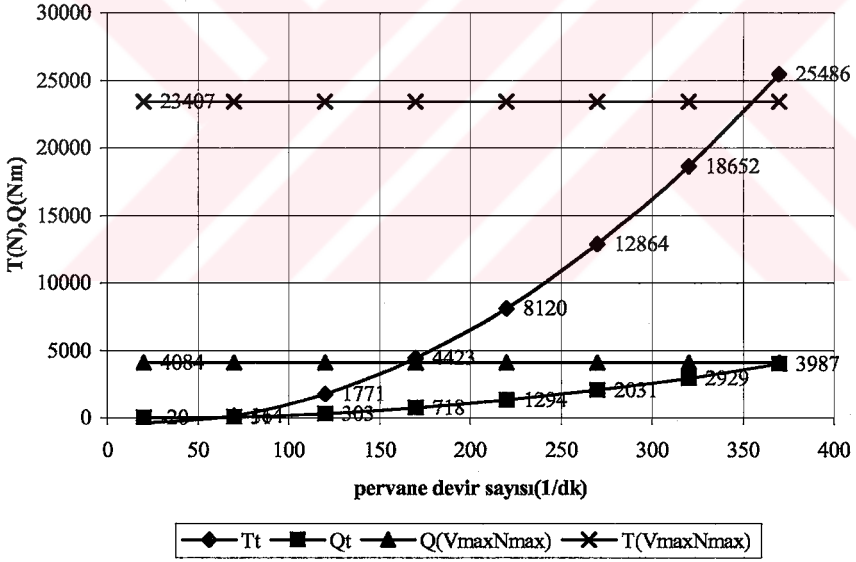
Şekil 102. DK3 teknesinde 2. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



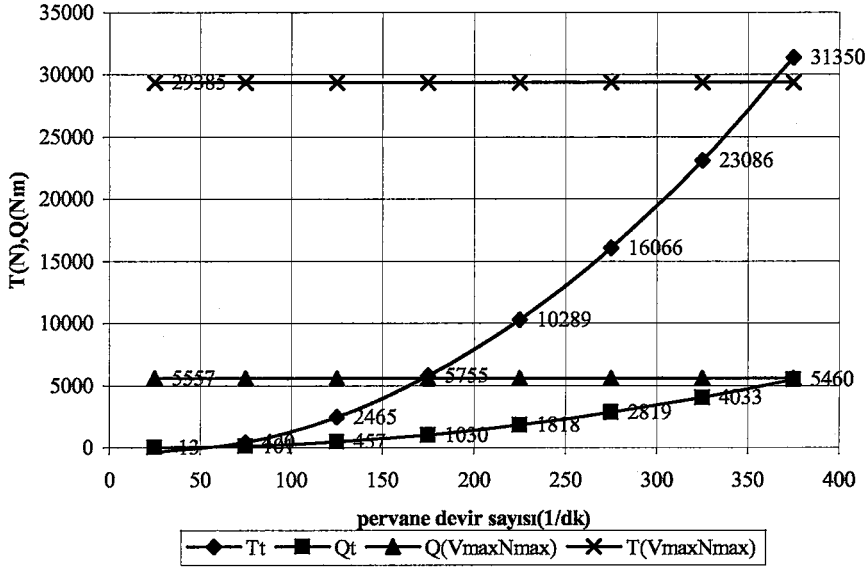
Şekil 103. DK3 teknesinde B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 104. DK3 teknesinde 2. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 105. DK3 teknesinde 2. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 106. DK3 teknesinde 2. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

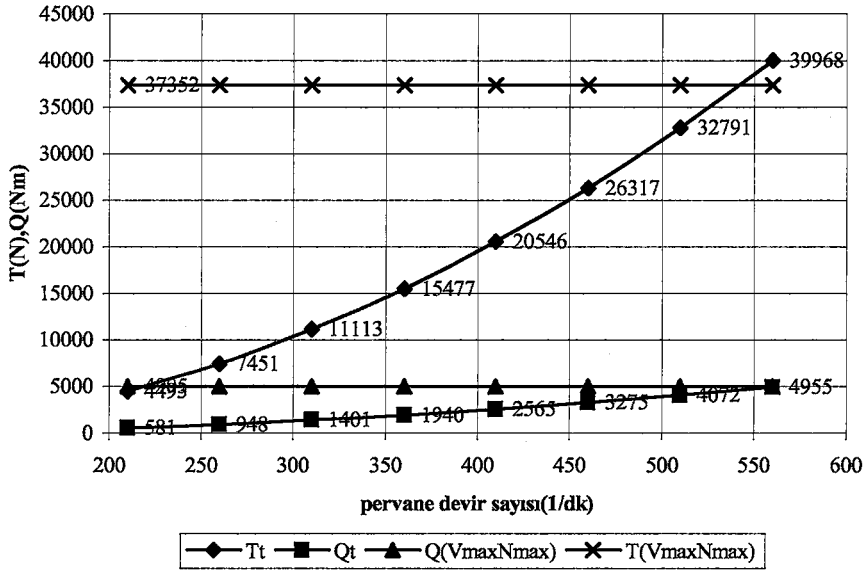
Tablo 91. 2.durumda 12 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	500	450	450	450	450
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	21474.02	21528.64	21521.16	21509.92	21534.83
Q(Nm)	3197.552	3587.455	3622.397	3676.909	3760.072
Ps(kW)	172.8258	174.5099	176.2096	178.8613	182.9068
Pe(kW)	94.26669	94.5065	94.47366	94.42433	94.53367
η_p	0.545443	0.541554	0.536144	0.527919	0.516841

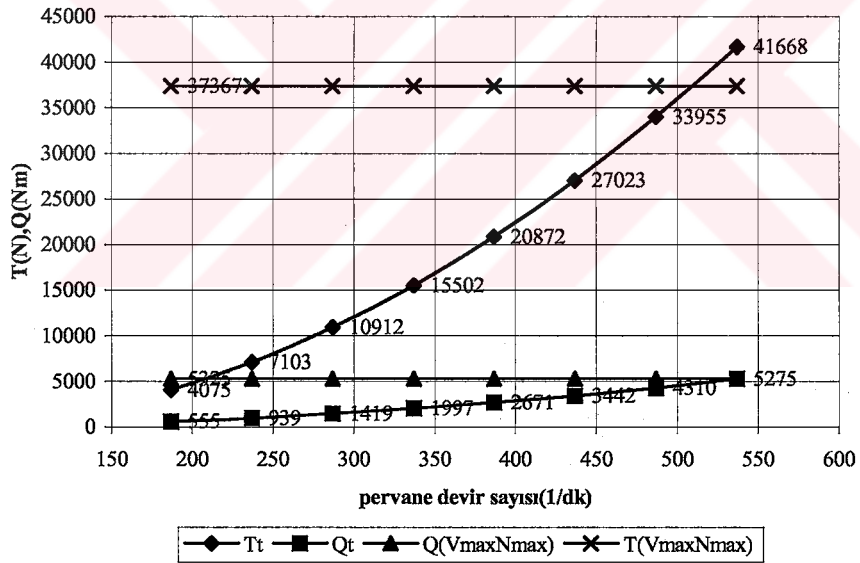
Tablo 92. 2.durumda 3 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	415	435	420	370	375
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	25300.44	27457.75	26516.53	25485.99	31349.56
Q(Nm)	3506.605	3551.977	3566.887	3987.442	5459.514
Ps(kW)	157.3099	167.0247	161.9421	159.484	221.3127
Pe(kW)	27.76599	30.13353	29.10059	27.96963	34.4046
η_p	0.176505	0.180414	0.179697	0.175376	0.155457

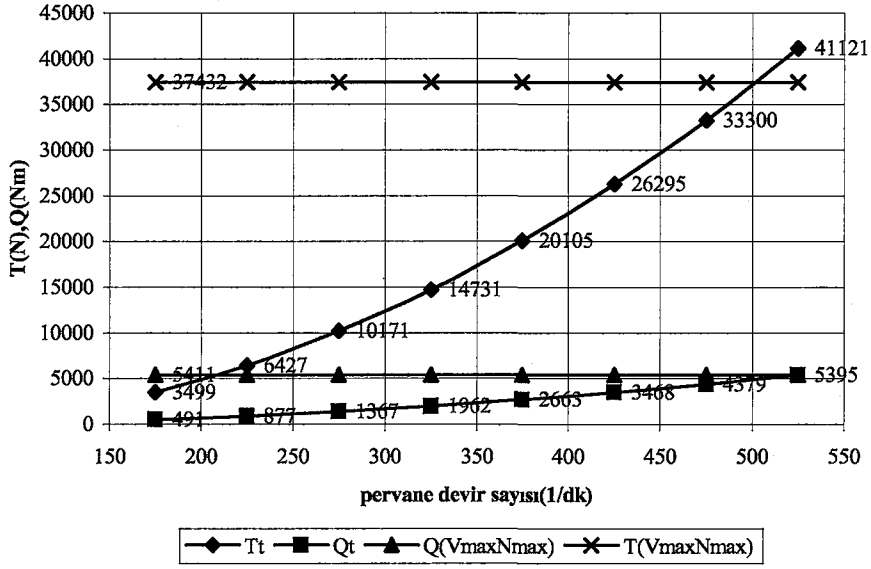
DK 4 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 107, Şekil 108, Şekil 109, Şekil 110, Şekil 111'de ve Tablo 93 ve Tablo 94'de verilmiştir.



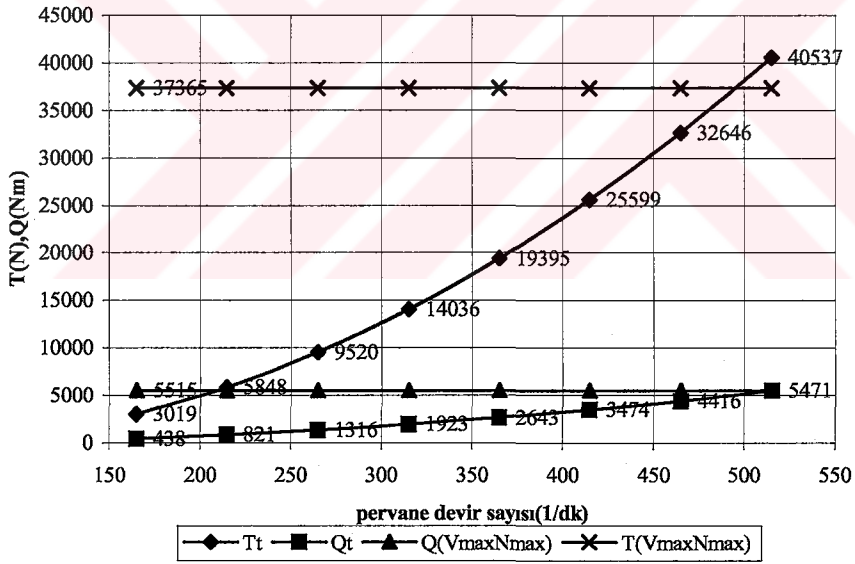
Şekil 107. DK4 teknesinde 2. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



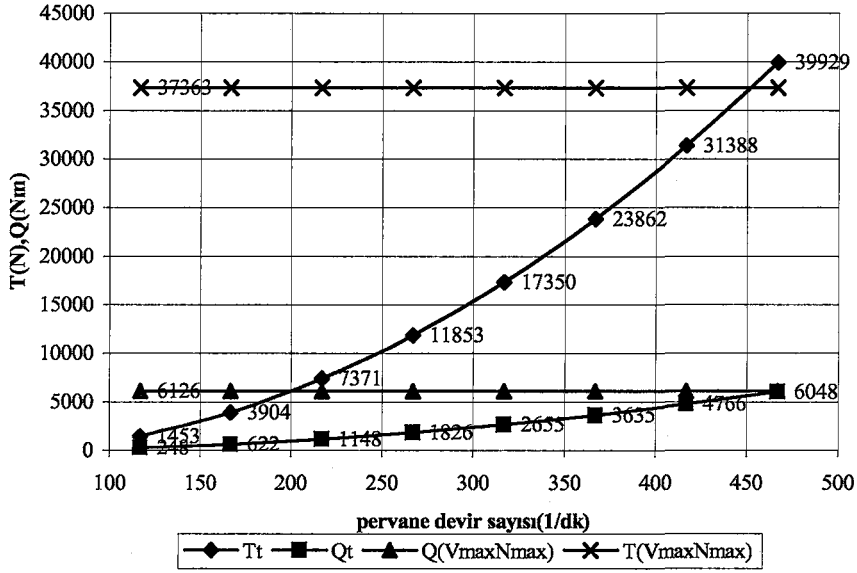
Şekil 108. DK4 teknesinde 2. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 109. DK4 teknesinde 2. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 110. DK4 teknesinde 2. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 111. DK4 teknesinde 2. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

Tablo 93. 2.durumda 12 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

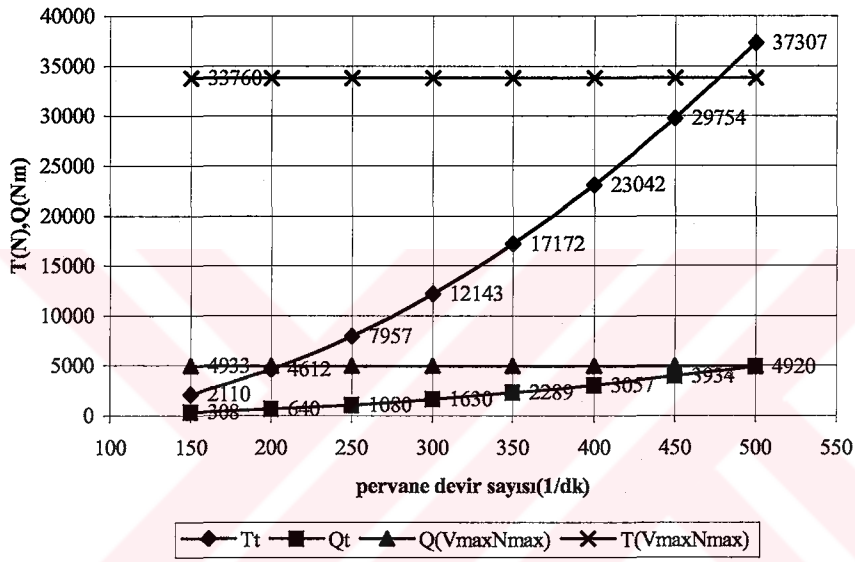
N(d/dk)	650	600	600	600	550
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	37352.41	37367.14	37432.42	37365.48	37362.69
Q(Nm)	4995.24	5325.131	5411.312	5514.504	6125.74
Ps(kW)	350.9868	345.3844	350.974	357.6669	364.2021
Pe(kW)	163.9697	164.0344	164.321	164.0271	164.0149
η_p	0.467168	0.474933	0.468185	0.458603	0.45034

Tablo 94. 2.durumda 3 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

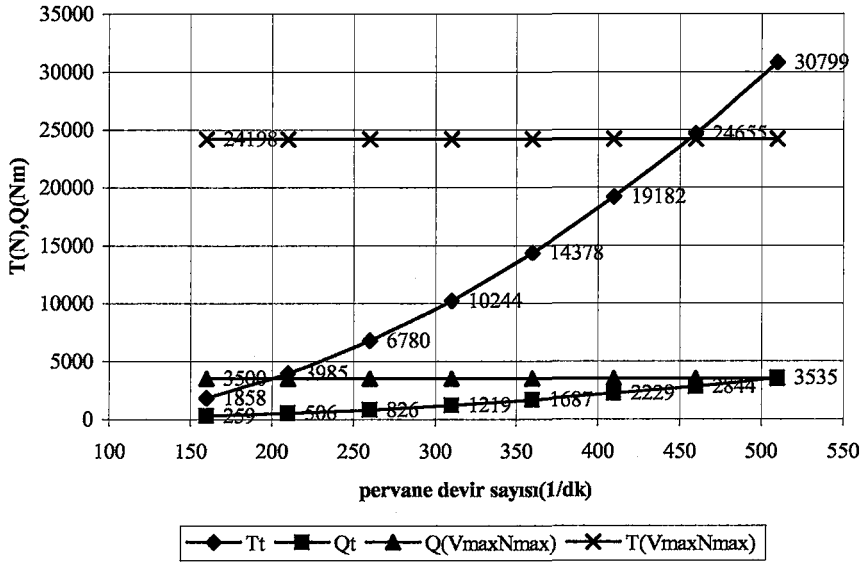
N(d/dk)	560	537	525	515	467
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	39968.46	41667.85	41121.29	40536.95	39928.82
Q(Nm)	4954.722	5274.971	5395.274	5471.126	6047.975
Ps(kW)	299.9358	306.2073	306.192	304.5826	305.3149
Pe(kW)	43.86342	45.72842	45.1286	44.48731	43.81992
η_p	0.146243	0.149338	0.147387	0.14606	0.143524

3.2.5.3. 3.Durum İçin Tasarlanmış Olan Pervanelerin İtme Kuvveti Ve Döndürme Momenti Değerleri

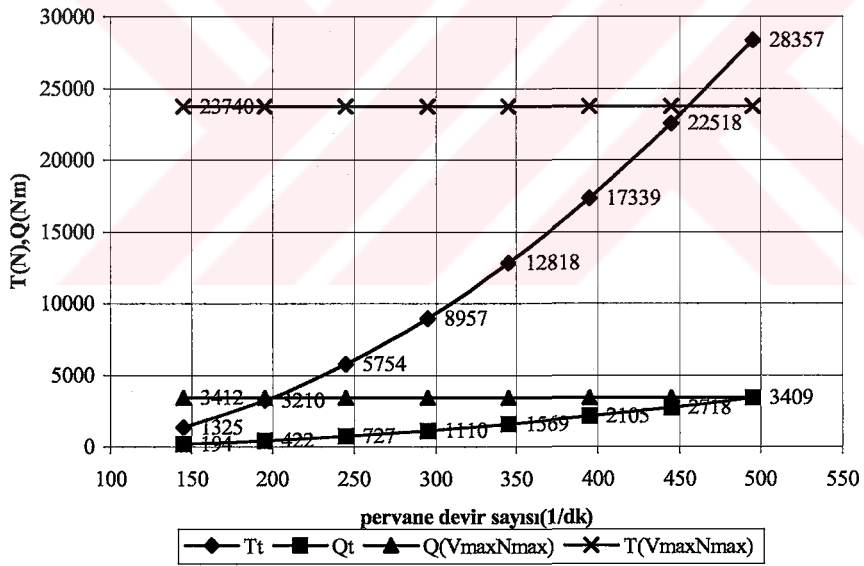
DK 1 kodlu teknenin itme kuvveti ve döndürme momenti değerleri Şekil 112, Şekil 113, Şekil 114, Şekil 115, Şekil 116'da ve Tablo 95 ve Tablo 96'da verilmiştir. Grafiklerde T_t ; ağ çekme hızındaki itme kuvvetinin devir sayısına göre değişimi, Q_t ; ağ çekme hızındaki döndürme momentinin devir sayısına göre değişimi, Q ; maksimum hız ve devir sayısındaki döndürme momenti ve T ; maksimum hız ve devir sayısındaki itme kuvvetidir.



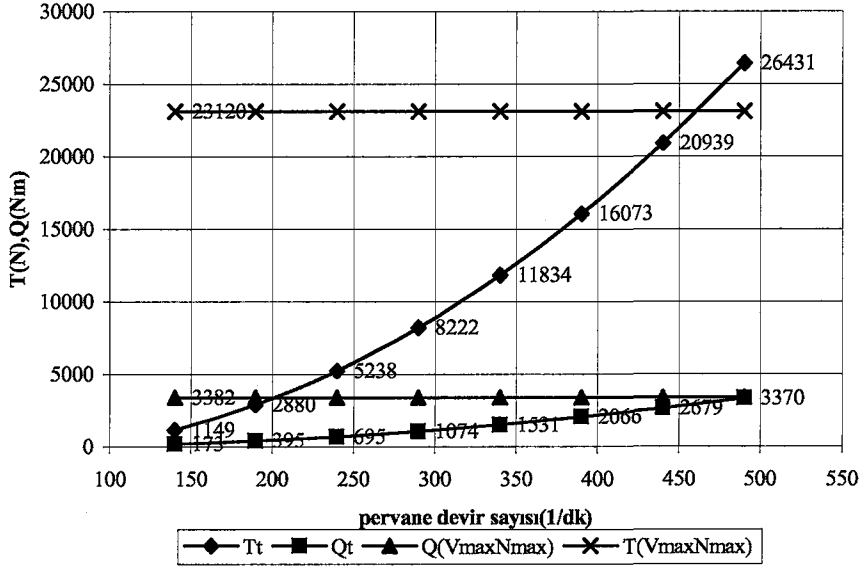
Şekil 112. DK1 teknesinde 3. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



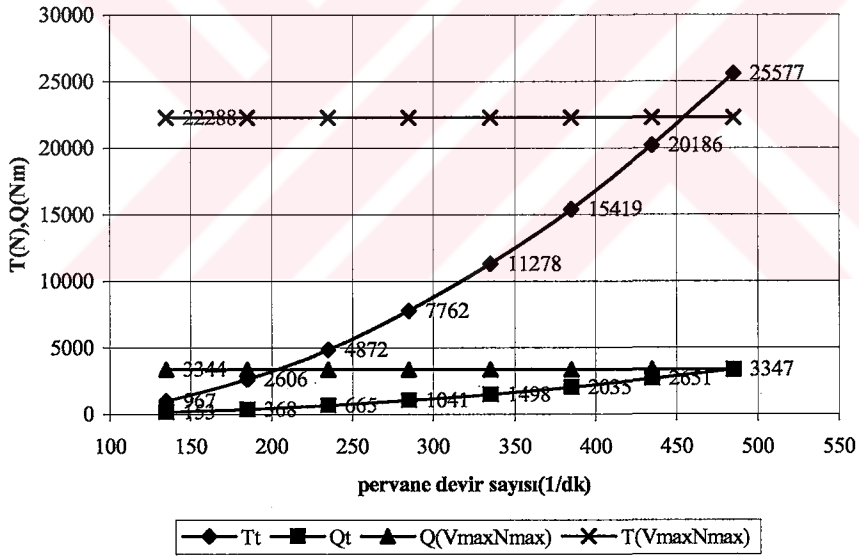
Şekil 113. DK1 teknesinde 3. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 114. DK1 teknesinde 3. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 115. DK1 teknesinde 3. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 116. DK1 teknesinde 3. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

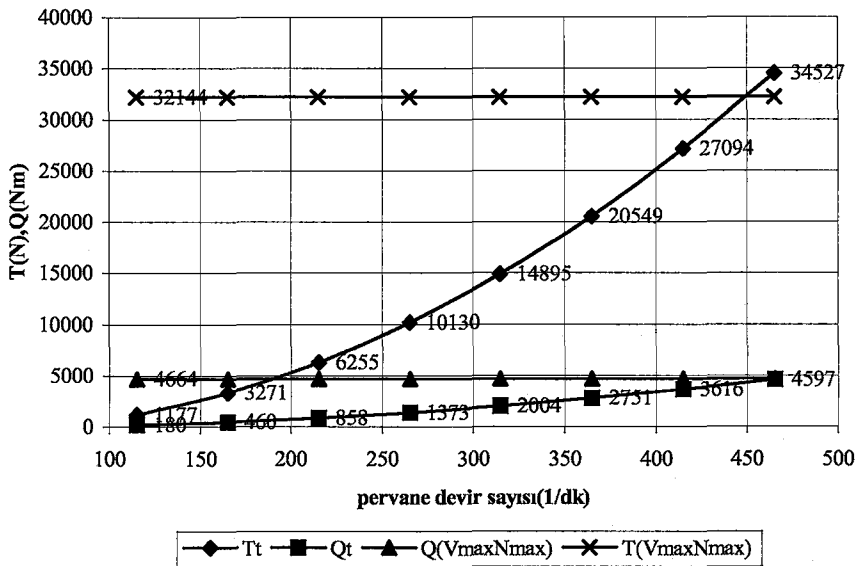
Tablo 95. 3.durumda 12 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	600	600	600	600	600
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	33760.08	24198.13	23740.31	23119.71	22288.39
Q(Nm)	4933.398	3499.657	3411.884	3381.502	3344.371
Ps(kW)	319.9768	226.9853	221.2925	219.3219	216.9136
Pe(kW)	155.9232	111.7607	109.6462	106.7799	102.9404
η_p	0.487295	0.49237	0.495481	0.486864	0.474569

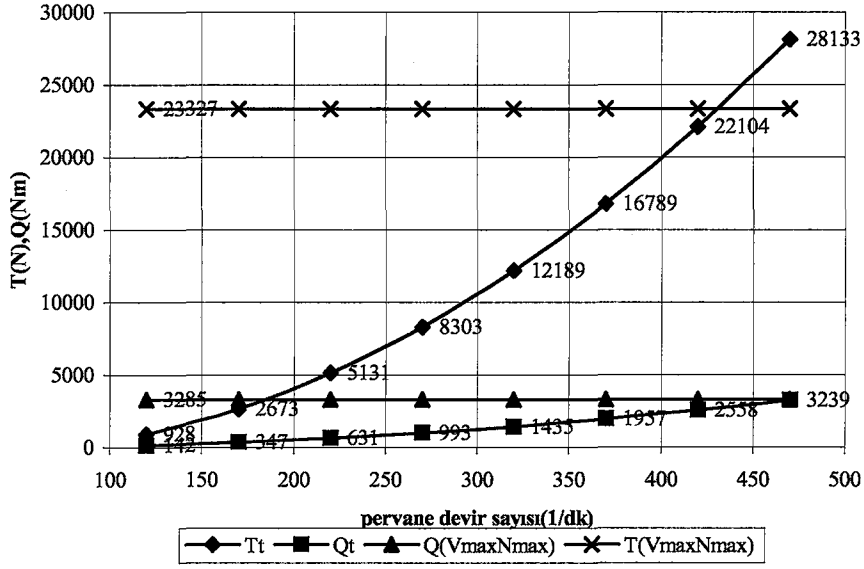
Tablo 96. 3.durumda 3 knot hızda DK 1'in itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	500	510	495	490	485
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	37306.78	30798.93	28357.26	26431.11	25576.78
Q(Nm)	4920.389	3534.581	3408.553	3370.479	3347.053
Ps(kW)	265.9442	194.8629	182.3881	178.529	175.4791
Pe(kW)	43.07598	35.56173	32.74248	30.51847	29.53202
η_p	0.161974	0.182496	0.179521	0.170944	0.168294

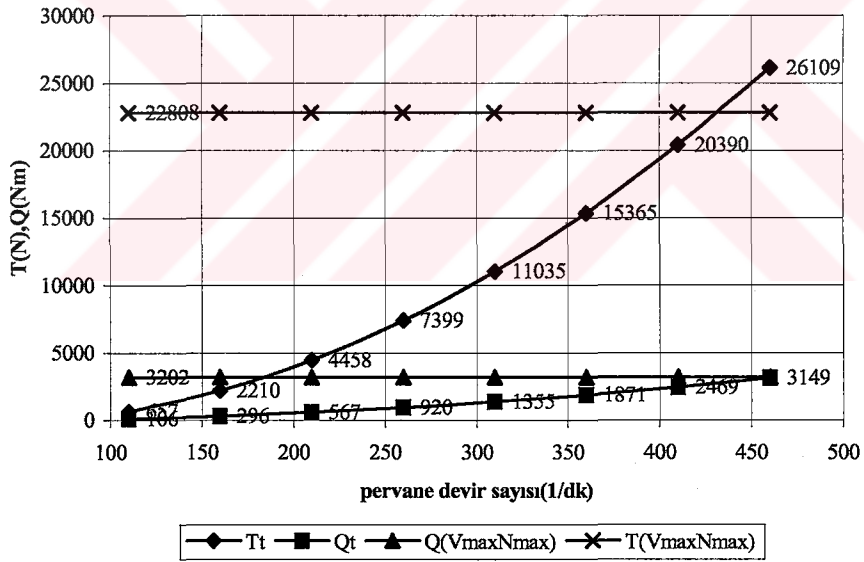
DK 2 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 117, Şekil 118, Şekil 119, Şekil 120, Şekil 121'de ve Tablo 97 ve Tablo 98'de verilmiştir.



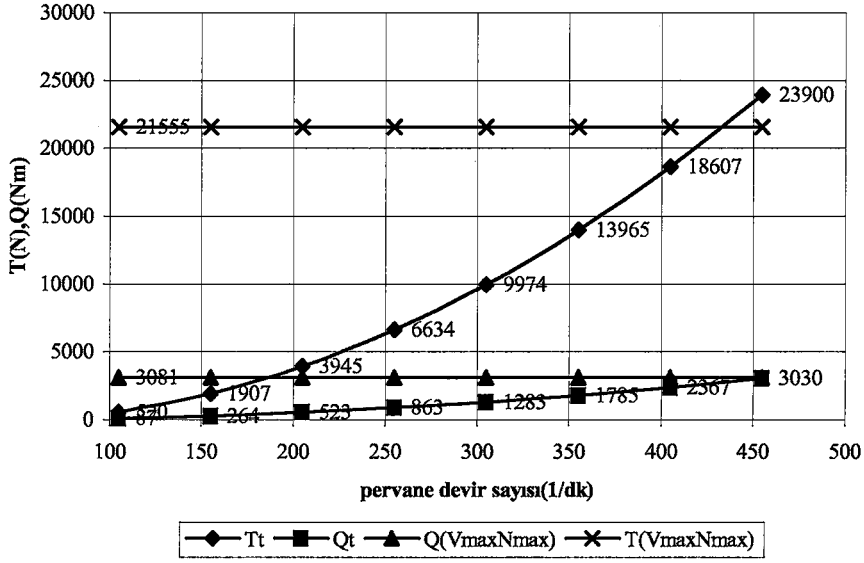
Şekil 117. DK2 teknesinde 3. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



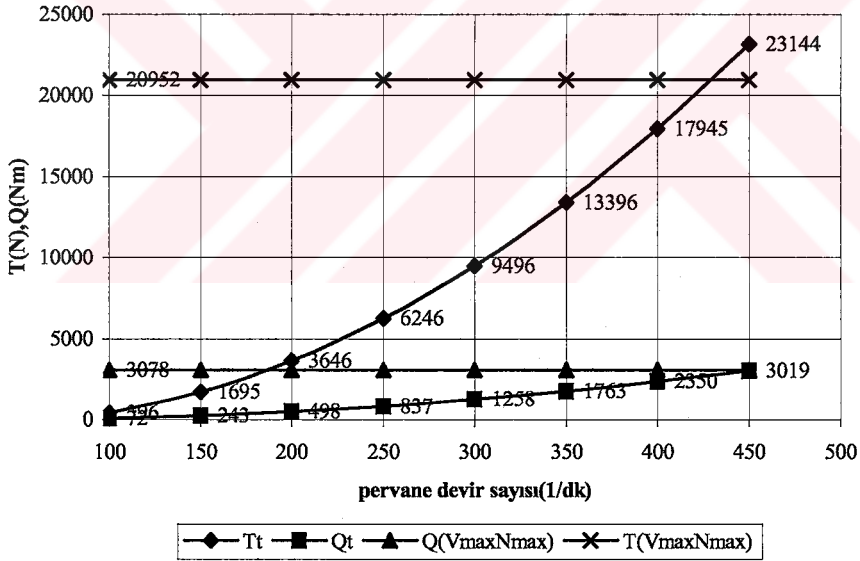
Şekil 118. DK2 teknesinde 3. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 119. DK2 teknesinde 3. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 120. DK2 teknesinde 3. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 121. DK2 teknesinde 3. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

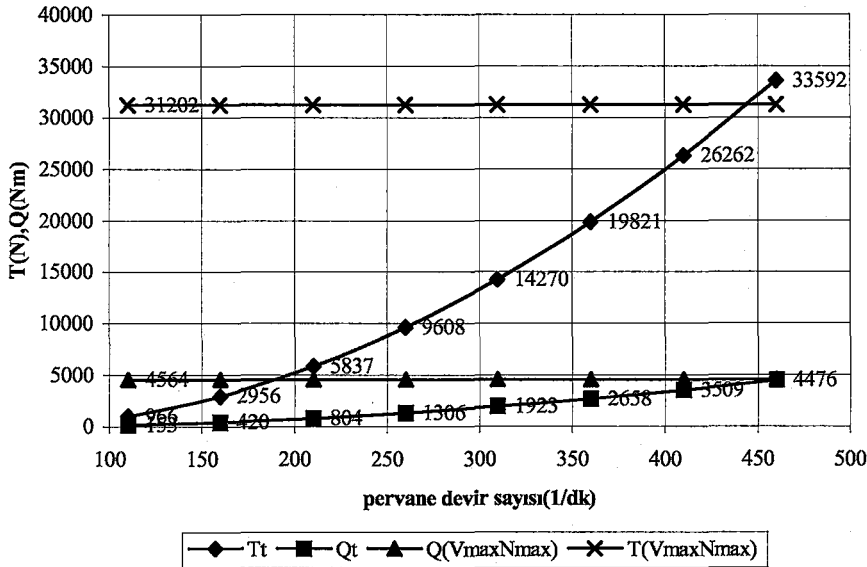
Tablo 97. 3.durumda 12 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	550	550	550	550	550
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	32143.73	23326.58	22808.32	21555.01	20952.07
Q(Nm)	4664.373	3284.662	3201.661	3081.258	3078.016
Ps(kW)	277.3173	195.2875	190.3527	183.1942	183.0015
Pe(kW)	141.3034	102.5433	100.265	94.75549	92.10506
η_p	0.509537	0.525089	0.526733	0.517241	0.503302

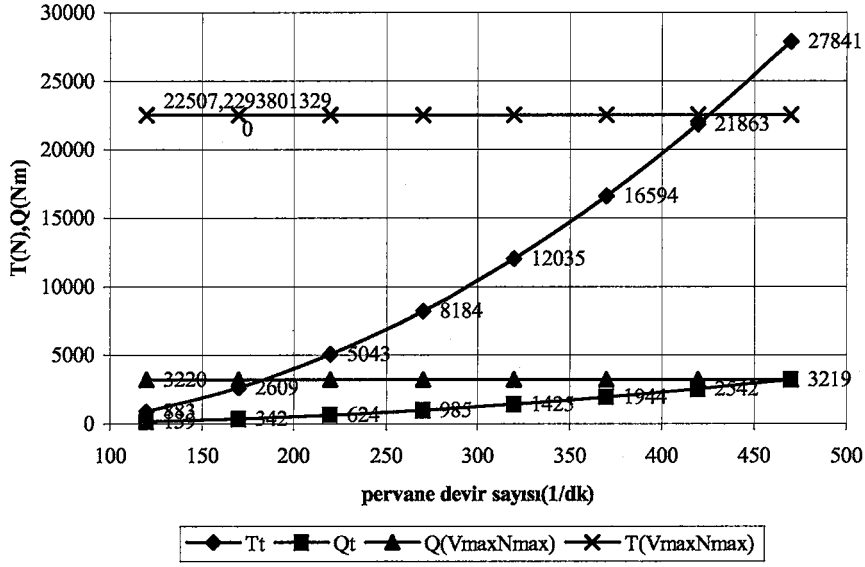
Tablo 98. 3.durumda 3 knot hızda DK 2'nin itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	465	470	460	455	450
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	34527.38	28133.08	26108.97	23900.13	23144.01
Q(Nm)	4596.806	3238.866	3149.046	3029.926	3019.144
Ps(kW)	231.0629	164.5553	156.5878	149.0269	146.8647
Pe(kW)	37.94548	30.91816	28.69367	26.26616	25.43519
η_p	0.164221	0.187889	0.183243	0.176251	0.173188

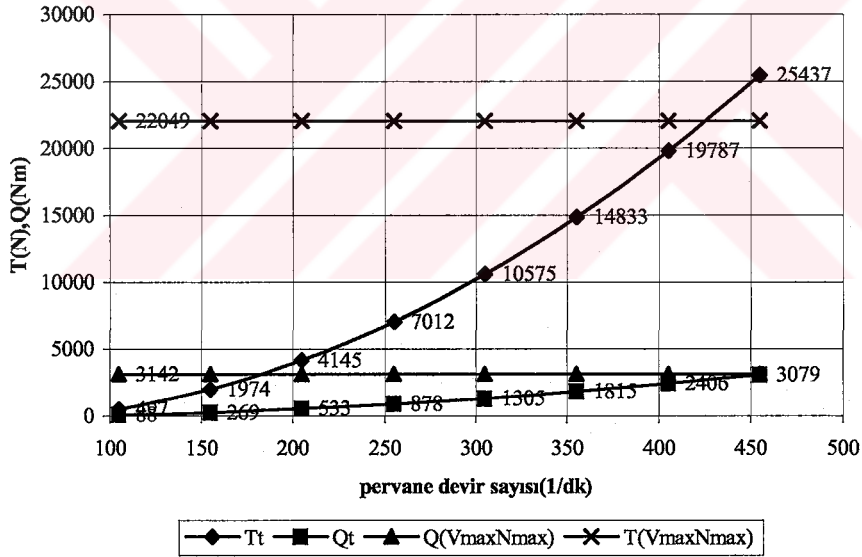
DK 3 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 122, Şekil 123, Şekil 124, Şekil 125, Şekil 126'da ve Tablo 99 ve Tablo 100'de verilmiştir.



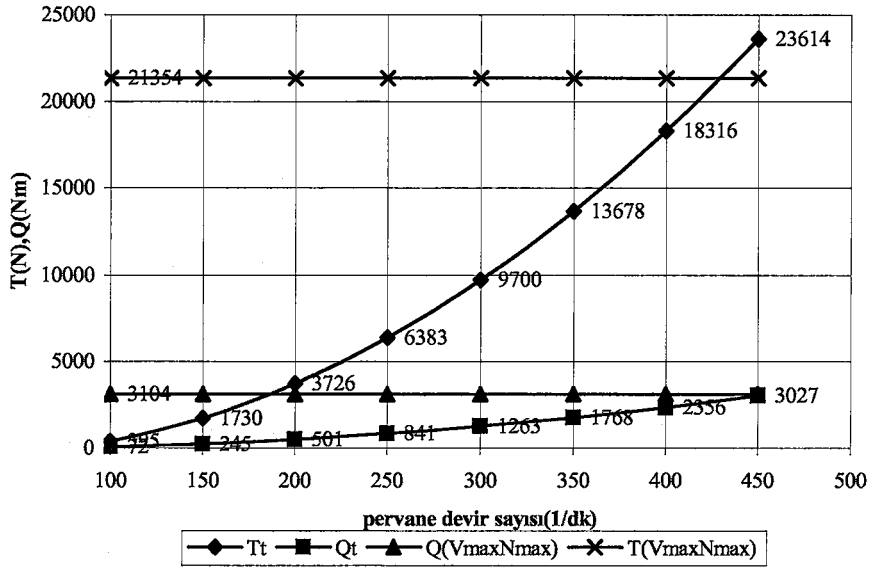
Şekil 122. DK3 teknesinde 3. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



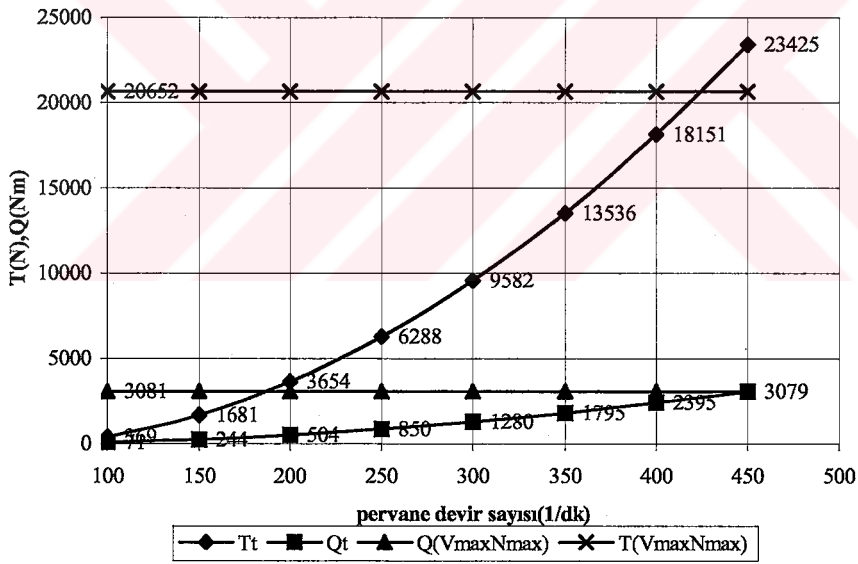
Şekil 123. DK3 teknesinde 3. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 124. DK3 teknesinde 3. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 125. DK3 teknesinde 3. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 126. DK3 teknesinde 3. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

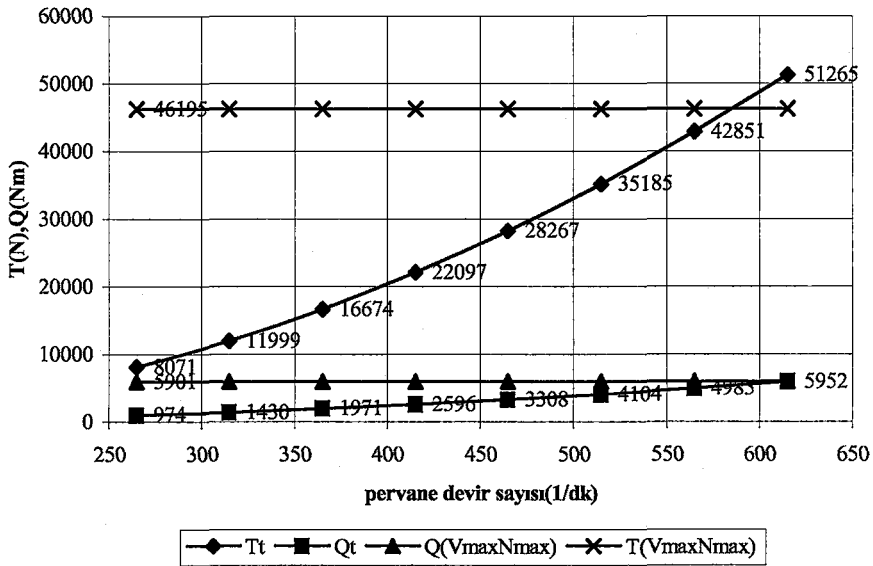
Tablo 99. 3.durumda 12 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	550	550	550	550	550
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	31201.86	22507.23	22048.77	21353.6	20651.93
Q(Nm)	4563.564	3219.592	3142.492	3103.816	3081.164
Ps(kW)	271.3238	191.4188	186.8349	184.5354	183.1887
Pe(kW)	139.6709	100.7505	98.69826	95.58642	92.44555
η_p	0.514775	0.526336	0.528265	0.517984	0.504646

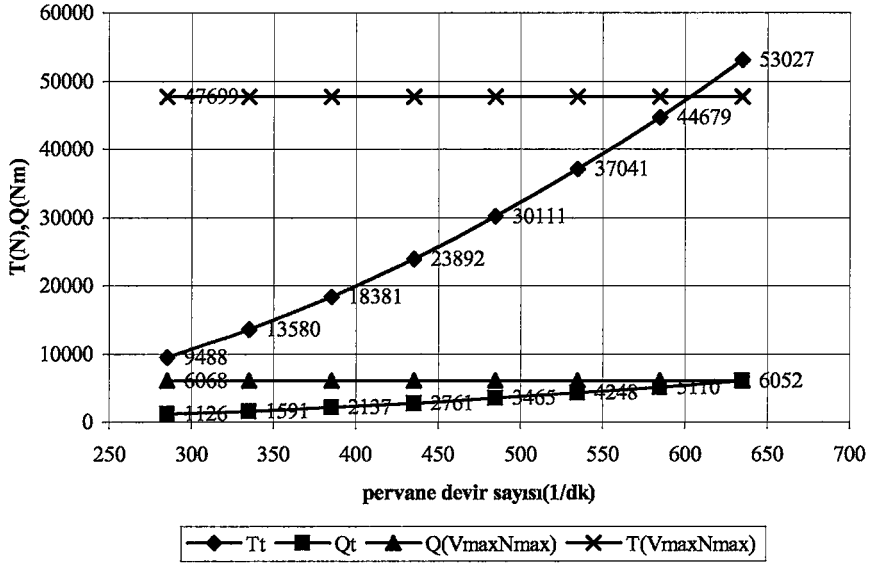
Tablo 100. 3.durumda 3 knot hızda DK 3'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	460	470	455	450	450
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	33592.33	27840.6	25436.61	23614.31	23425.19
Q(Nm)	4476.493	3219.185	3078.954	3027.262	3079.124
Ps(kW)	222.5958	163.5554	151.4383	147.2596	149.7824
Pe(kW)	37.59286	31.15616	28.46587	26.42656	26.21491
η_p	0.168884	0.190493	0.18797	0.179456	0.17502

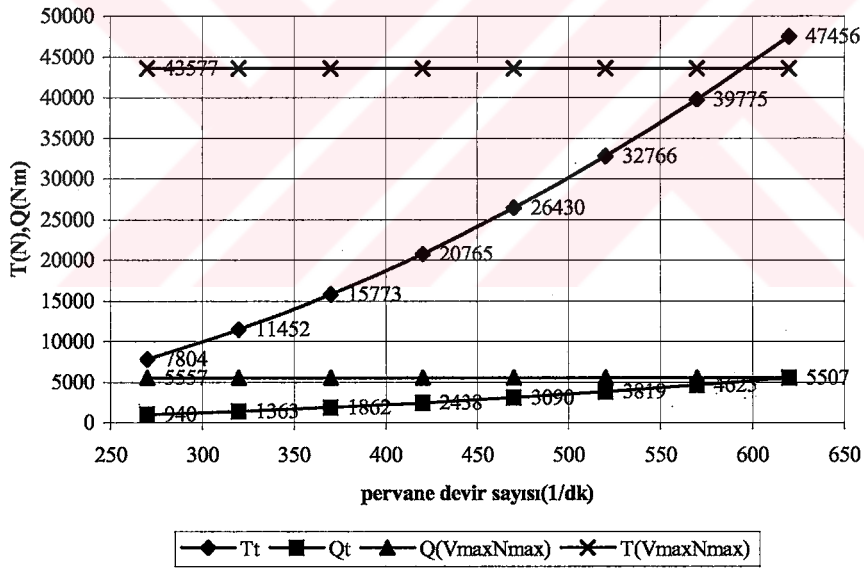
DK 4 kodlu teknenin itme ve döndürme momenti değerleri Şekil 127, Şekil 128, Şekil 129, Şekil 130, Şekil 131'de ve Tablo 101 ve Tablo 102'de verilmiştir.



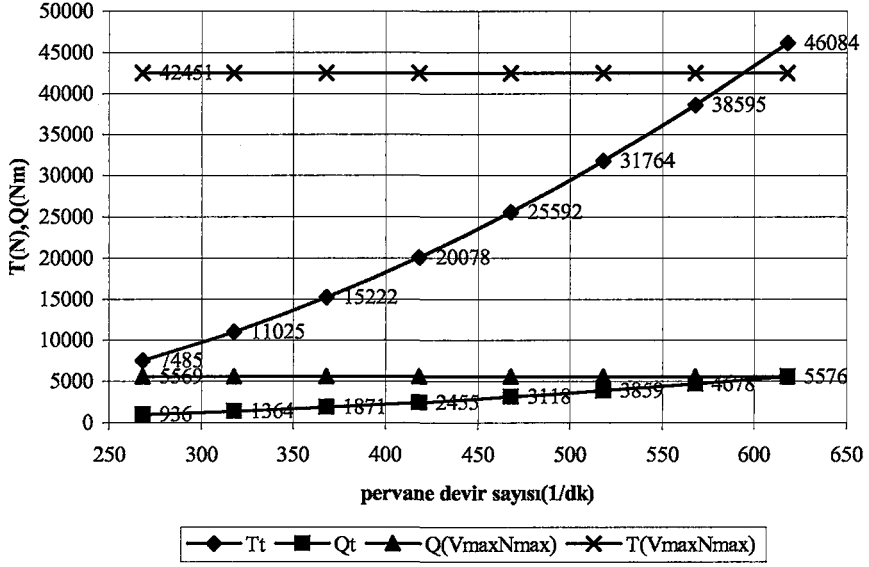
Şekil 127. DK4 teknesinde 3. durumda B 3.50 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



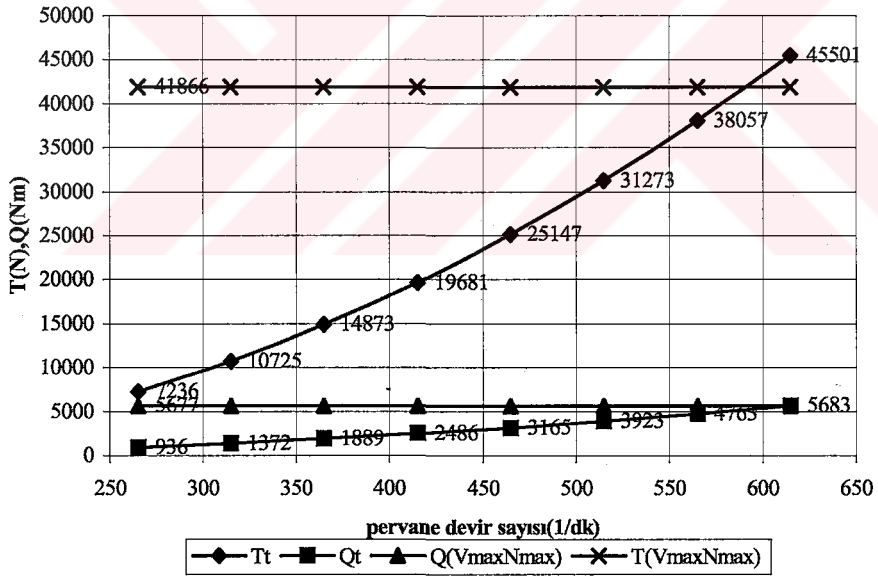
Şekil 128. DK4 teknesinde 3. durumda B 4.40 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 129. DK4 teknesinde 3. durumda B 4.55 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 130. DK4 teknesinde 3. durumda B 4.70 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi



Şekil 131. DK4 teknesinde 3. durumda B 4.85 pervanesinin ağ çekme hızında ulaşabileceği maksimum devir sayısının belirlenmesi

Tablo 101. 3.durumda 12 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

N(d/dk)	700	700	700	700	700
V(knot)	12				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	46194.87	47699.09	43577.35	42451.12	41865.75
Q(Nm)	5900.538	6068.06	5556.58	5568.715	5677.309
Ps(kW)	446.489	459.1653	420.462	421.3802	429.5975
Pe(kW)	219.0665	226.1998	206.6536	201.3127	198.5368
η_p	0.490643	0.492633	0.491492	0.477746	0.462146

Tablo 102. 3.durumda 3 knot hızda DK 4'ün itme kuvveti ve döndürme momentleri

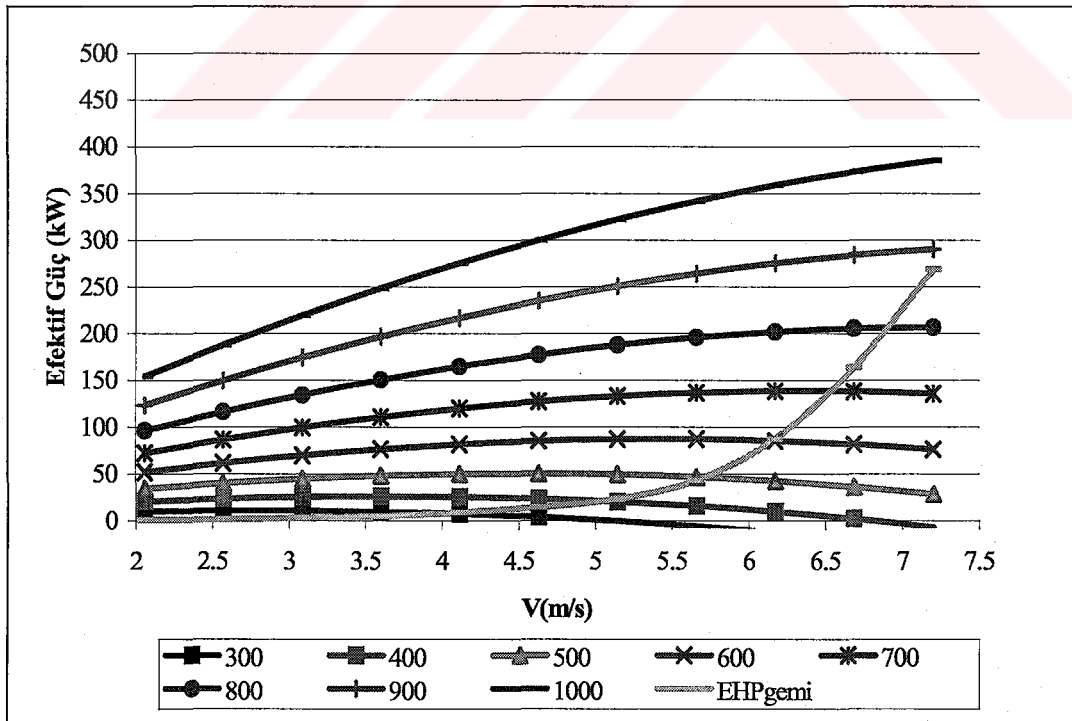
N(d/dk)	615	635	620	618	615
V(knot)	3				
Perv. Tipi	B3.50	B4.40	B4.55	B4.70	B4.85
T(N)	51264.6	53026.77	47455.99	46083.98	45500.82
Q(Nm)	5951.88	6051.907	5507.003	5575.844	5682.553
Ps(kW)	395.6858	415.4197	369.0864	372.4947	377.7807
Pe(kW)	60.77705	62.8662	56.26175	54.63516	53.9438
η_p	0.153599	0.151332	0.152435	0.146674	0.142791

3.2.6. Tekne Hızına Göre Farklı Pervane Devir Sayılarında İtme Gücü Eğrileri

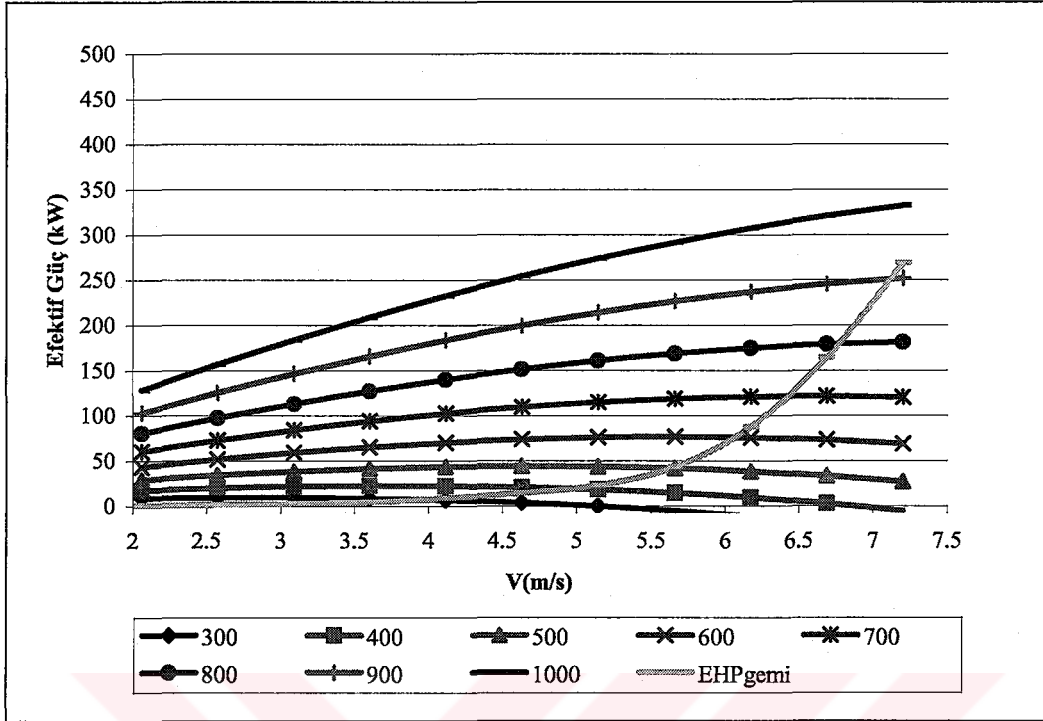
Bu bölümde üç duruma göre tasarlanmış olan pervanelerin 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 ve 1000 d/dk devir sayılarında 4 knot tan 14 knot a kadar üretebildikleri itme gücü değerleri ile 4 knot tan 14 knot a kadar teknenin ilerlemesi için gerekli efektif güç değerleri hesaplanmış ve aynı grafik üzerine çizilmiştir. Bu işlem herhangi bir pervane devir sayısında teknenin ulaşabileceği hızı tahmin etmemize yardımcı olmaktadır. Örneğin Şekil 132’de farklı devir sayılarında pervanenin ürettiği itme gücü tekne verimi de dâhil edilerek Van Oossanen’in vermiş olduğu K_t , K_q eğrilerine göre hesaplanmış ve teknenin efektif güç hız eğrisi ile aynı grafik üzerine çizilmiştir. İtme gücü-hız eğrileri ve efektif güç-hız eğrilerinin kesişimi ilgili pervane devir sayılarındaki tekne hızını belirlememizi sağlamaktadır.

3.2.6.1. 1.Durum İçin Farklı Devir Sayılarında Hıza Göre İtme Gücü Eğrileri

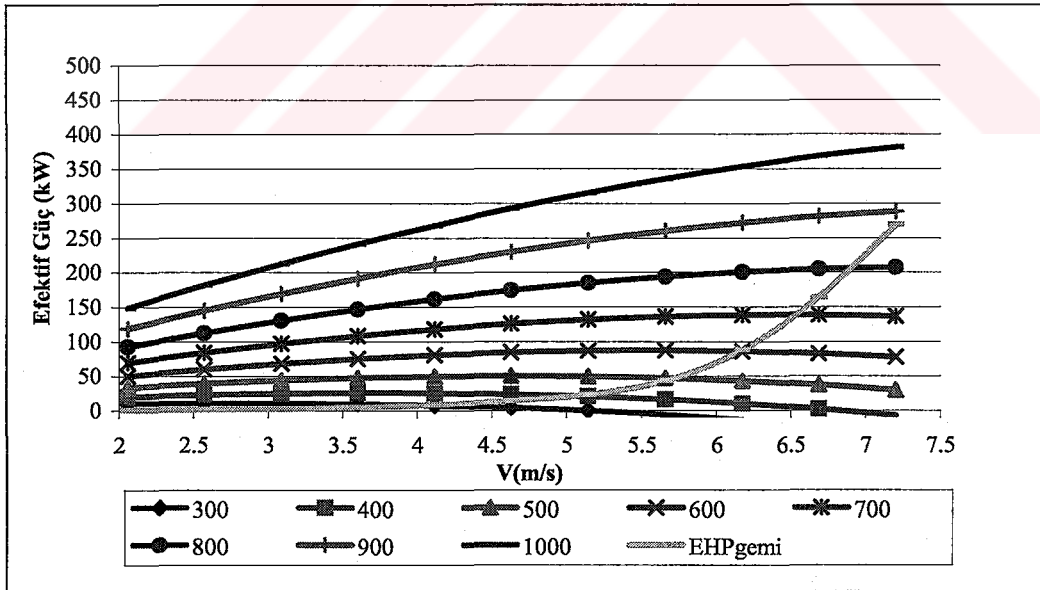
DK1 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 132, Şekil 133, Şekil 134, Şekil 135, Şekil 136’da verilmiştir.



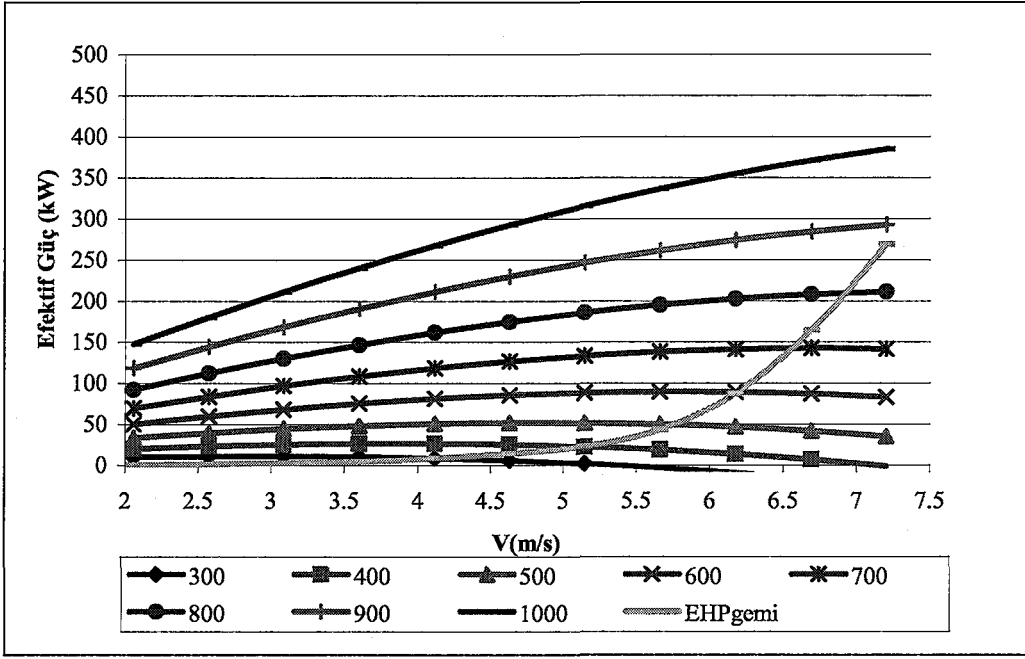
Şekil 132. DK1 teknesinde 1.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



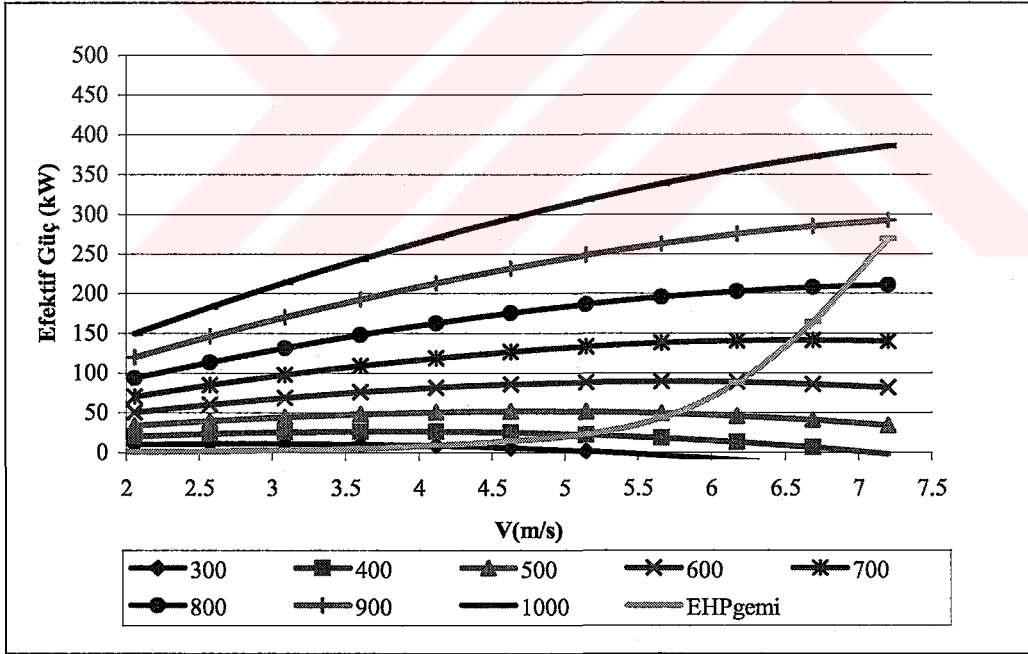
Şekil 133. DK1 teknesinde 1.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 134. DK1 teknesinde 1.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

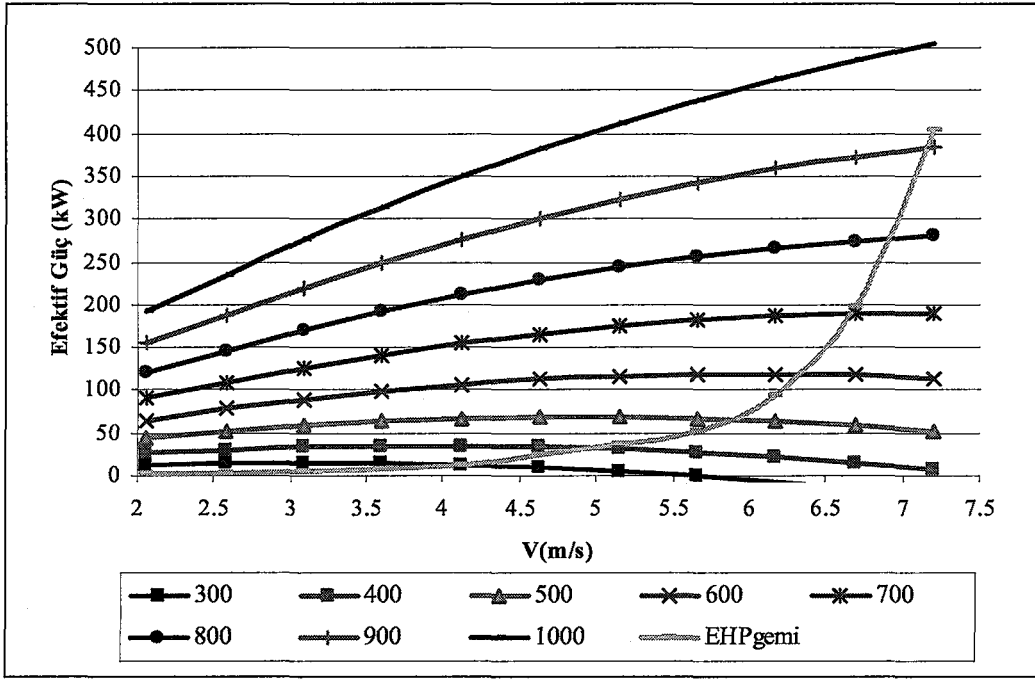


Şekil 135. DK1 teknesinde 1.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

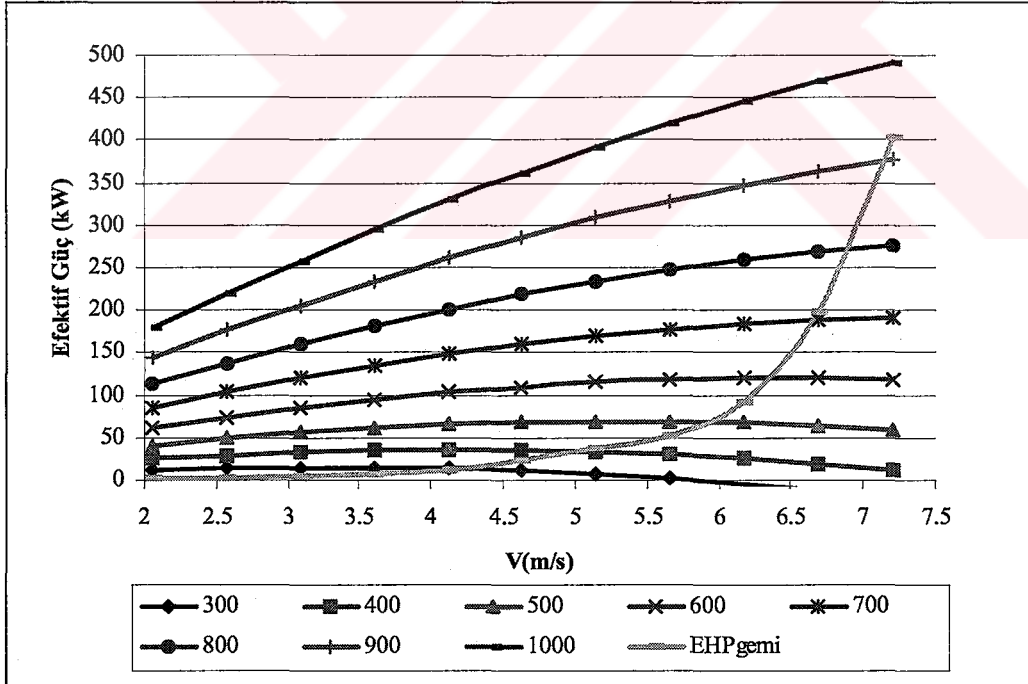


Şekil 136. DK1 teknesinde 1.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

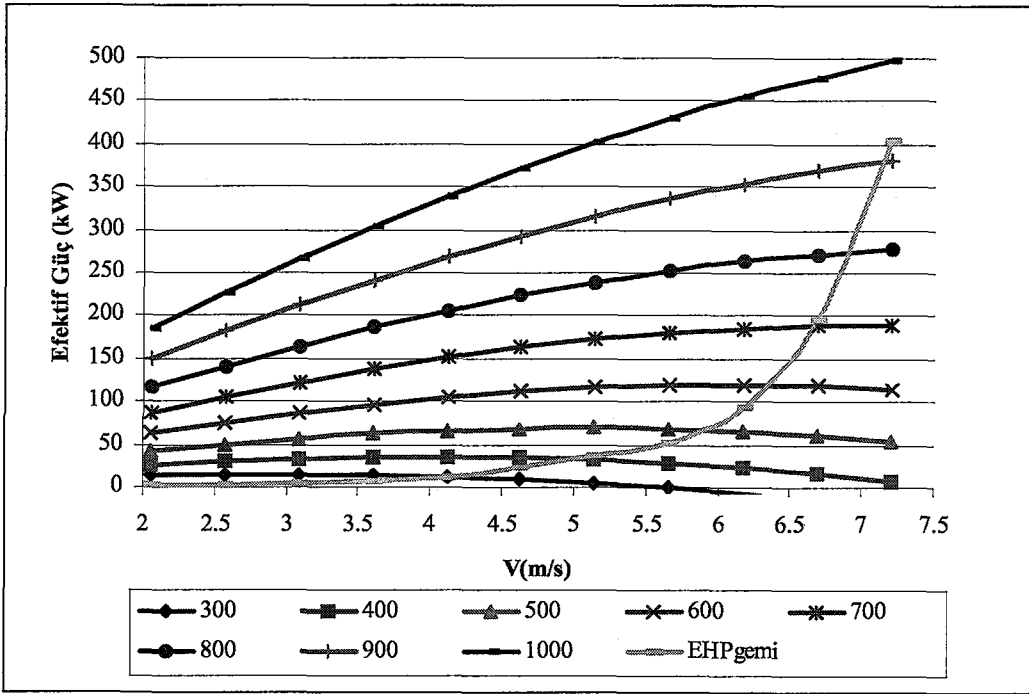
DK2 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 137, Şekil 138, Şekil 139, Şekil 140, Şekil 141'de verilmiştir.



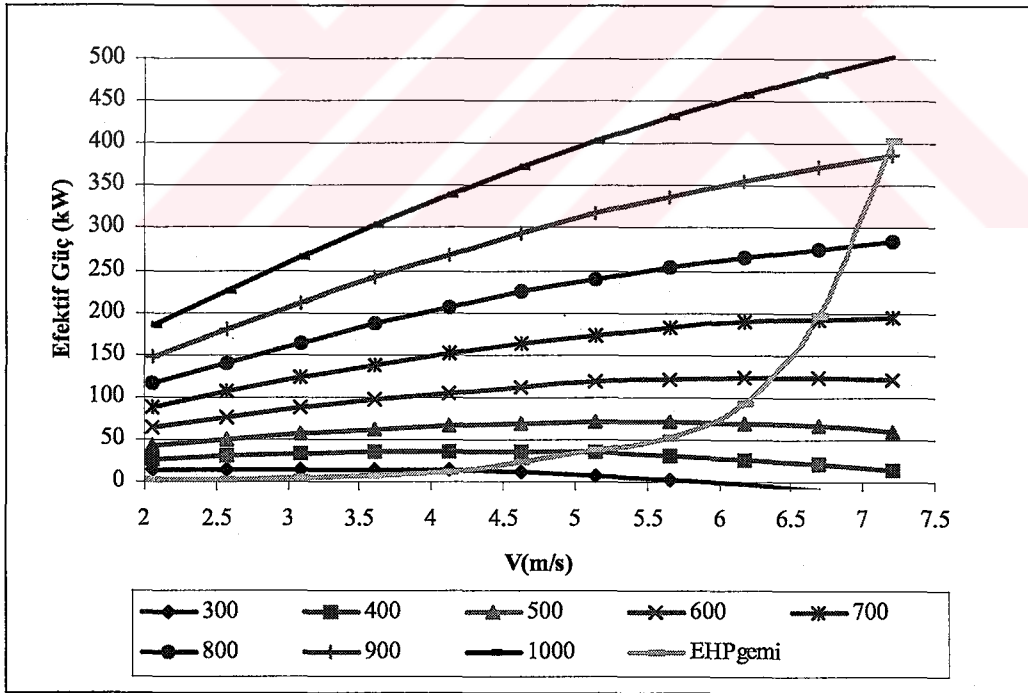
Şekil 137. DK2 teknesinde 1.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



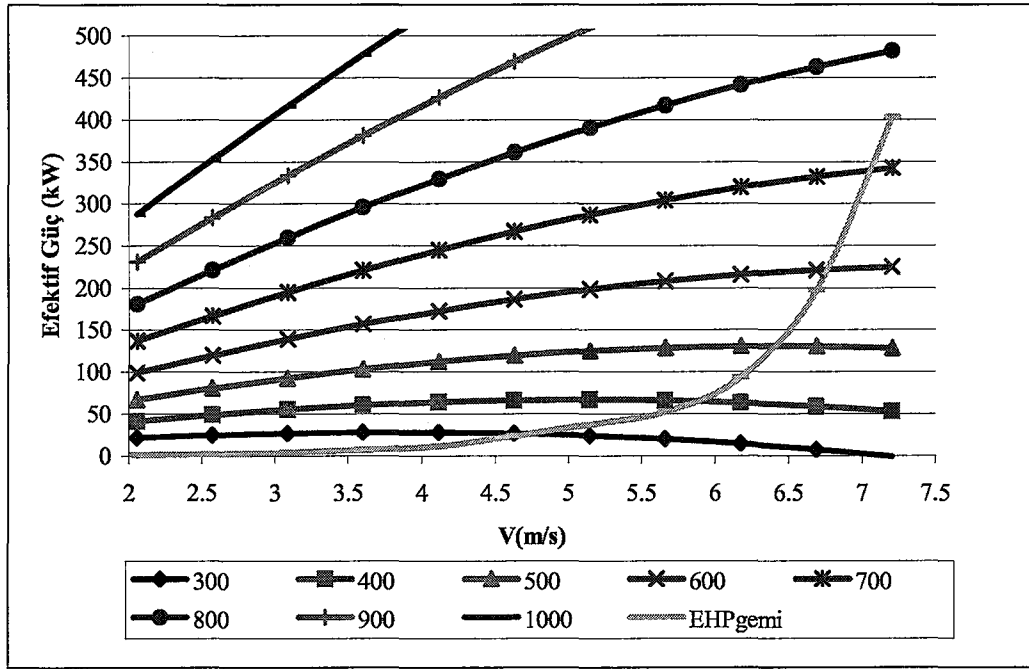
Şekil 138. DK2 teknesinde 1.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 139. DK2 teknesinde 1.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

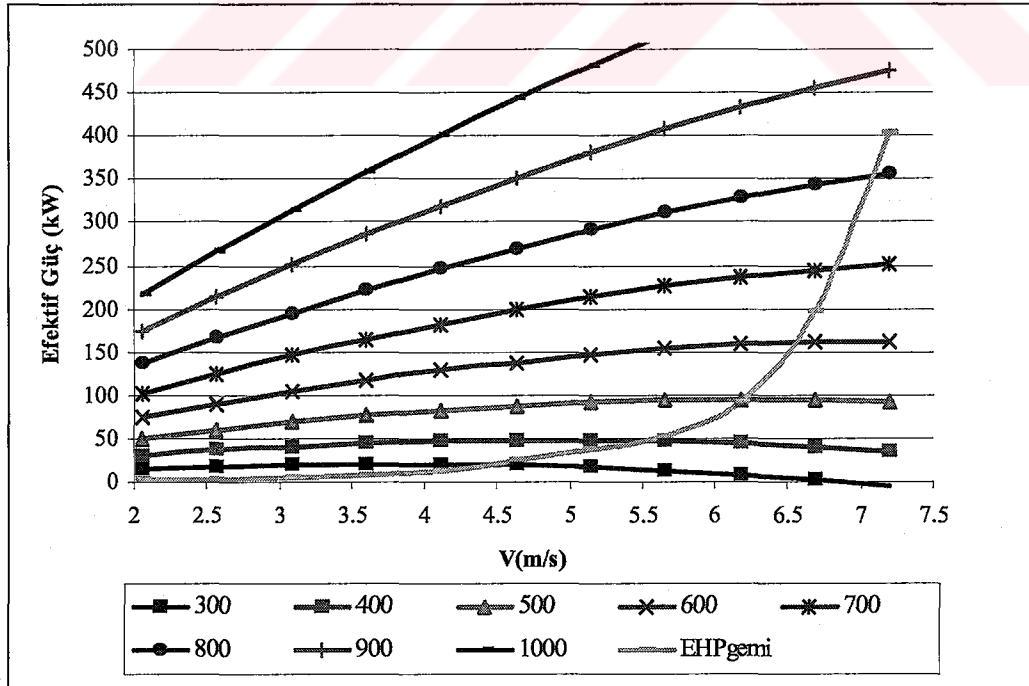


Şekil 140. DK2 teknesinde 1.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

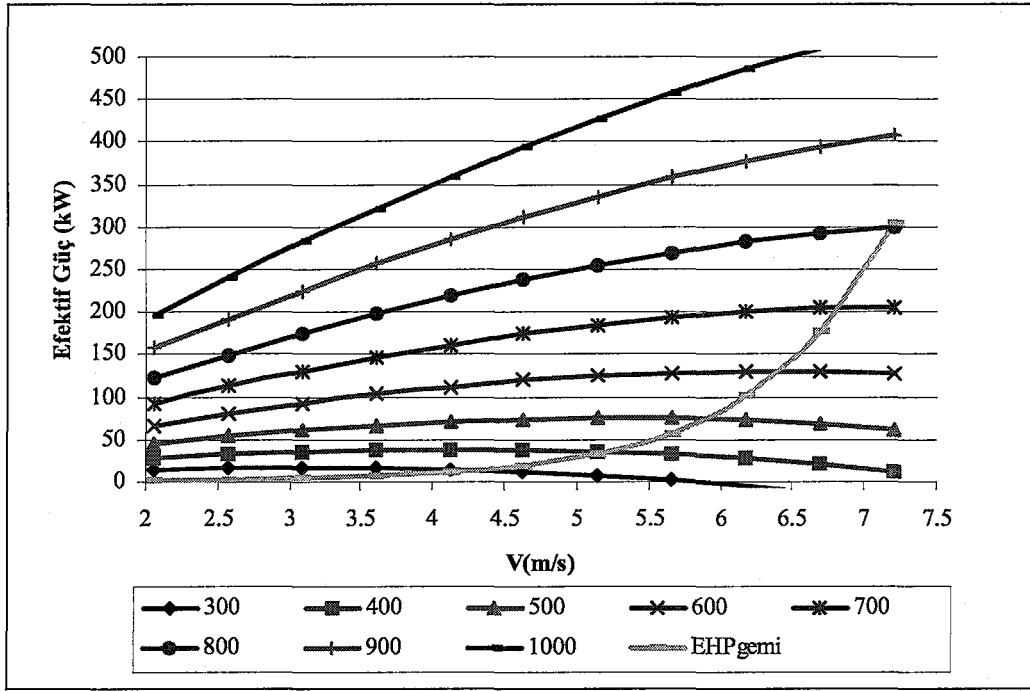


Şekil 141. DK2 teknesinde 1.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

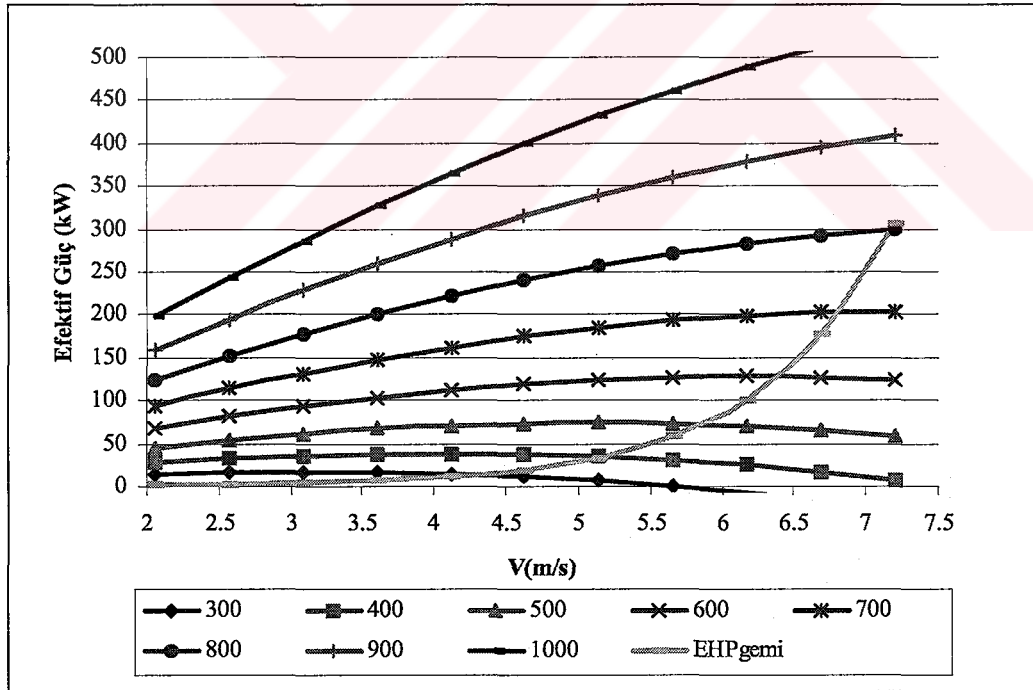
DK3 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 142, Şekil 143, Şekil 144, Şekil 145, Şekil 146'da verilmiştir.



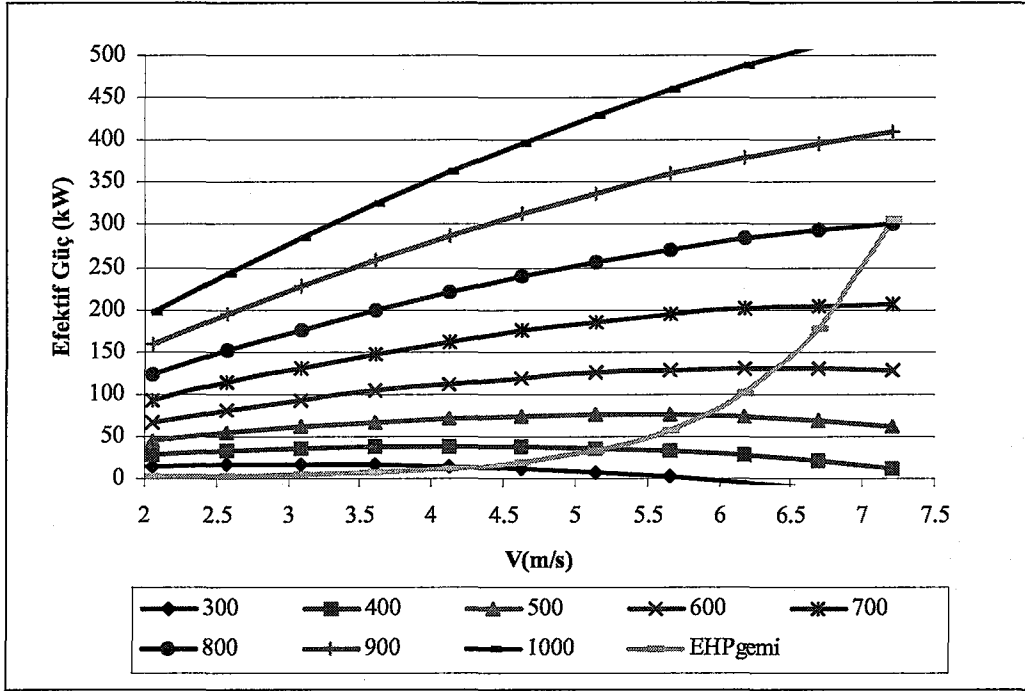
Şekil 142. DK3 teknesinde 1.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



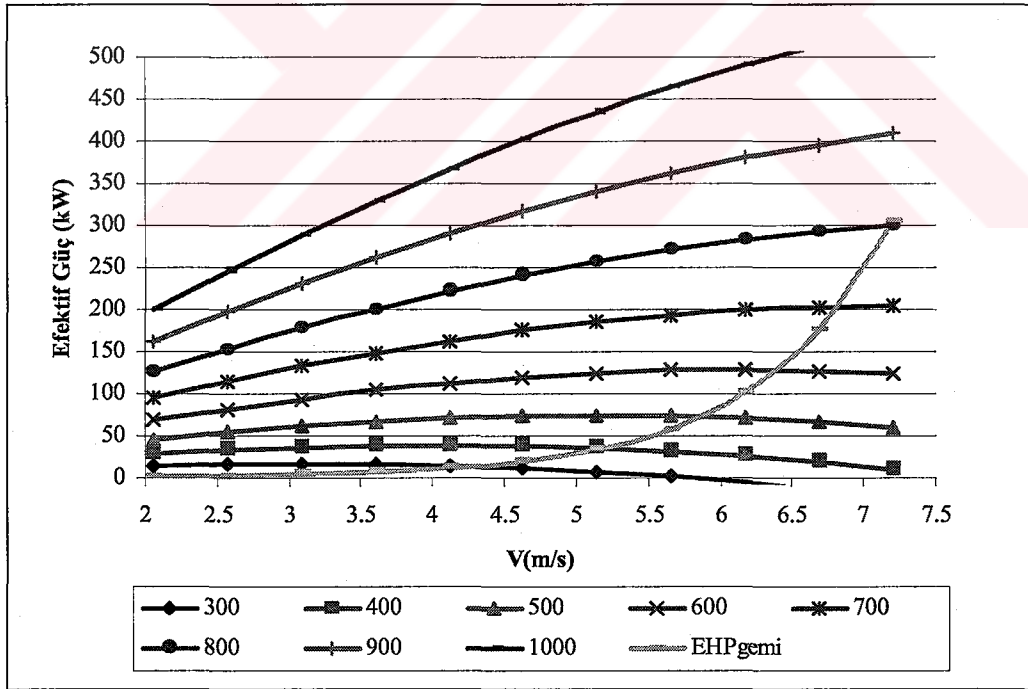
Şekil 143. DK3 teknesinde 1.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 144. DK3 teknesinde 1.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

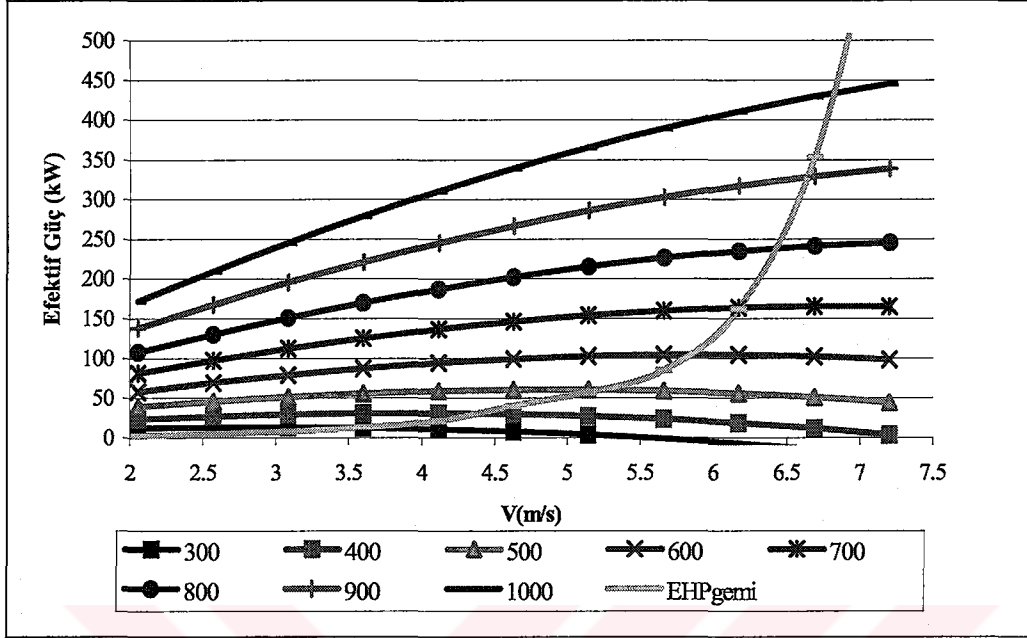


Şekil 145. DK3 teknesinde 1.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

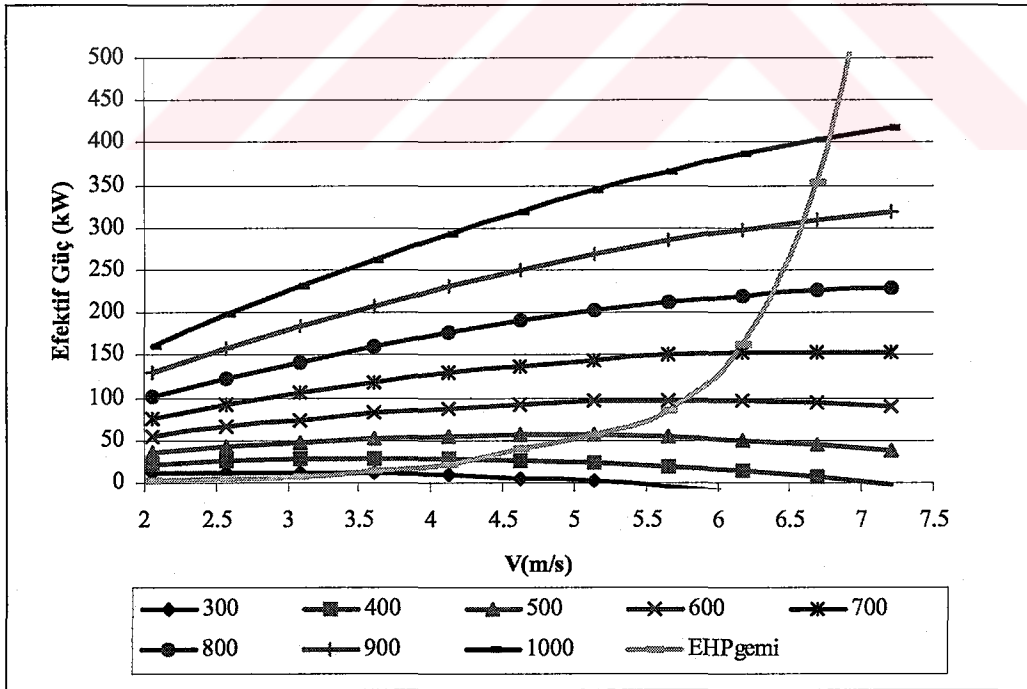


Şekil 145. DK3 teknesinde 1.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

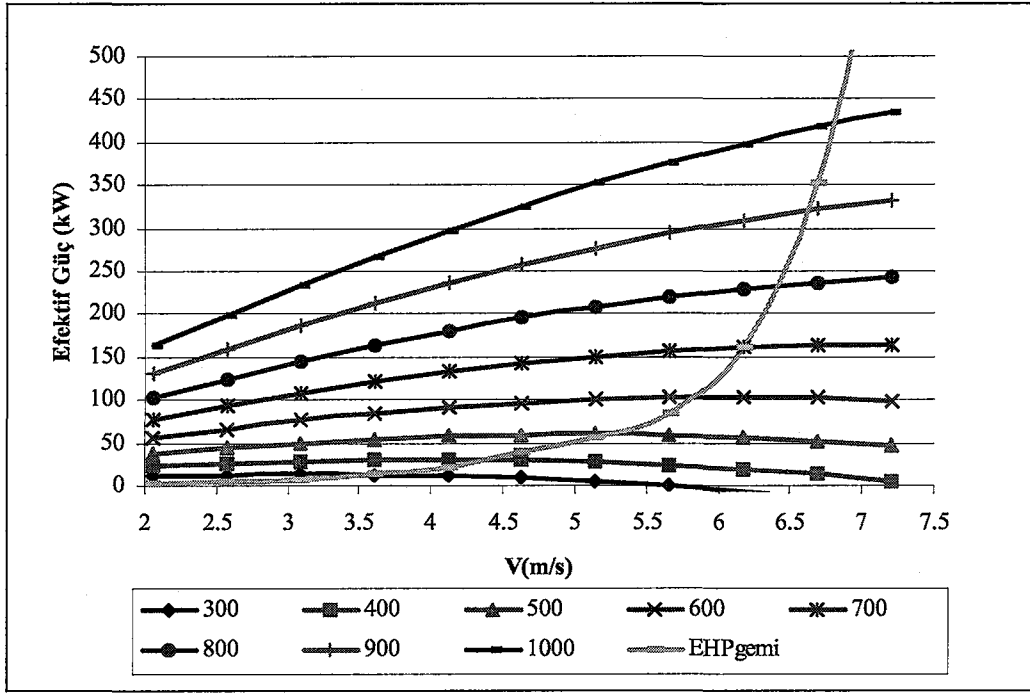
DK4 balıkcı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 147, Şekil 148, Şekil 149, Şekil 150, Şekil 151’de verilmiştir.



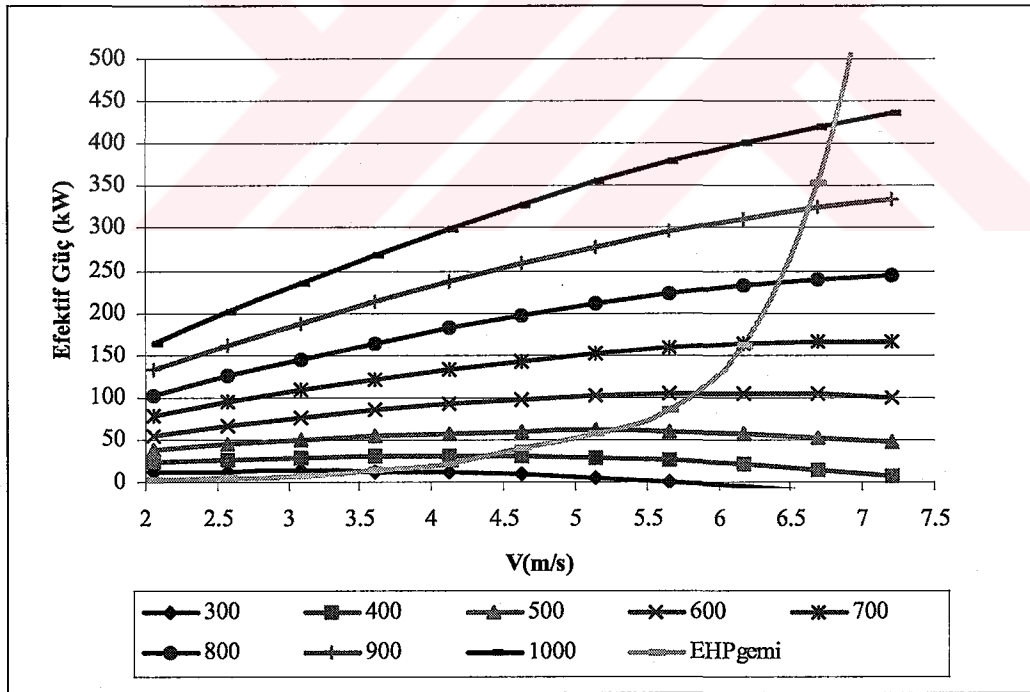
Şekil 147. DK4 teknesinde 1.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



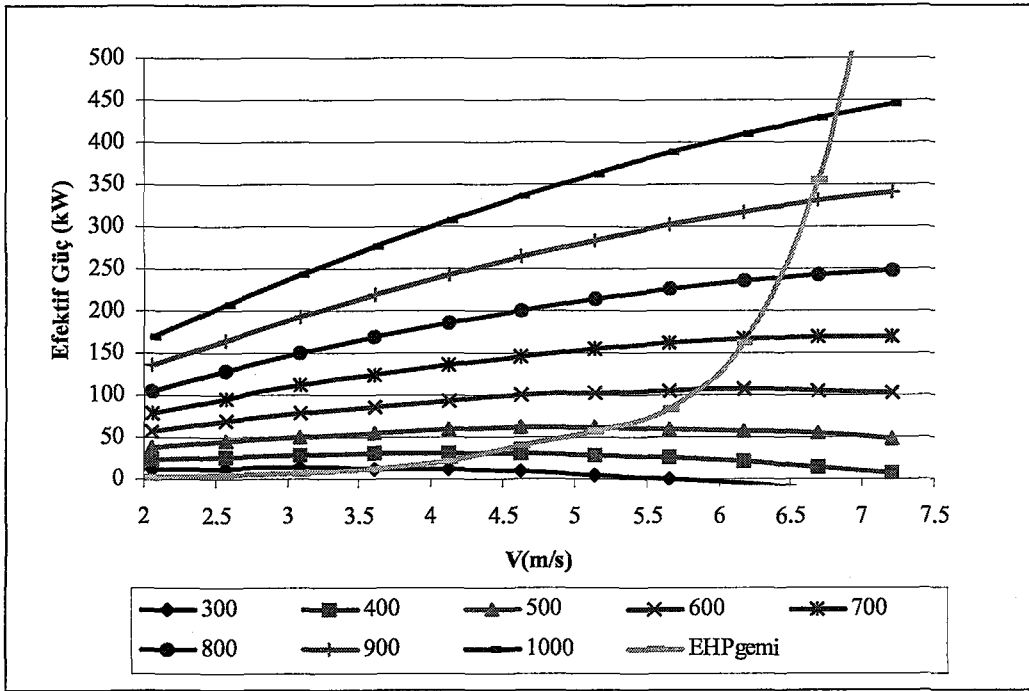
Şekil 148. DK4 teknesinde 1.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 149. DK4 teknesinde 1.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



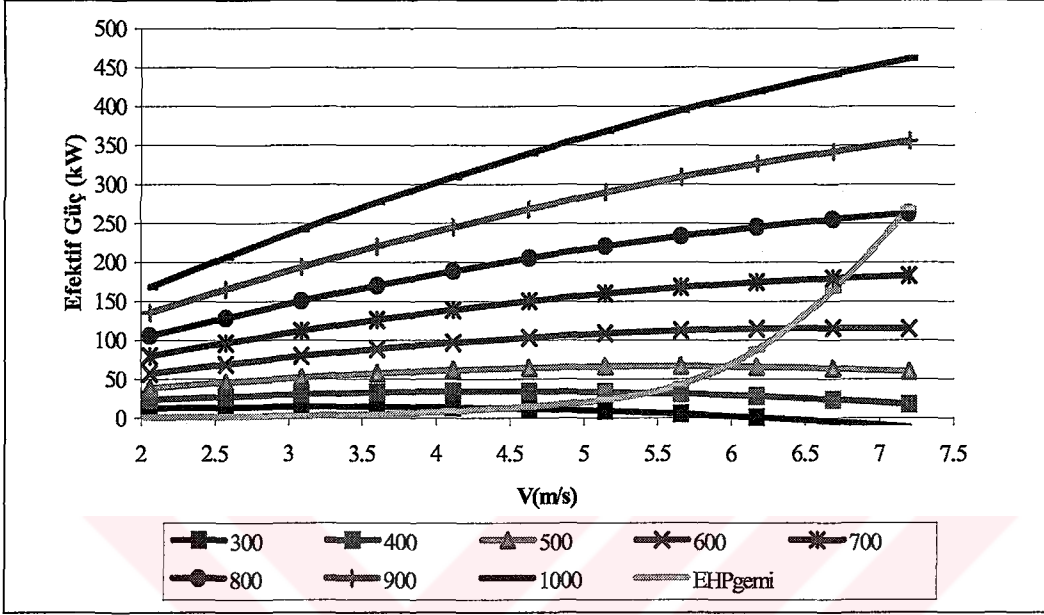
Şekil 150. DK4 teknesinde 1.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



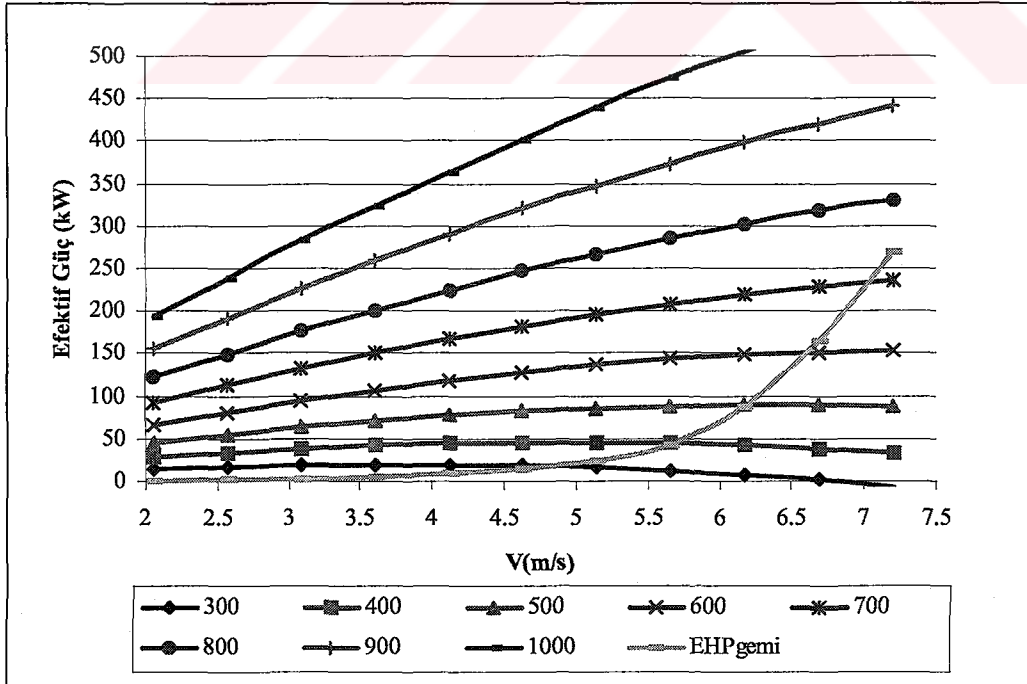
Şekil 151. DK4 teknesinde 1.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

3.2.6.2. 2. Durum İçin Farklı Devir Sayılarında Hıza Göre İtme Gücü Eğrileri

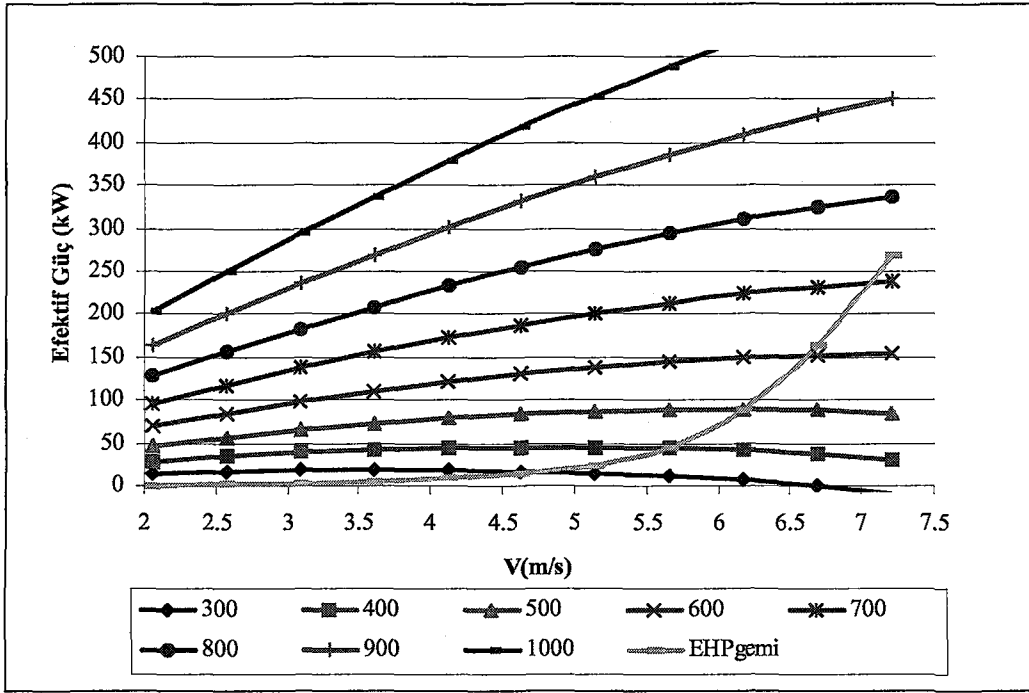
DK1 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 152, Şekil 153, Şekil 154, Şekil 155, Şekil 156'da verilmiştir.



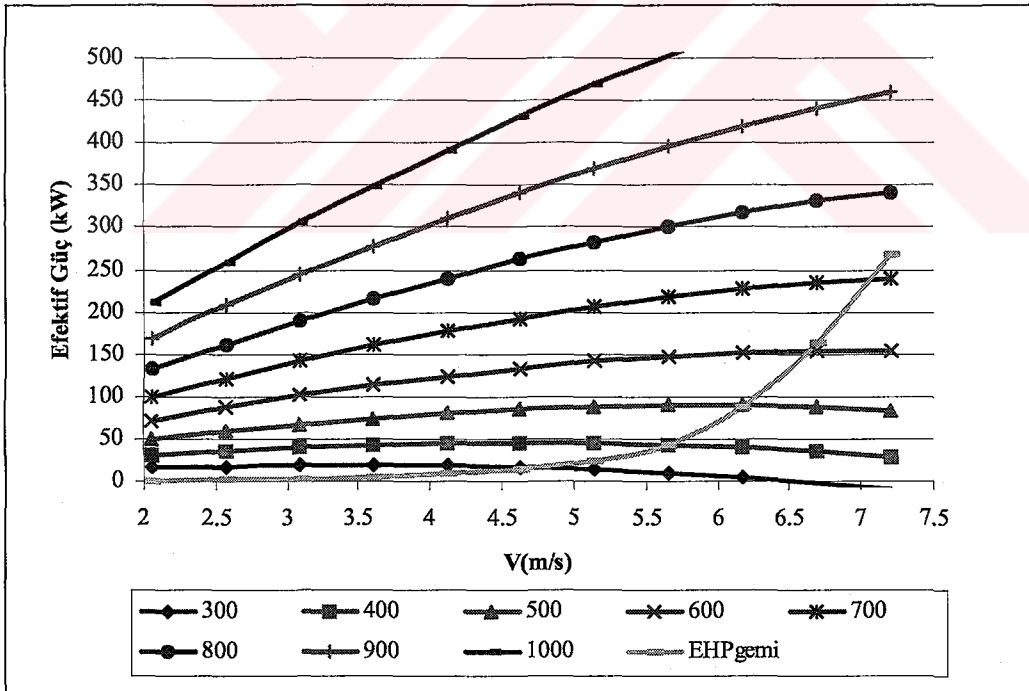
Şekil 152. DK1 teknesinde 2. durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



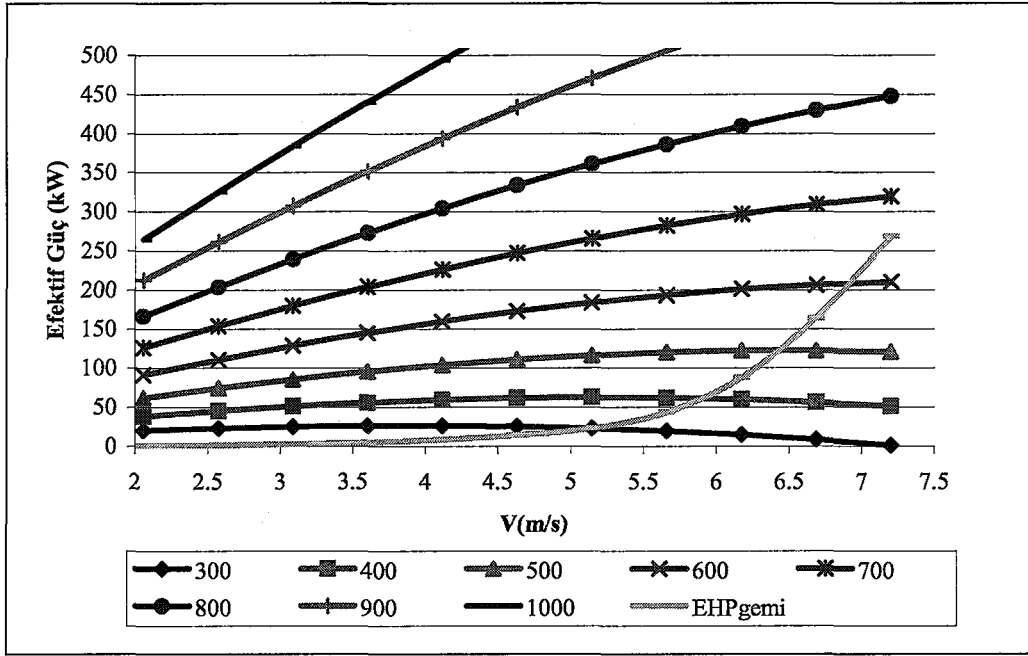
Şekil 153. DK1 teknesinde 2. durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 154. DK1 teknesinde 2.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

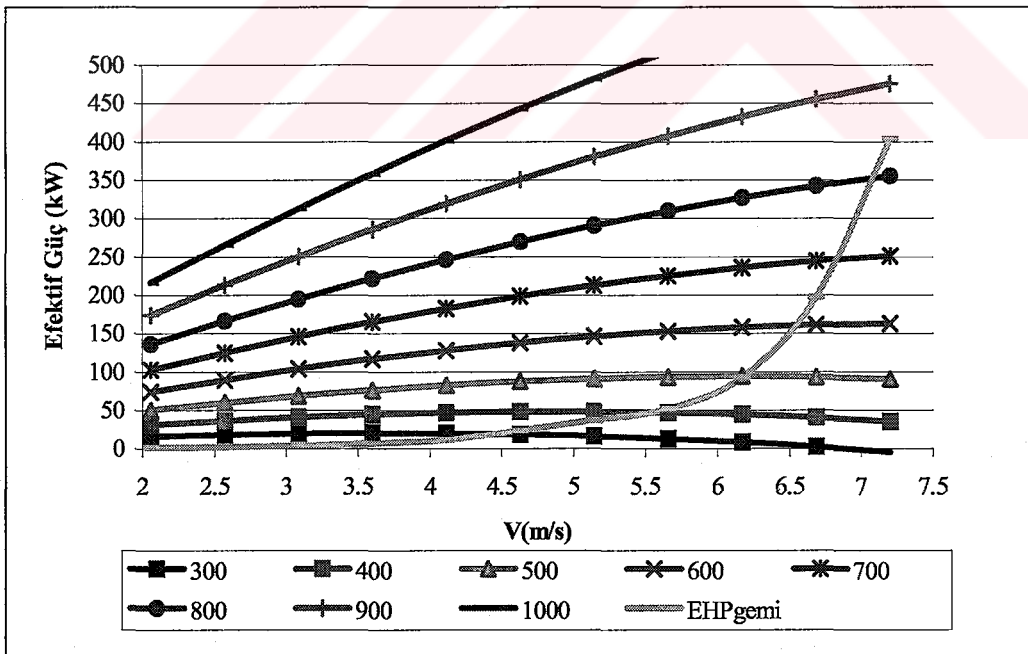


Şekil 155. DK1 teknesinde 2.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

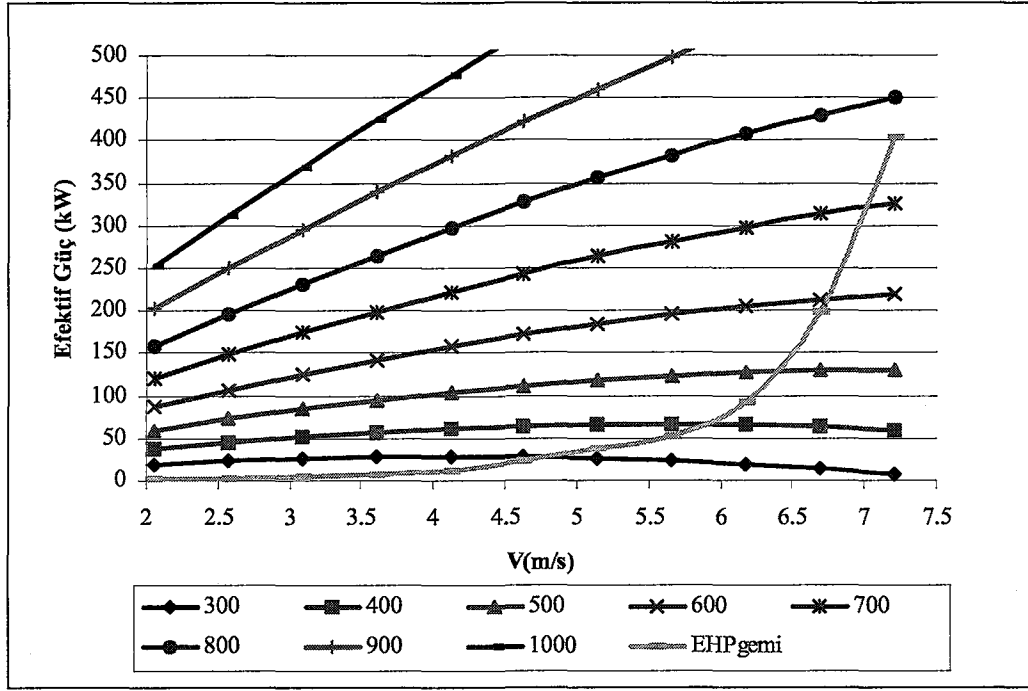


Şekil 156. DK1 teknesinde 2.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

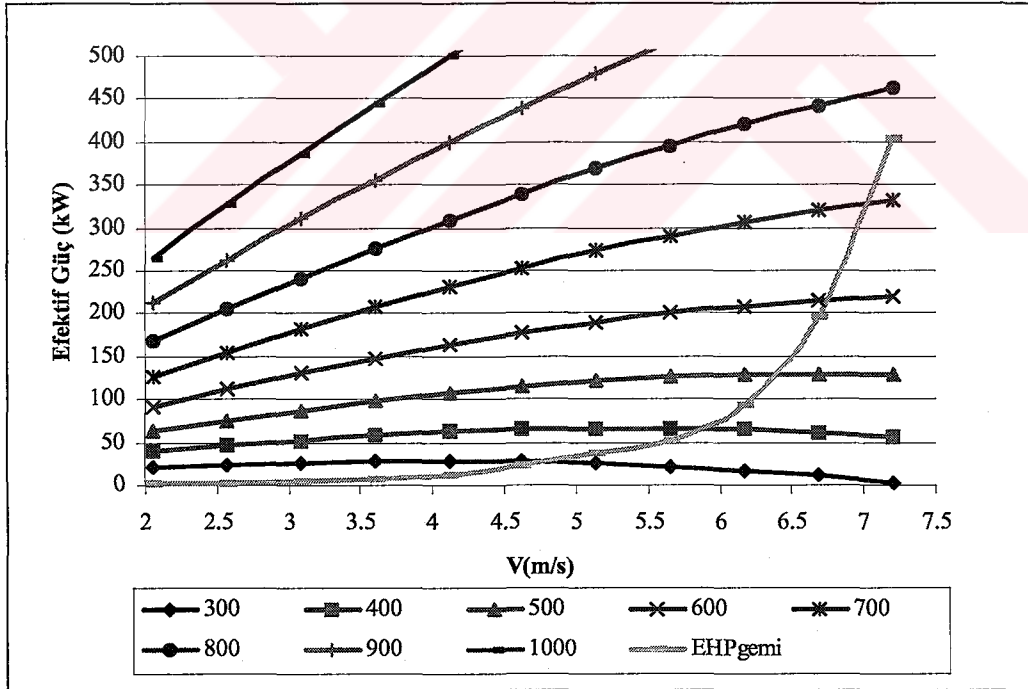
DK2 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 157, Şekil 158, Şekil 159, Şekil 160, Şekil 161'de verilmiştir.



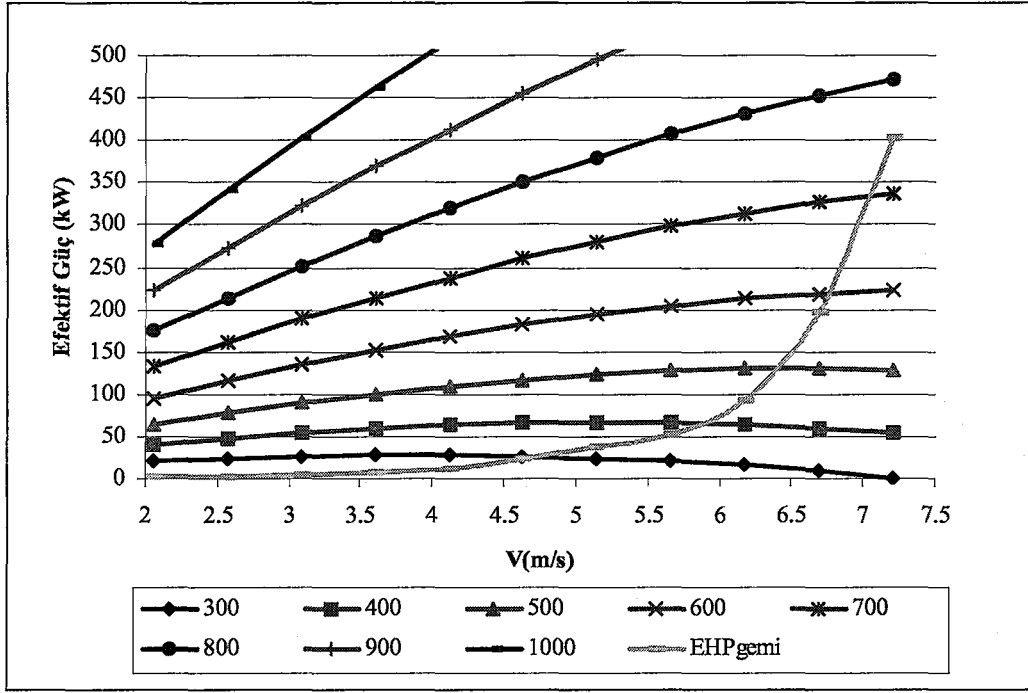
Şekil 157. DK2 teknesinde 2.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



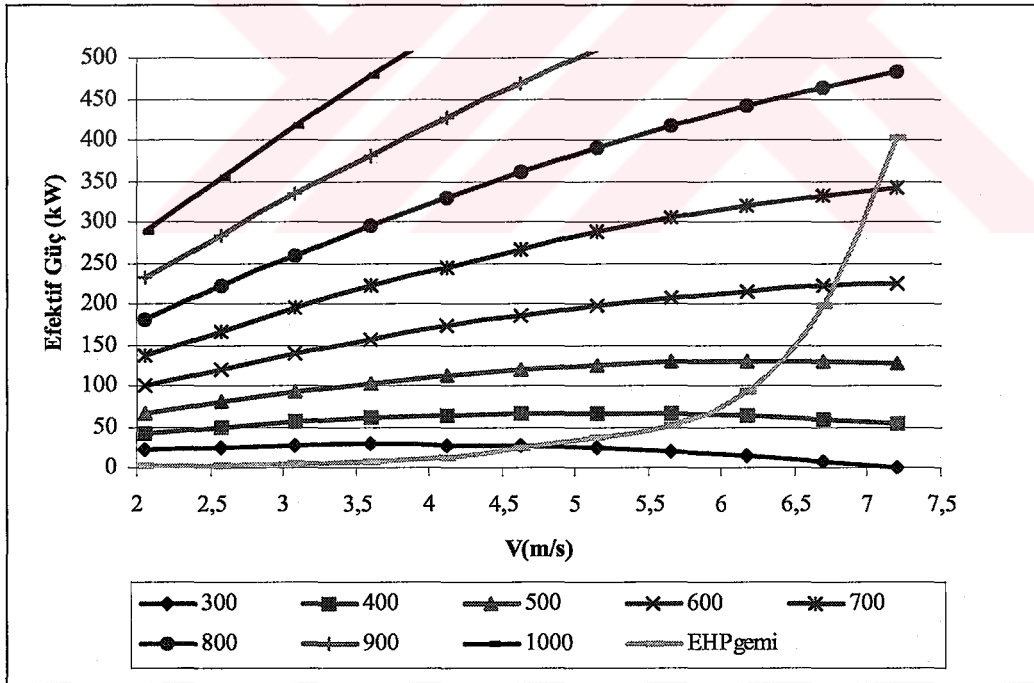
Şekil 158. DK2 teknesinde 2.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 159. DK2 teknesinde 2.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

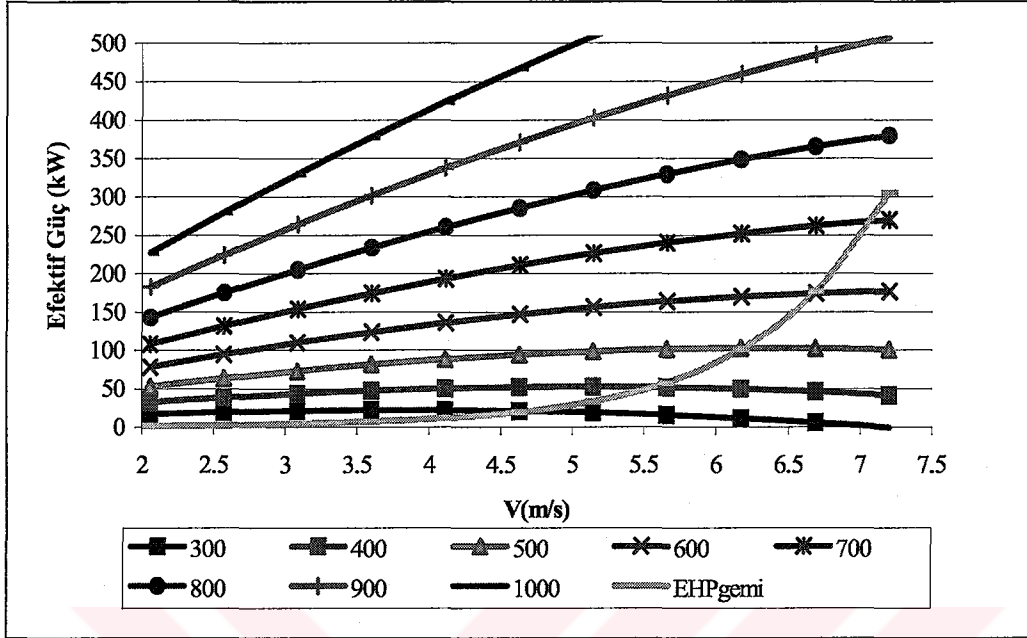


Şekil 160. DK2 teknesinde 2.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

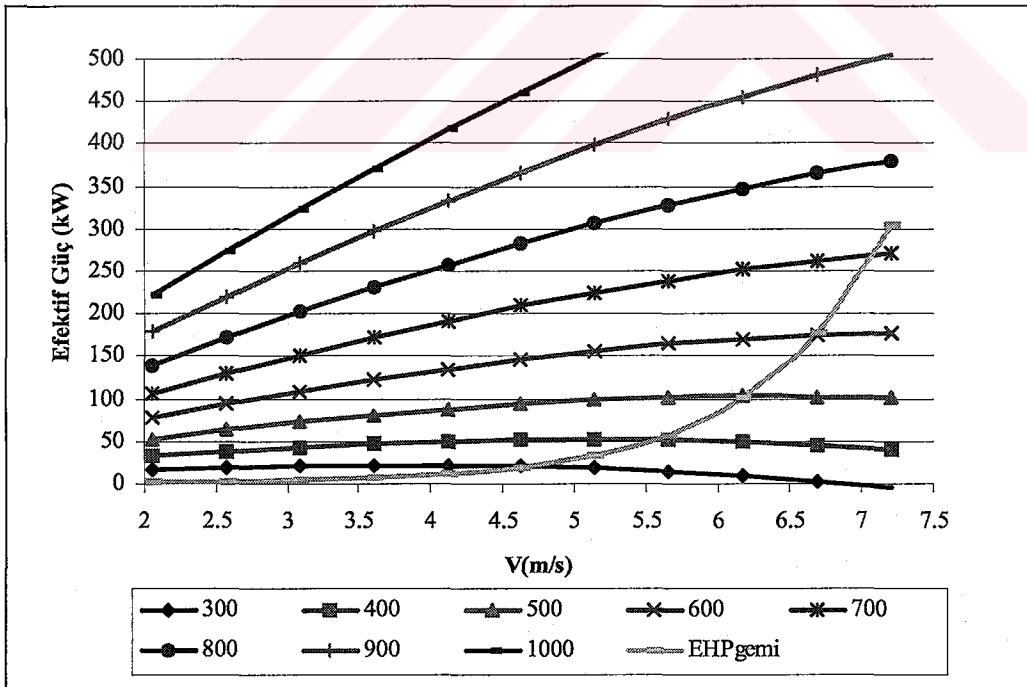


Şekil 161. DK2 teknesinde 2.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

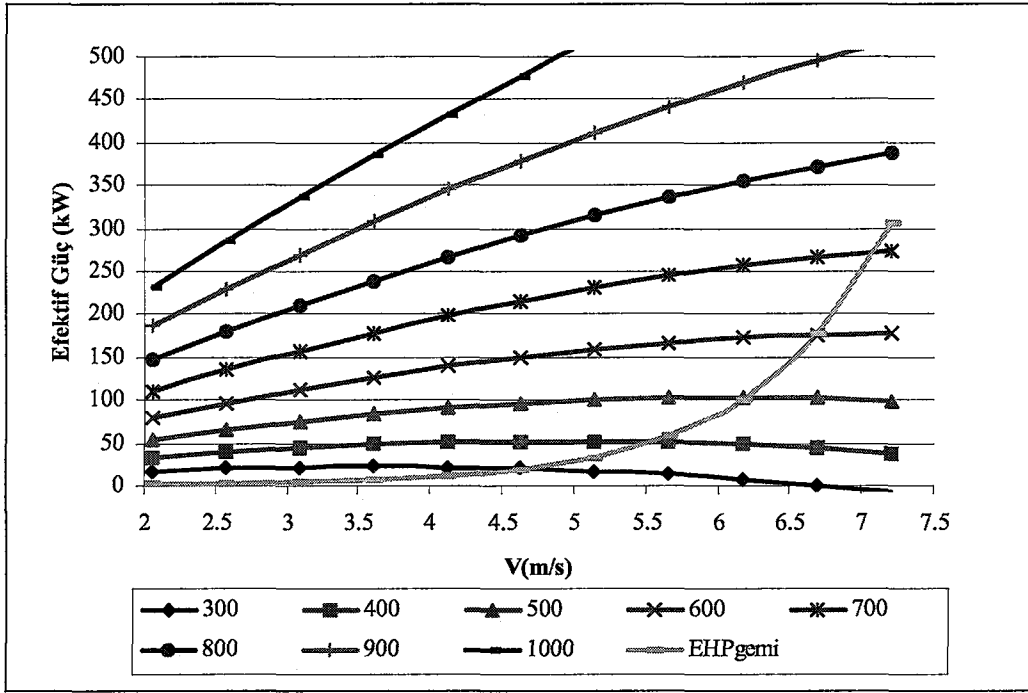
DK3 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 162, Şekil 163, Şekil 164, Şekil 165, Şekil 166'da verilmiştir.



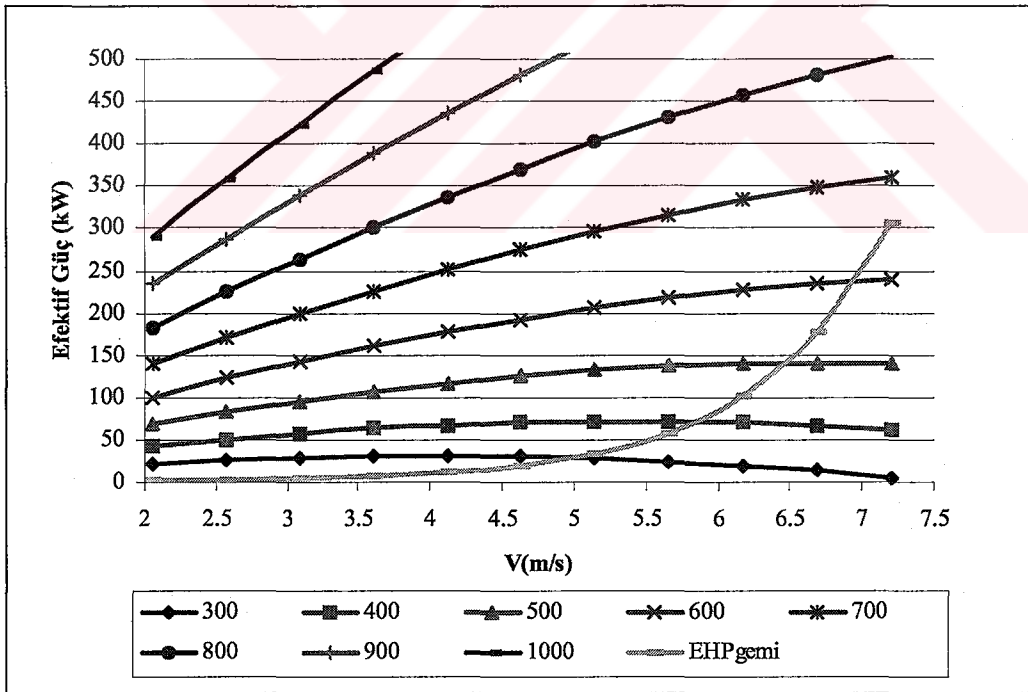
Şekil 162. DK3 teknesinde 2.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



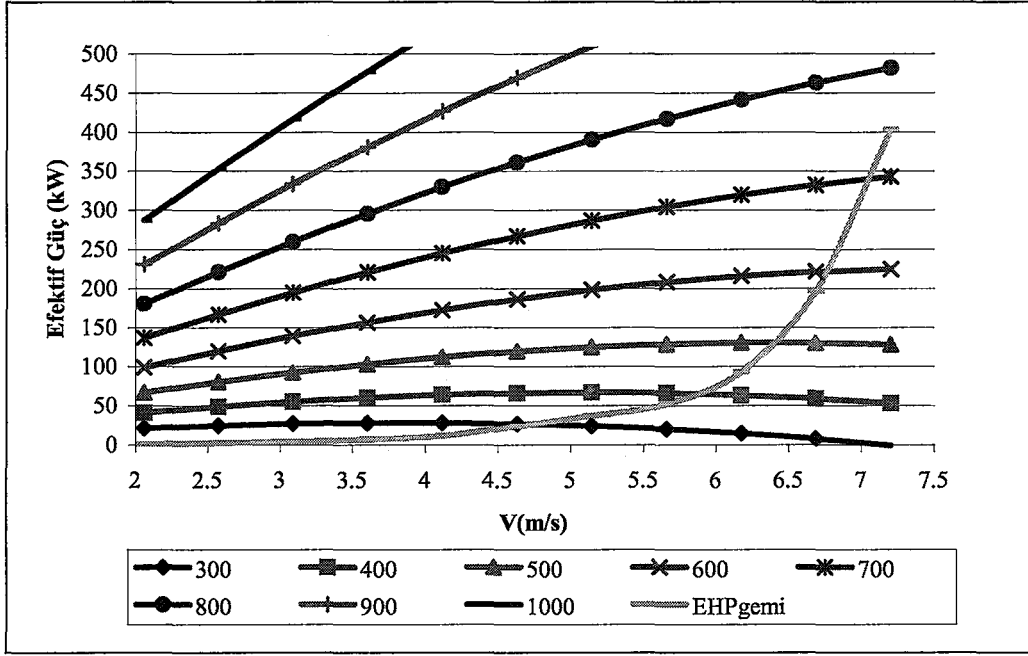
Şekil 163. DK3 teknesinde 2.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 164. DK3 teknesinde 2.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

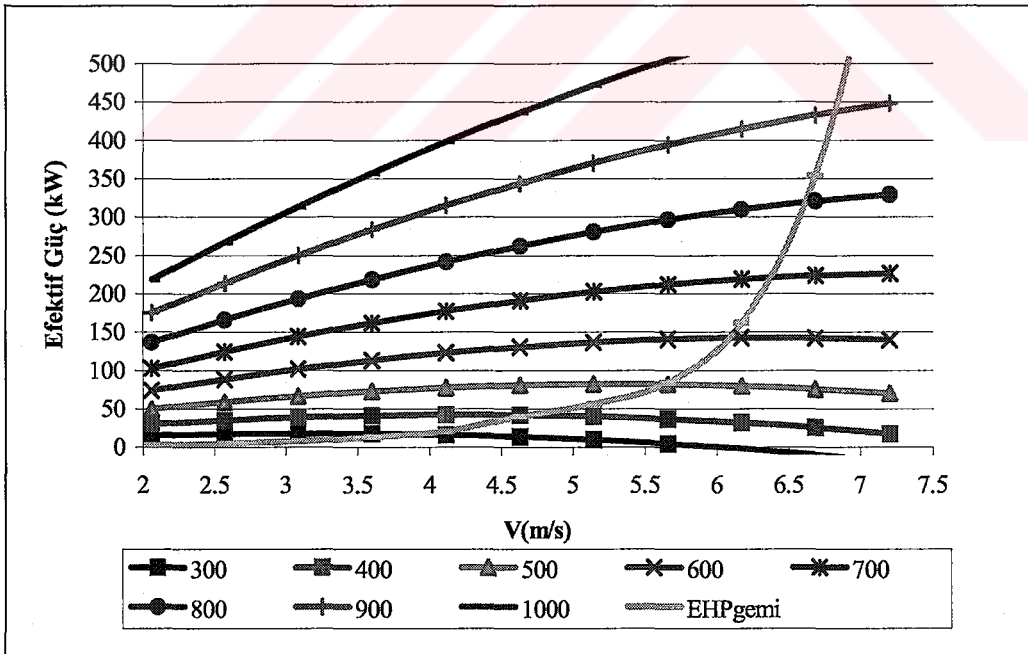


Şekil 165. DK3 teknesinde 2.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

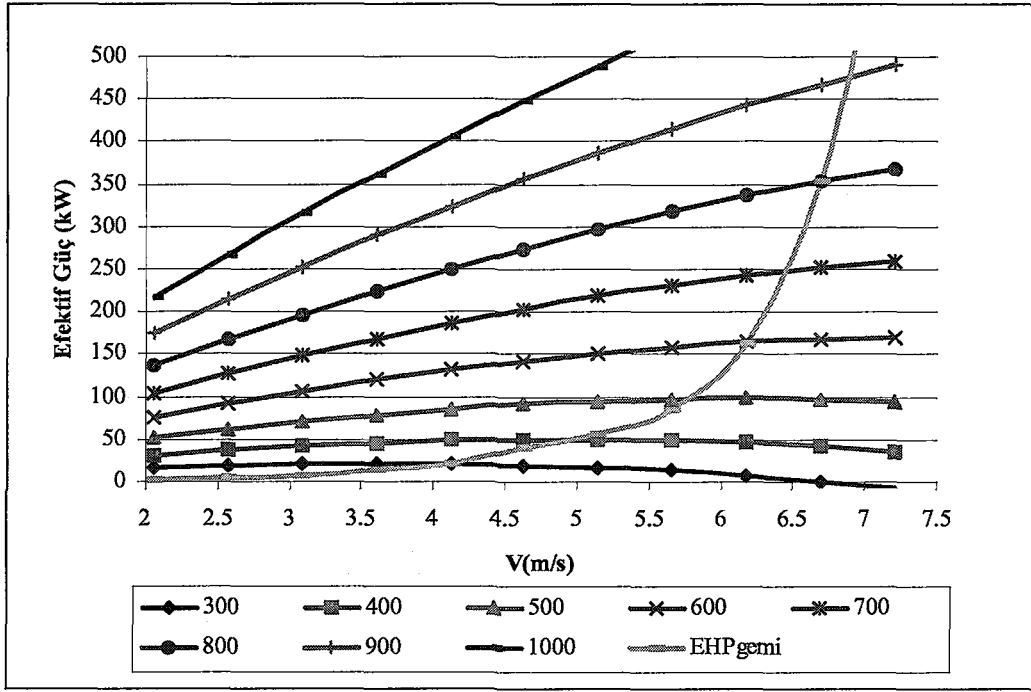


Şekil 166. DK3 teknesinde 2.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

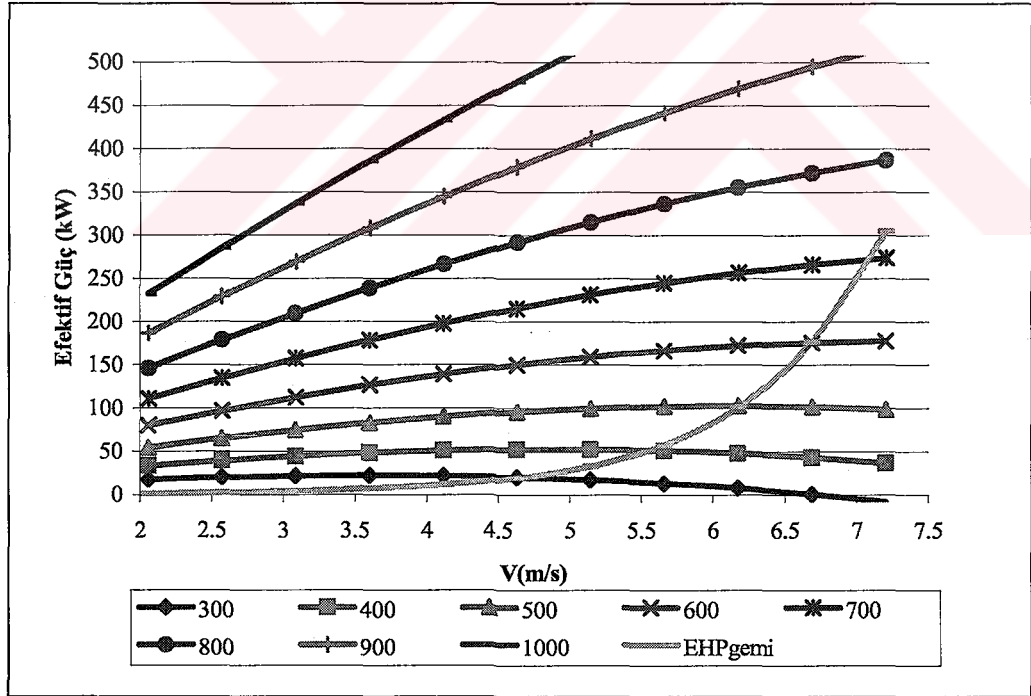
DK4 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 167, Şekil 168, Şekil 169, Şekil 170, Şekil 171'de verilmiştir.



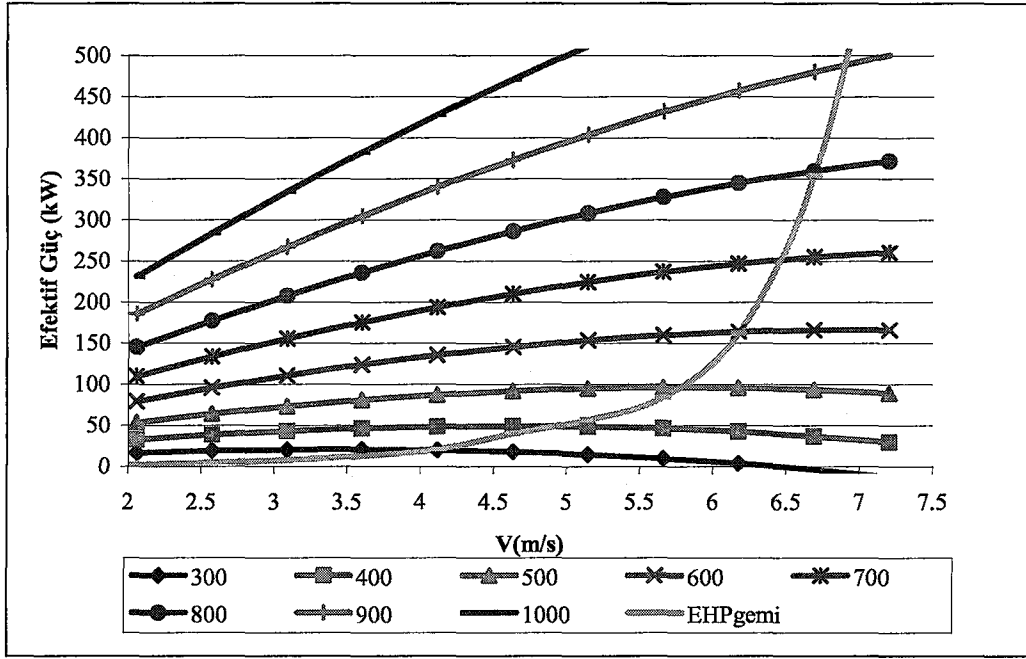
Şekil 167. DK4 teknesinde 2.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



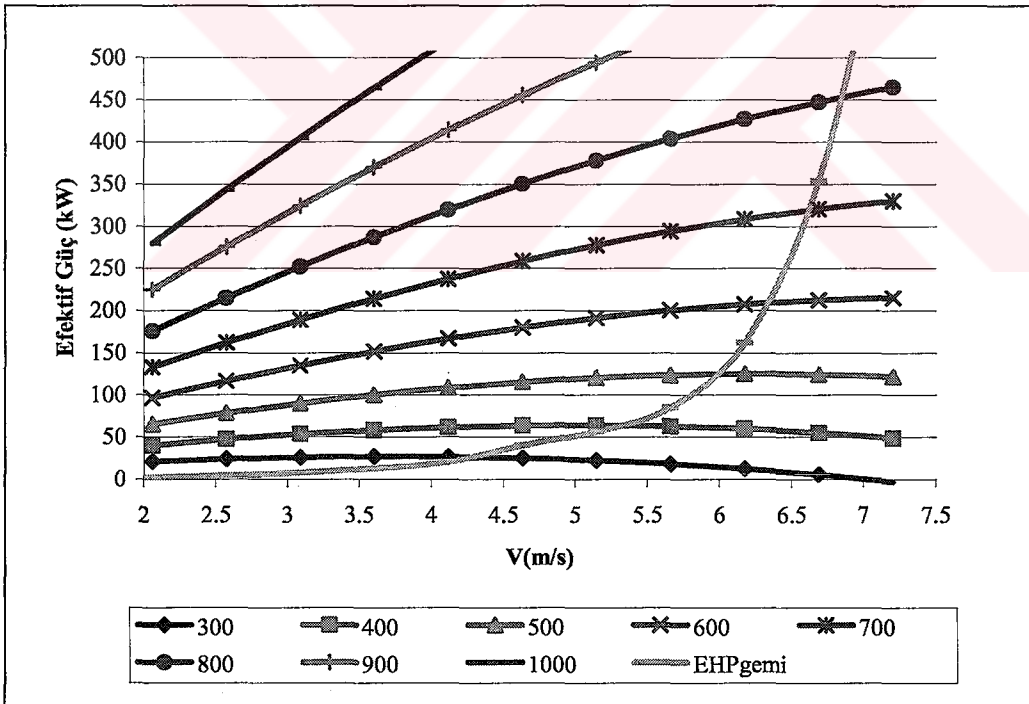
Şekil 168. DK4 teknesinde 2.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 169. DK4 teknesinde 2.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



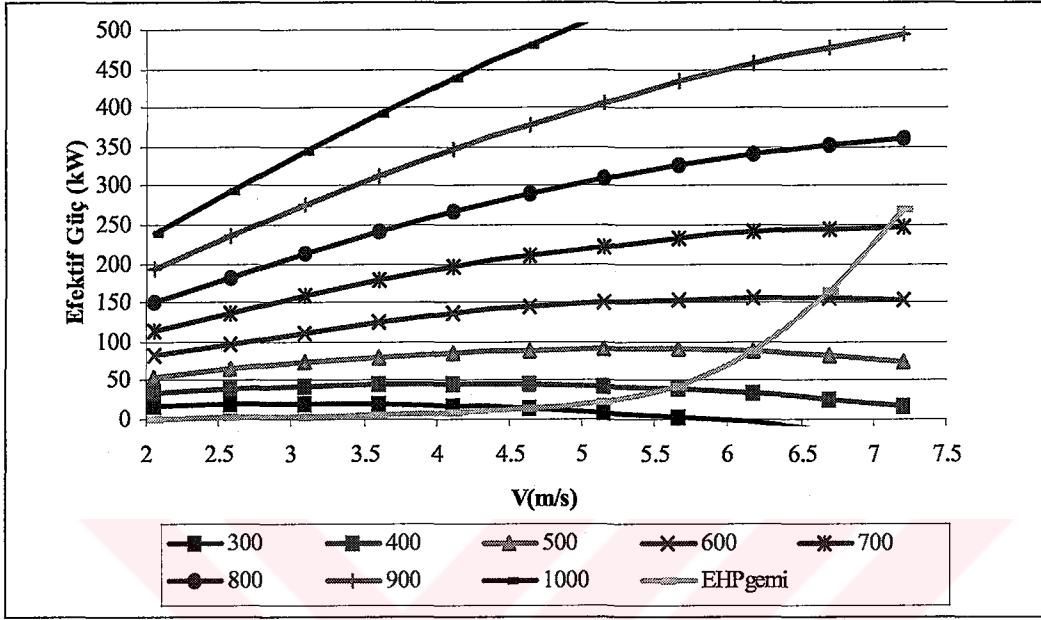
Şekil 170. DK4 teknesinde 2.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



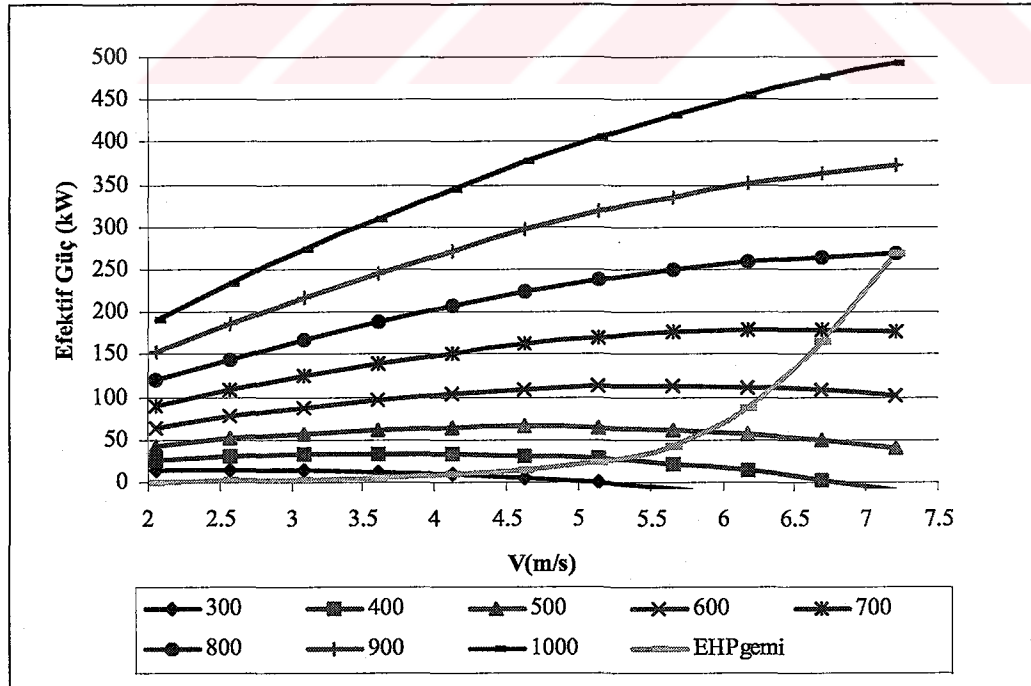
Şekil 171. DK4 teknesinde 2.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

3.2.6.3. 3. Durum İçin Farklı Devir Sayılarında Hıza Göre İtme Gücü Eğrileri

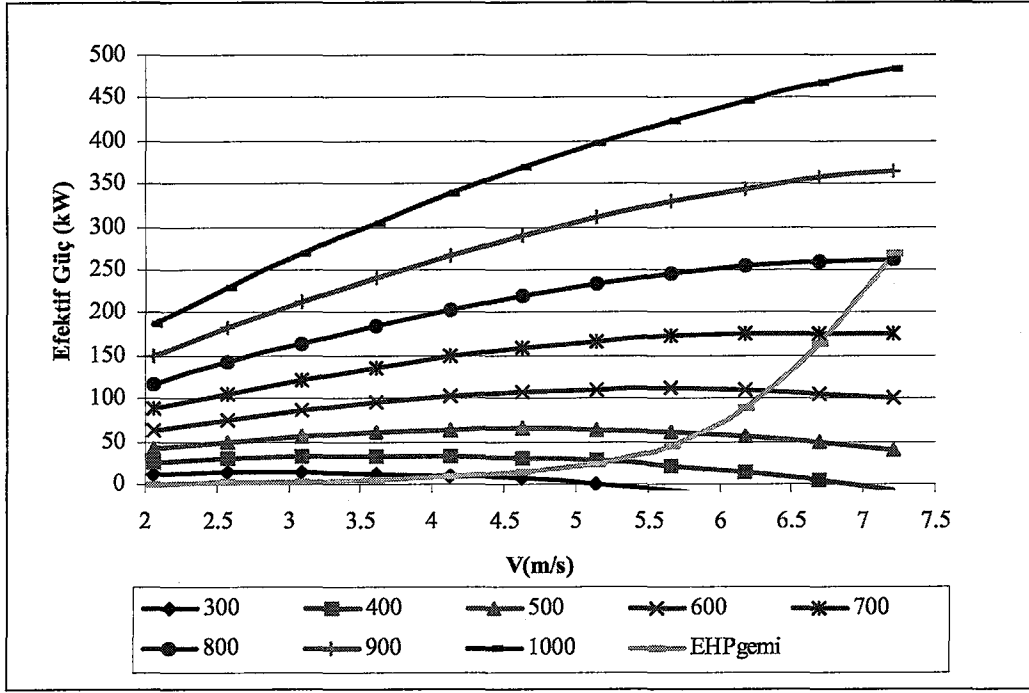
DK1 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 172, Şekil 173, Şekil 174, Şekil 175, Şekil 176'da verilmiştir.



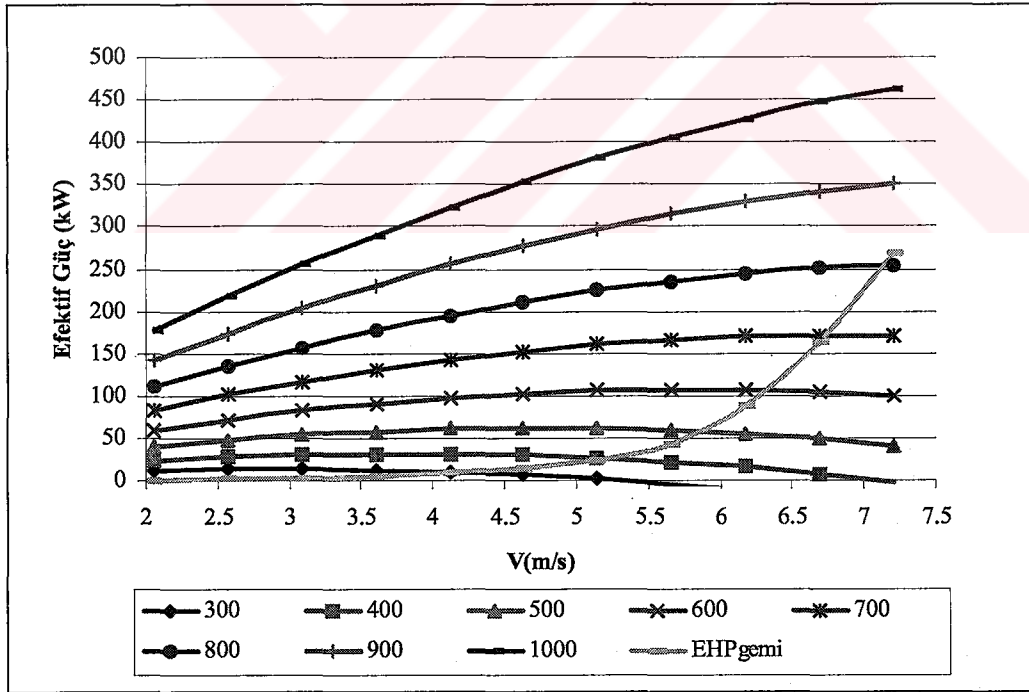
Şekil 172. DK1 teknesinde 3. durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



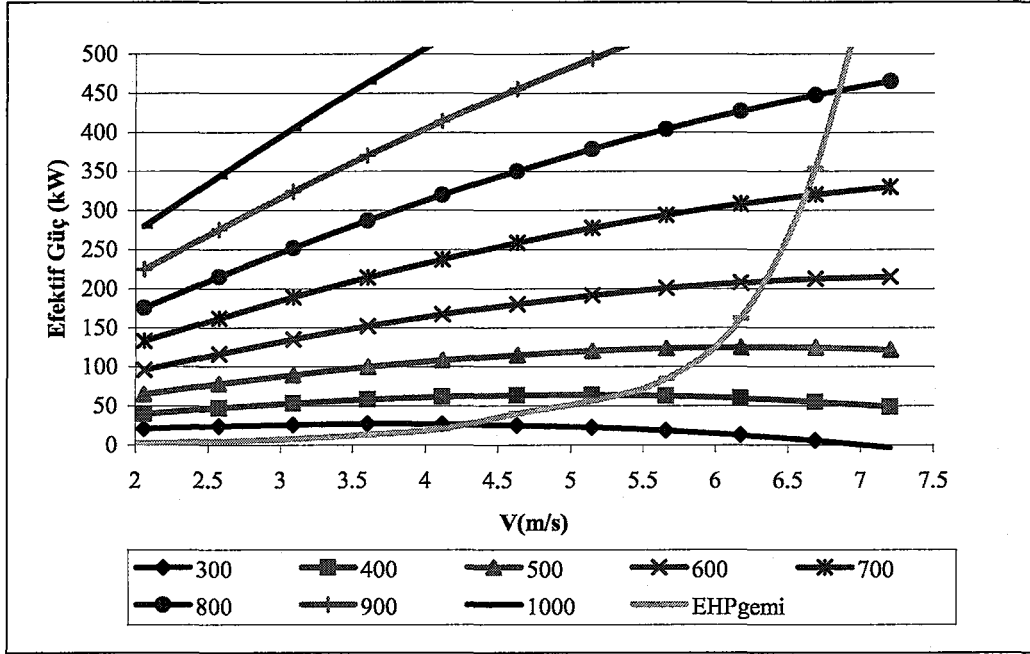
Şekil 173. DK1 teknesinde 3. durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 174. DK1 teknesinde 3.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

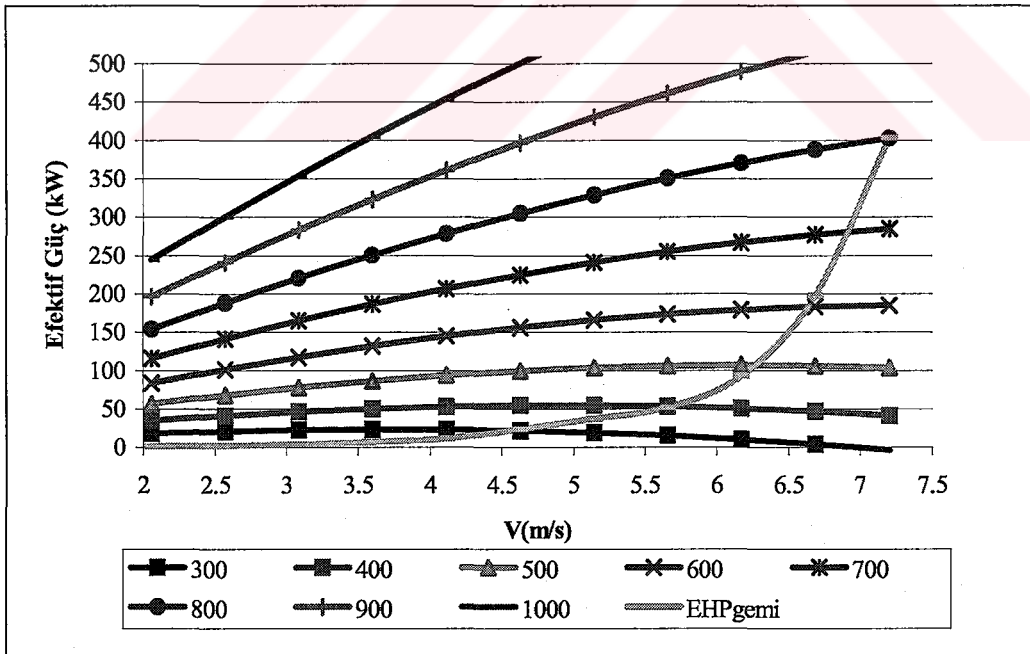


Şekil 175. DK1 teknesinde 3.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

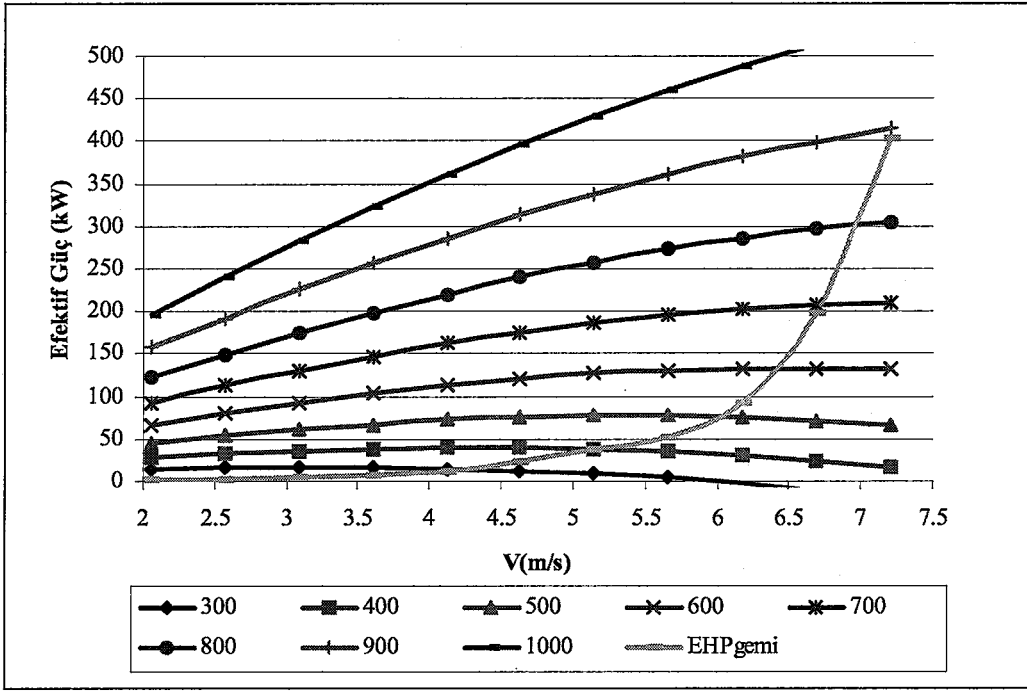


Şekil 176. DK1 teknesinde 3.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

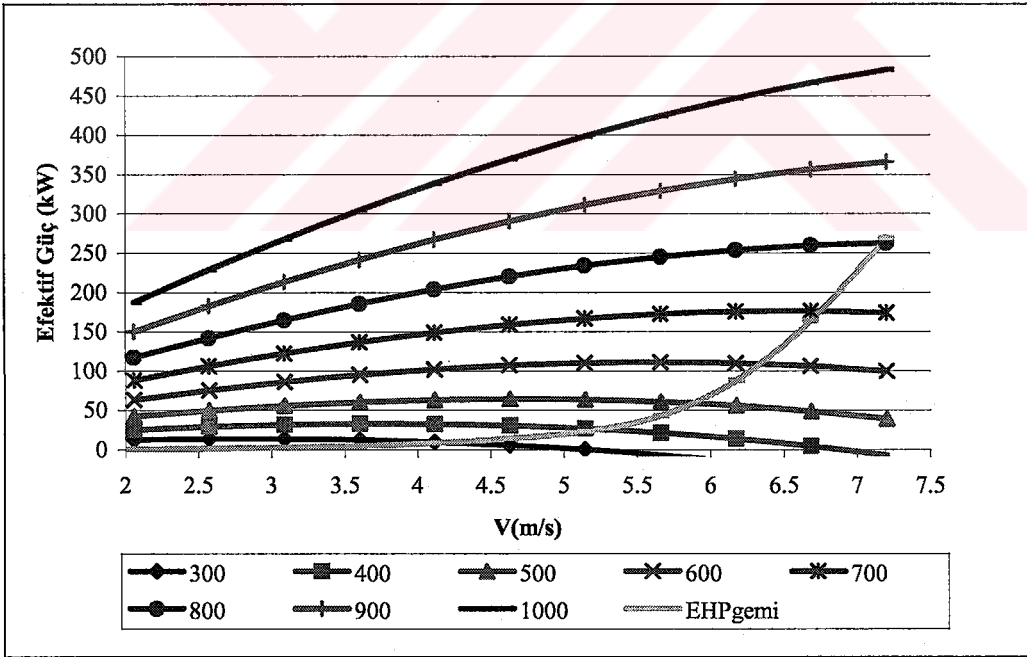
DK2 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 177, Şekil 178, Şekil 179, Şekil 180, Şekil 181'de verilmiştir.



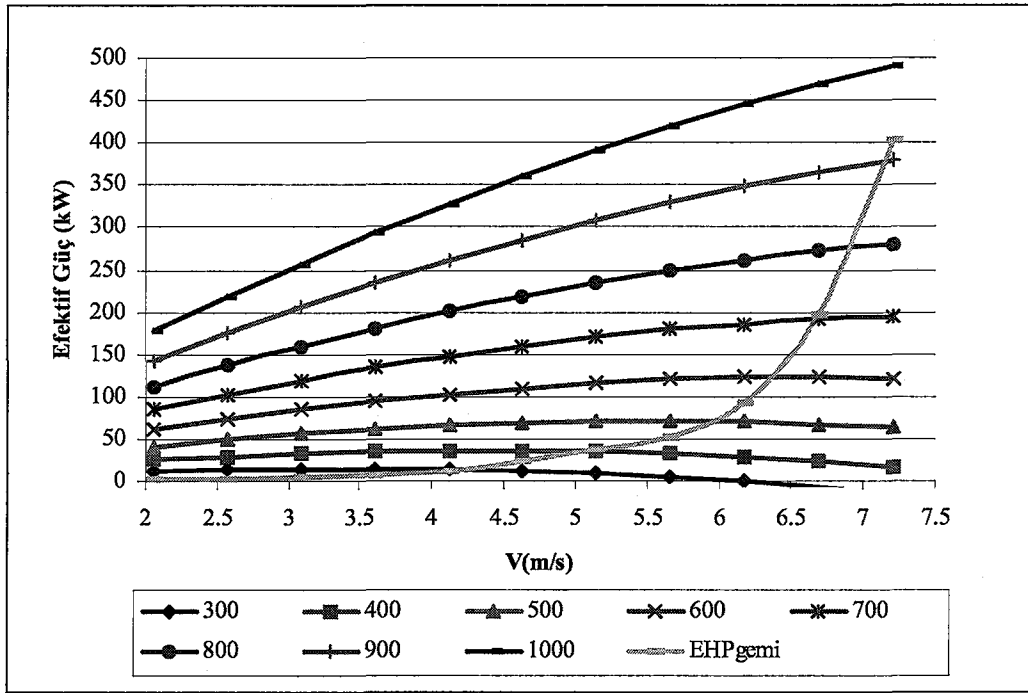
Şekil 177. DK2 teknesinde 3.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



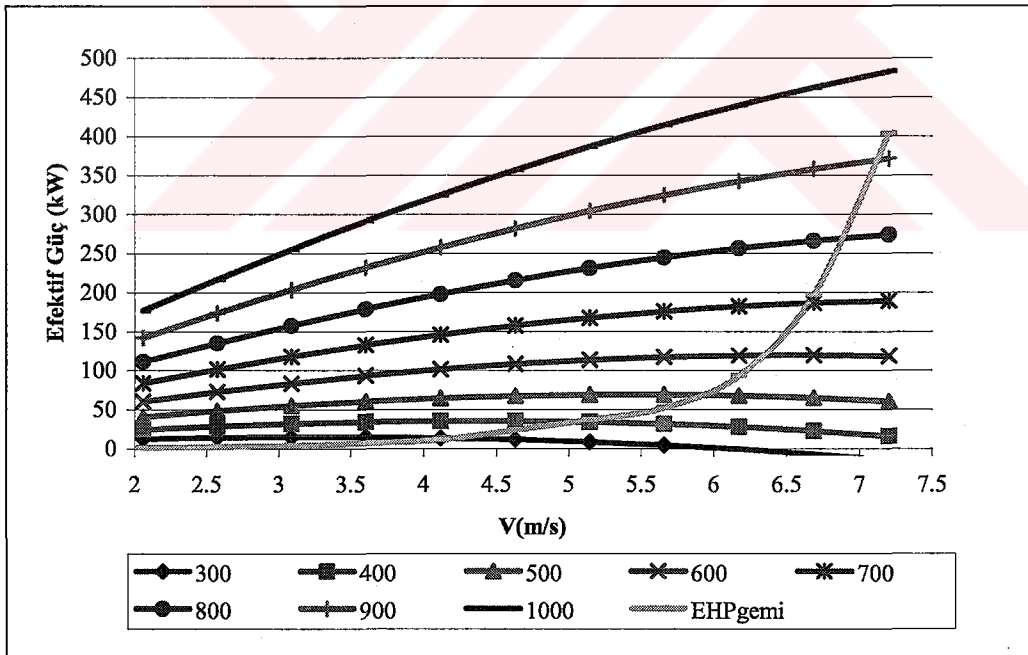
Şekil 178. DK2 teknesinde 3. durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 179. DK2 teknesinde 3. durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

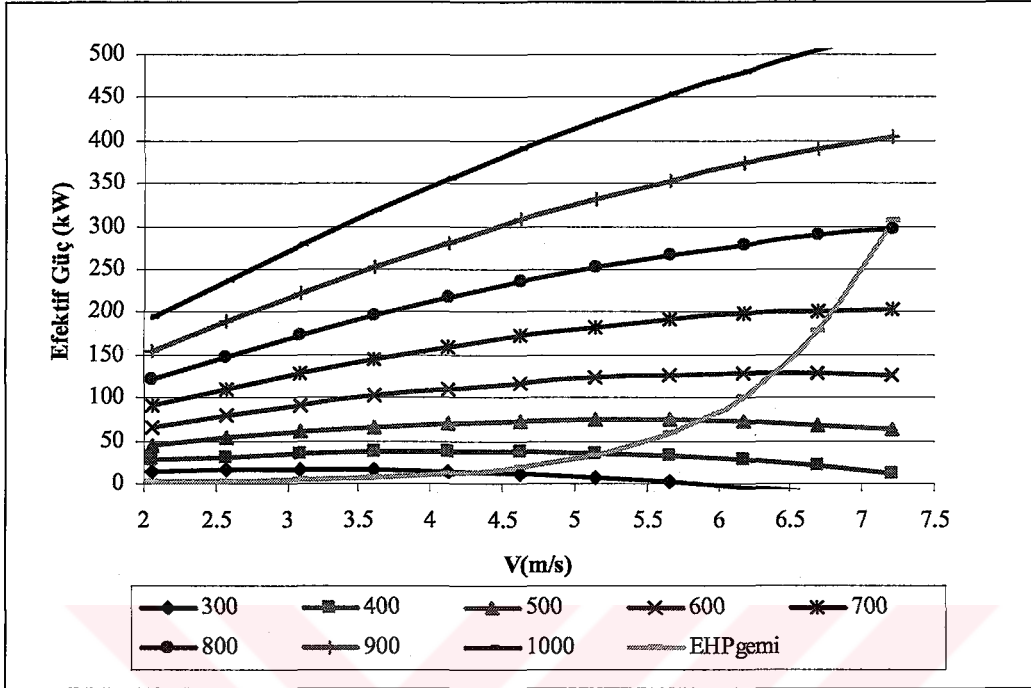


Şekil 180. DK2 teknesinde 3.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

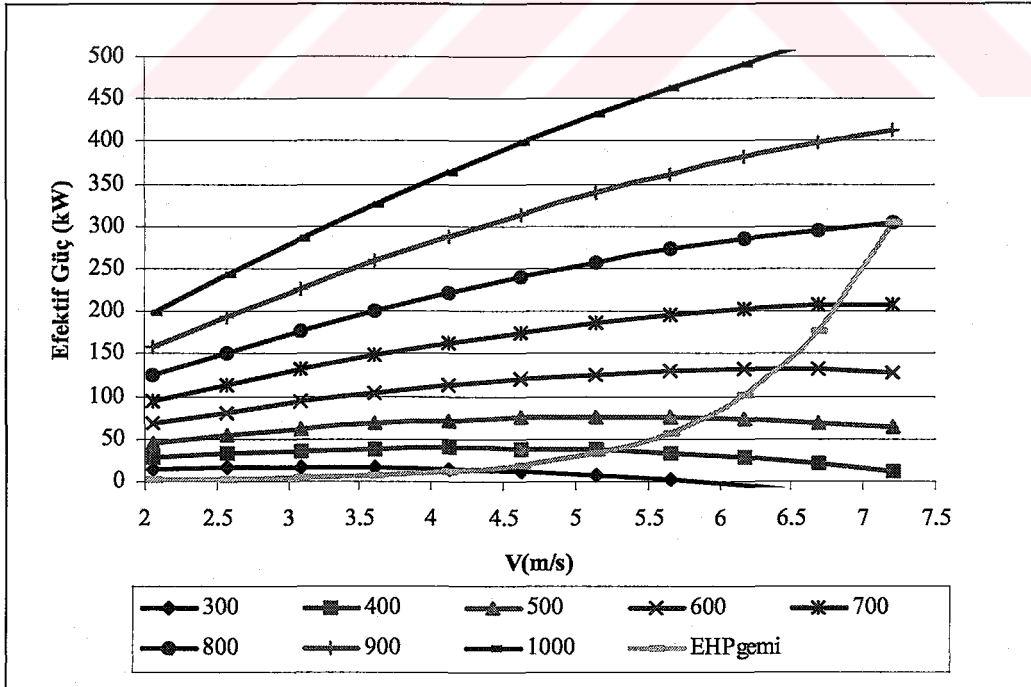


Şekil 181. DK2 teknesinde 3.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

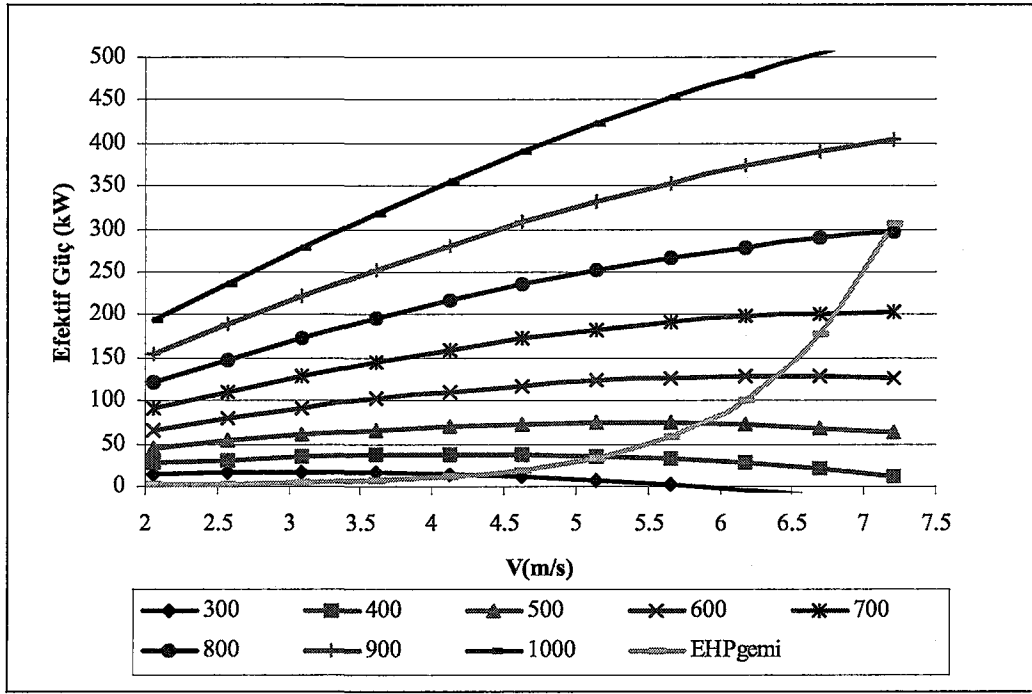
DK3 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 182, Şekil 183, Şekil 184, Şekil 185, Şekil 186'da verilmiştir.



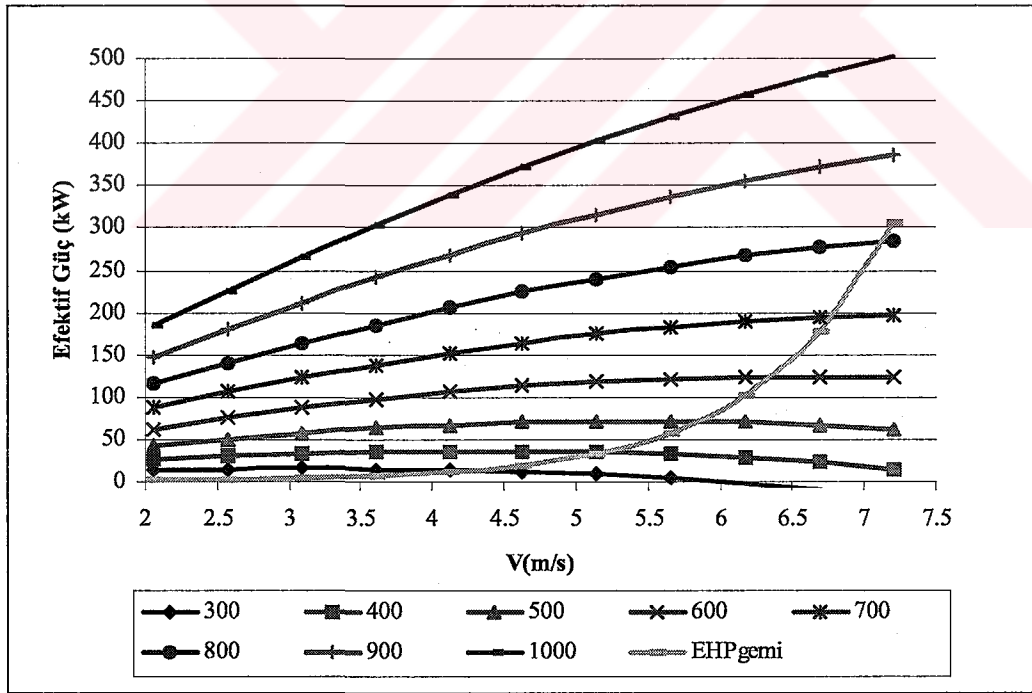
Şekil 182. DK3 teknesinde 3.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



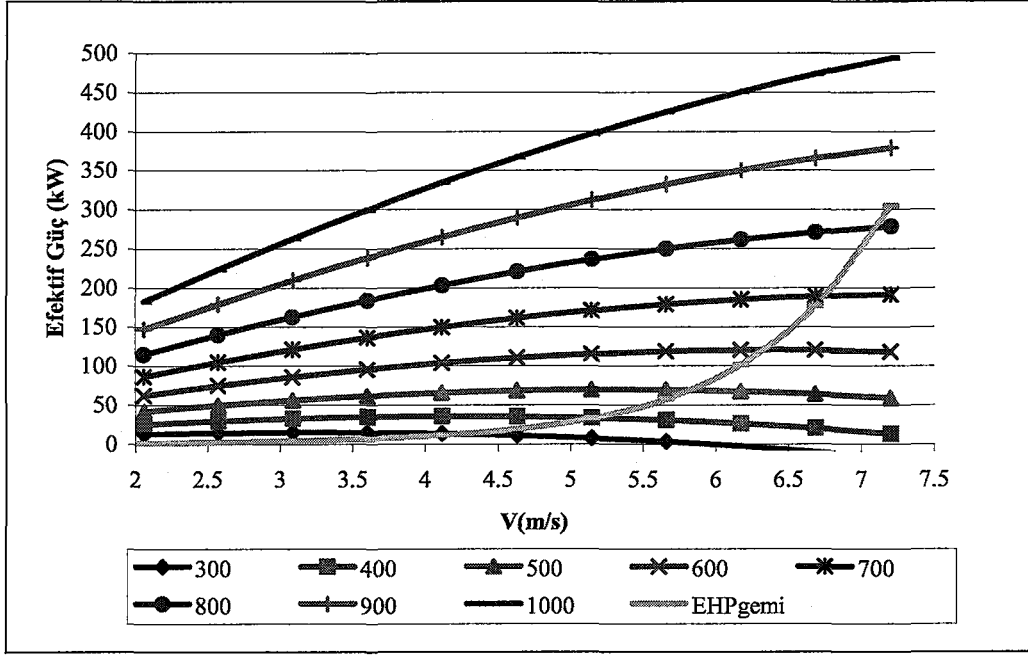
Şekil 183. DK3 teknesinde 3.durum için B 4.40 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 184. DK3 teknesinde 3.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

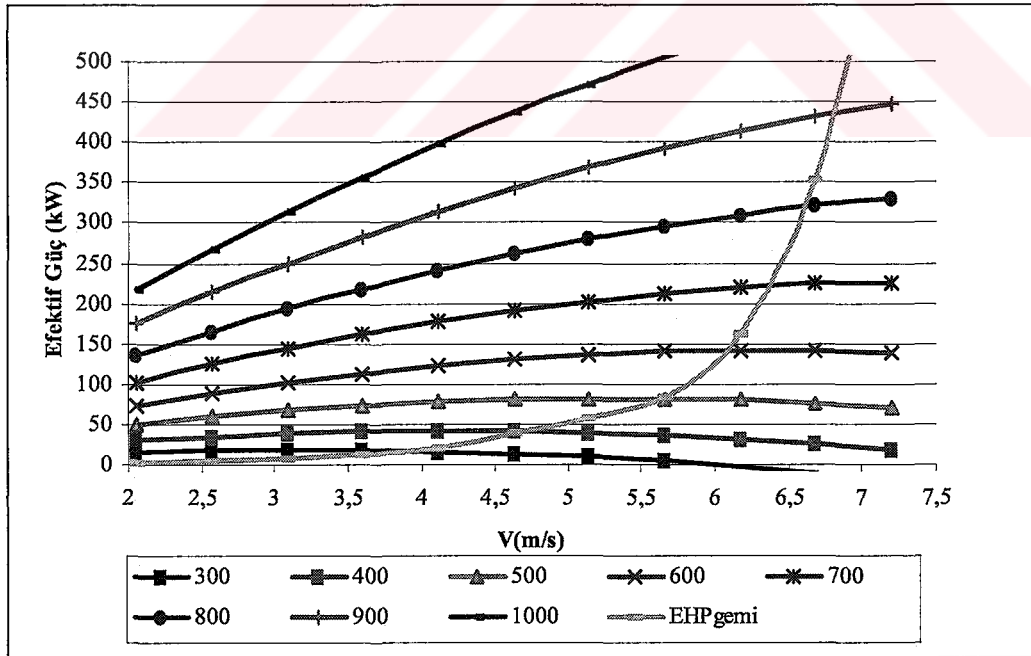


Şekil 185. DK3 teknesinde 3.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

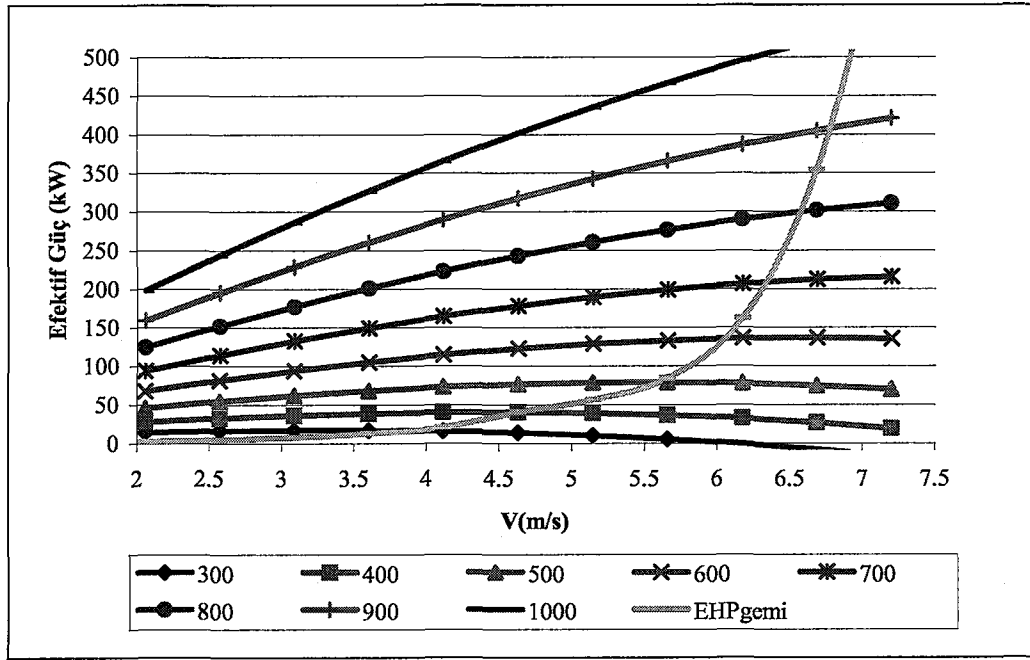


Şekil 186. DK3 teknesinde 3.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

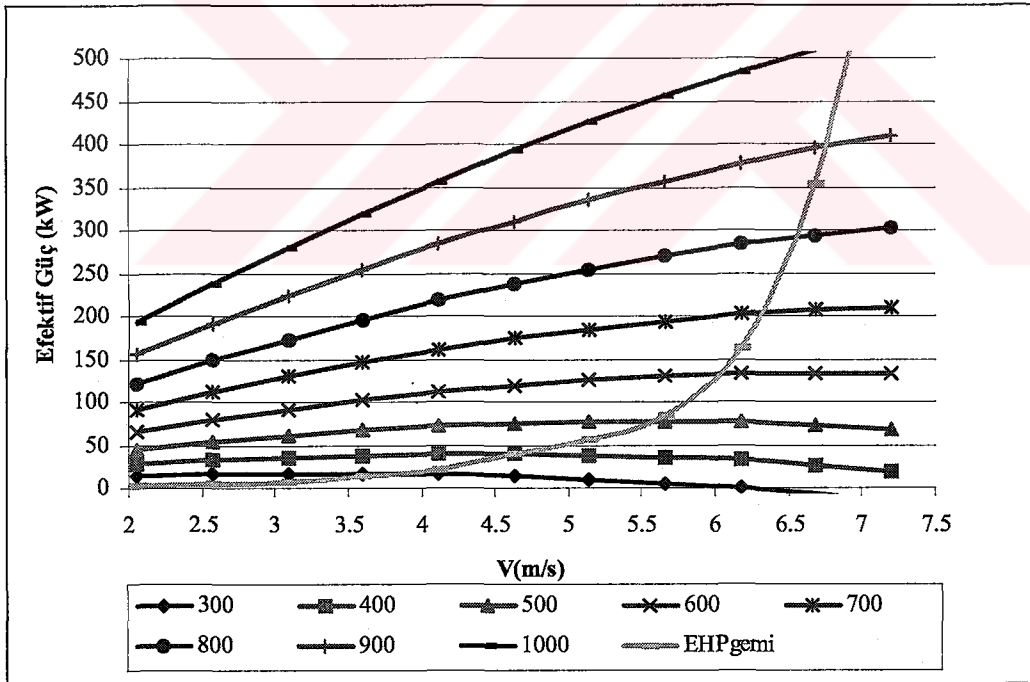
DK4 balıkçı teknesinin efektif güç eğrileri Şekil 187, Şekil 188, Şekil 189, Şekil 190'da verilmiştir.



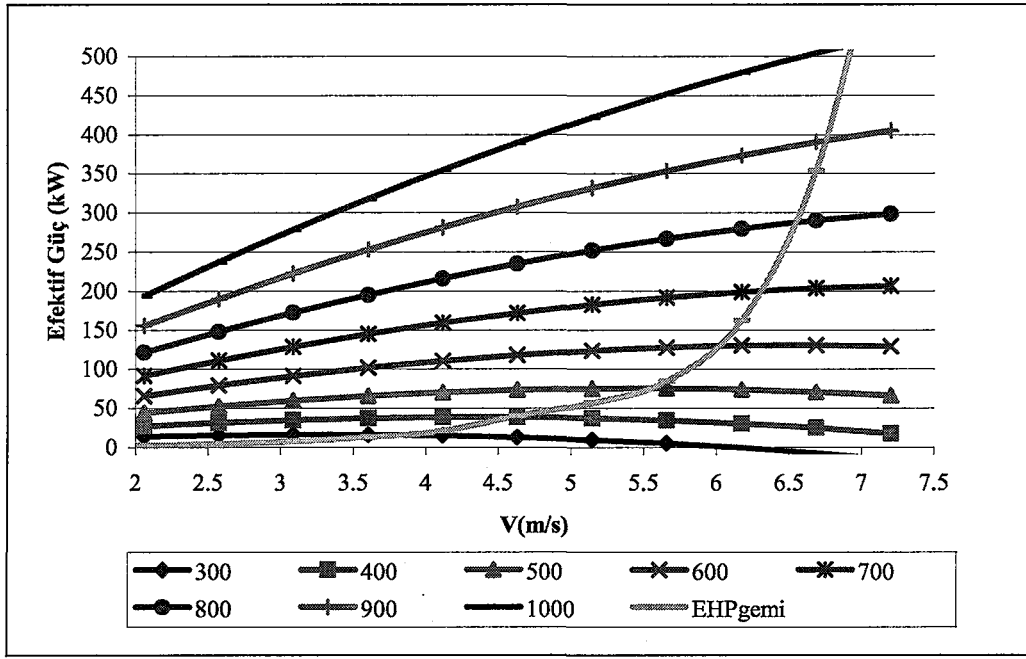
Şekil 187. DK4 teknesinde 3.durum için B 3.50 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 188. DK4 teknesinde 3.durum için B 4.55 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



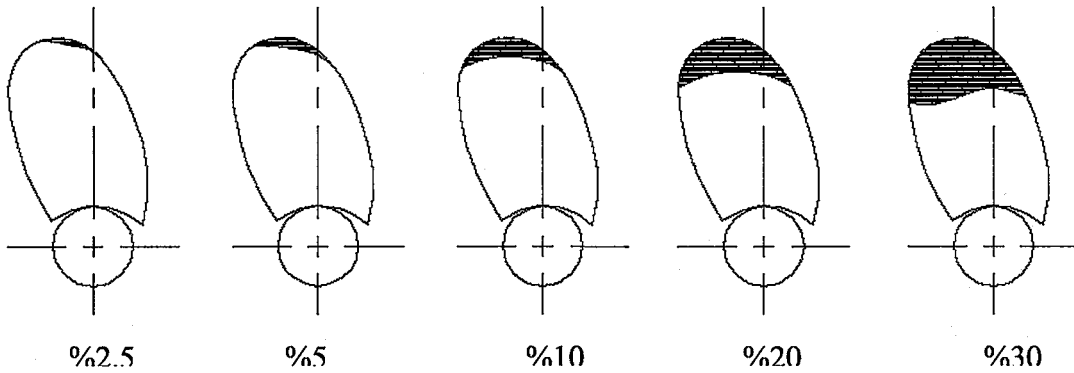
Şekil 189. DK4 teknesinde 3.durum için B 4.70 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri



Şekil 190. DK4 teknesinde 3.durum için B 4.85 pervanesinin farklı devir sayılarına ve hıza bağlı efektif güç eğrileri

3.2.7. Kaviteasyon Kontrolü

Pervanelerin kaviteasyon kontrolleri pratik kaviteasyon kontrolü, Keller kaviteasyon kriterleri ve Burill kaviteasyon kriterlerine göre yazılmış olan kaviteasyon kontrol programı ile yapılmıştır. Program kaviteasyon riskinin olup olmadığını ve Burill Kaviteasyon Kriterlerine göre Kaviteasyon yayılışını tahmin etmemize olanak tanımaktadır. Şekil 191'de Burill Kriterine göre kaviteasyon yayılışı yüzde olarak gösterilmiştir.



Şekil 191. Yüzde olarak pervane sırtında oluşan kaviteasyon yayılışı

Üç farklı durum için tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon durumları Tablo 103, Tablo 104 ve Tablo 105’de verilmiştir.

Tablo 103. 1. durum için tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolleri

		Pratik Kavitasyon Kontrolü	Keller Kavitasyon Kriterleri	Burill Kavitasyon Kriterleri
DK 1	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.40	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%2.5-5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
DK 2	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.40	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%0-2.5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
DK 3	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.40	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%0-2.5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
DK 4	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%10-20 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.40	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski	%20-30 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%10-20 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında

Tablo 104. 2. durum için tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolleri

		Pratik Kavitasyon Kontrolü	Keller Kavitasyon Kriterleri	Burill Kavitasyon Kriterleri
DK 1	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%2.5-5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.40	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%2.5-5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
DK 2	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%2.5-5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.40	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%2.5-5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
DK 3	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.40	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%10-20 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%2.5-5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
DK 4	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%10-20 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.40	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski	%20-30 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%10-20 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%0-2.5 sırt Kavitasyonu arasında

Tablo 105. 3. durum için tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolleri

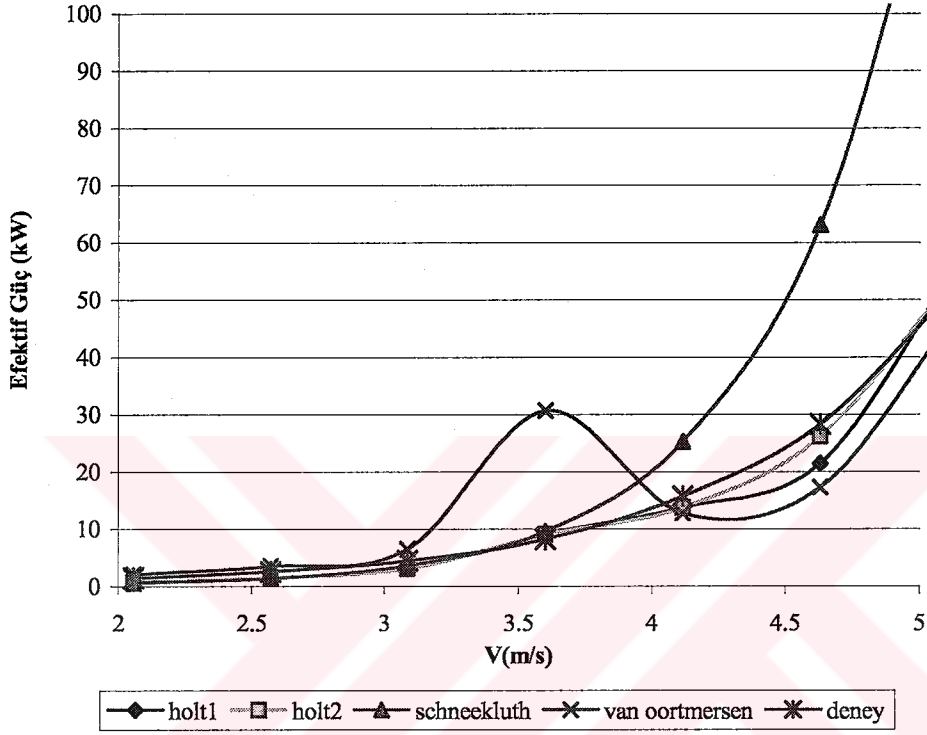
		Pratik Kavitasyon Kontrolü	Keller Kavitasyon Kriterleri	Burill Kavitasyon Kriterleri
DK 1	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.40	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
DK 2	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.40	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%2.5-5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
DK 3	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.40	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%2.5-5 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	Kavitasyon riski az
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski az
DK 4	B 3.50	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%10-20 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.40	-	-	-
	B 4.55	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%10-20 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.70	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında
	B 4.85	Kavitasyon riski az	Kavitasyon riski	%5-10 sırt Kavitasyonu arasında

3.3. Model Direnç Deneyleri Yapılmış Olan Balıkçı Teknelerinde Direnç Tahmin Yöntemlerinin Sonuçları

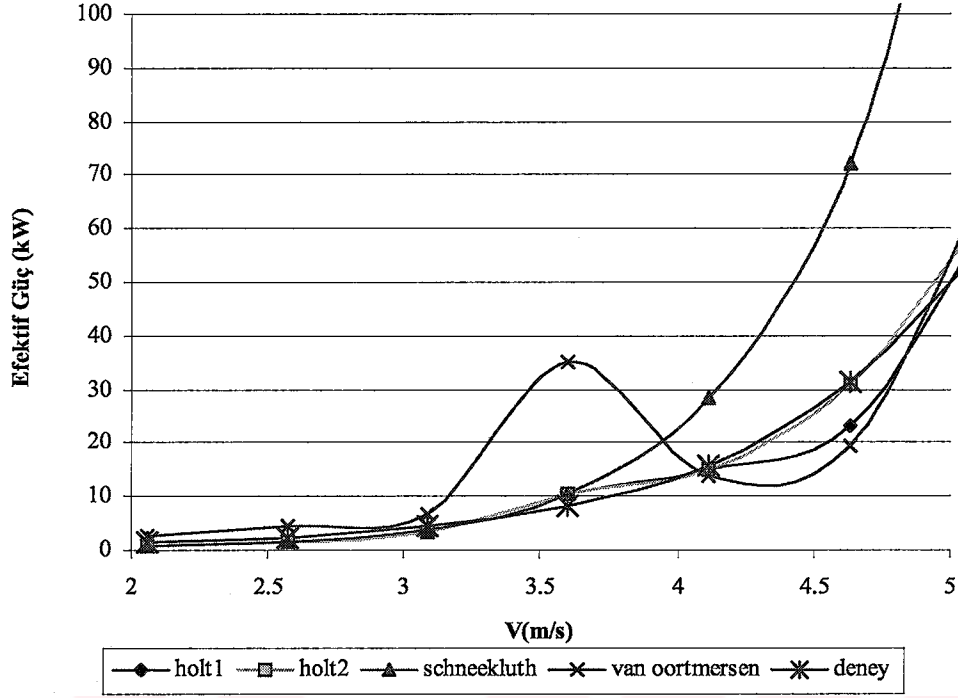
Model direnç deneyi yapılmış olan örnek balıkçı teknelerinde uygulanan direnç tahmin yöntemleri şunlardır:

- Herbert Schneekluth'un Artık Direnç Yöntemi
- Van Oortmersen Yöntemi
- Holtrop Mennen 1 Yöntemi
- Holtrop Mennen 2 Yöntemi

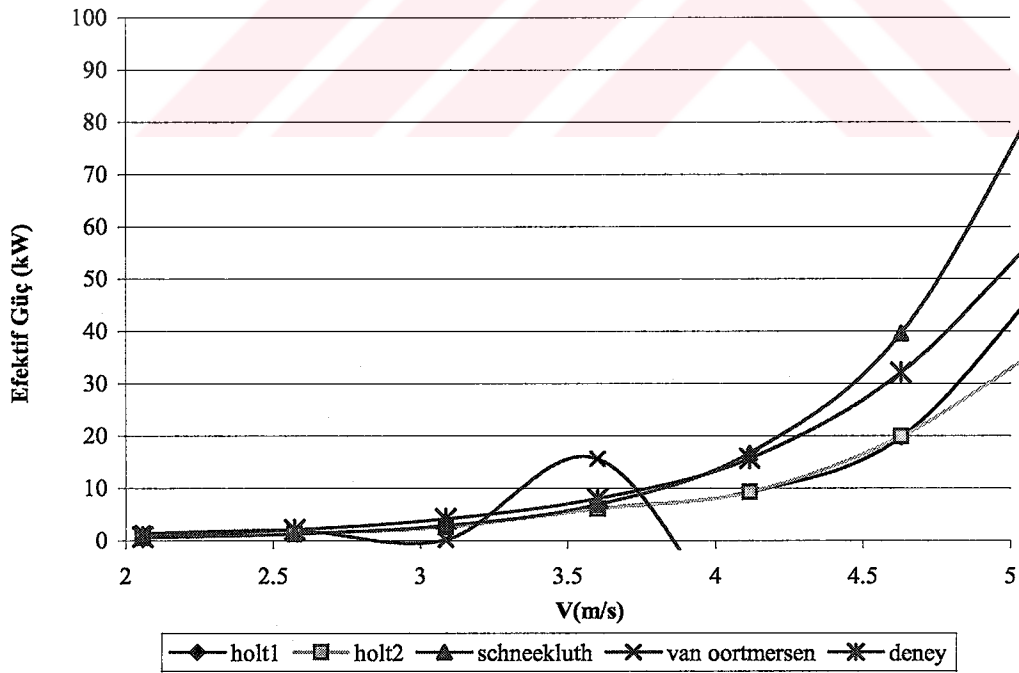
Direnç tahmin yöntemlerine göre hız-efektif beygir gücü dağılımları Excel programı ile yazılmış olan Sevk Sistemi dizayn Programı ile belirlenmiş ve eğrileri her tekne için Şekil 192, Şekil 193, Şekil 194, Şekil 195, Şekil 196, Şekil 197, Şekil 198, Şekil 199'da verilmiştir.



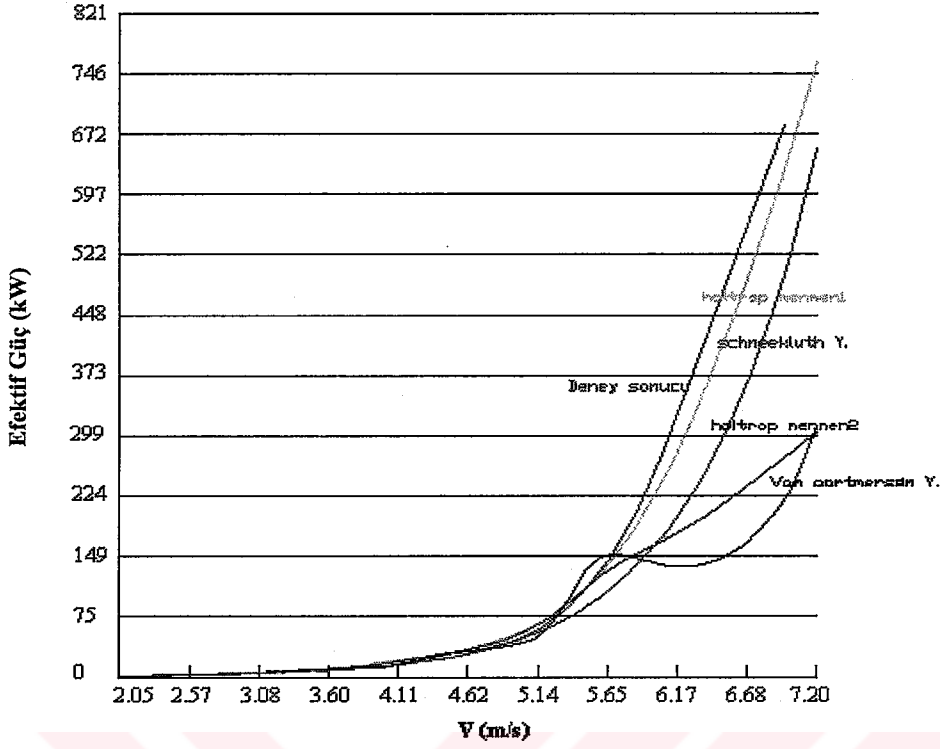
Şekil 192. MG1 kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması



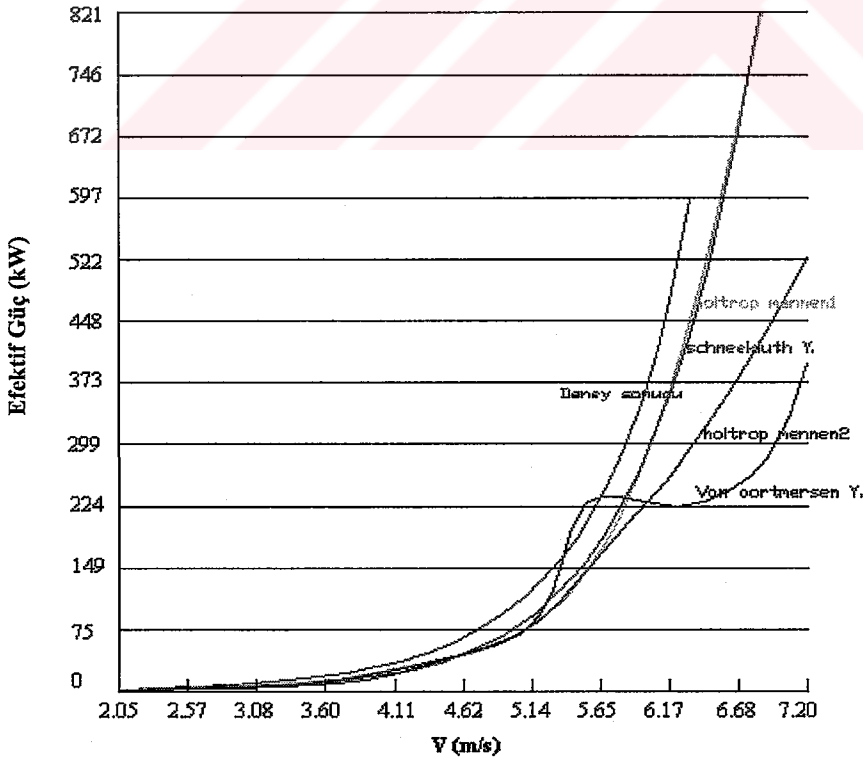
Şekil 193. MG3 kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması



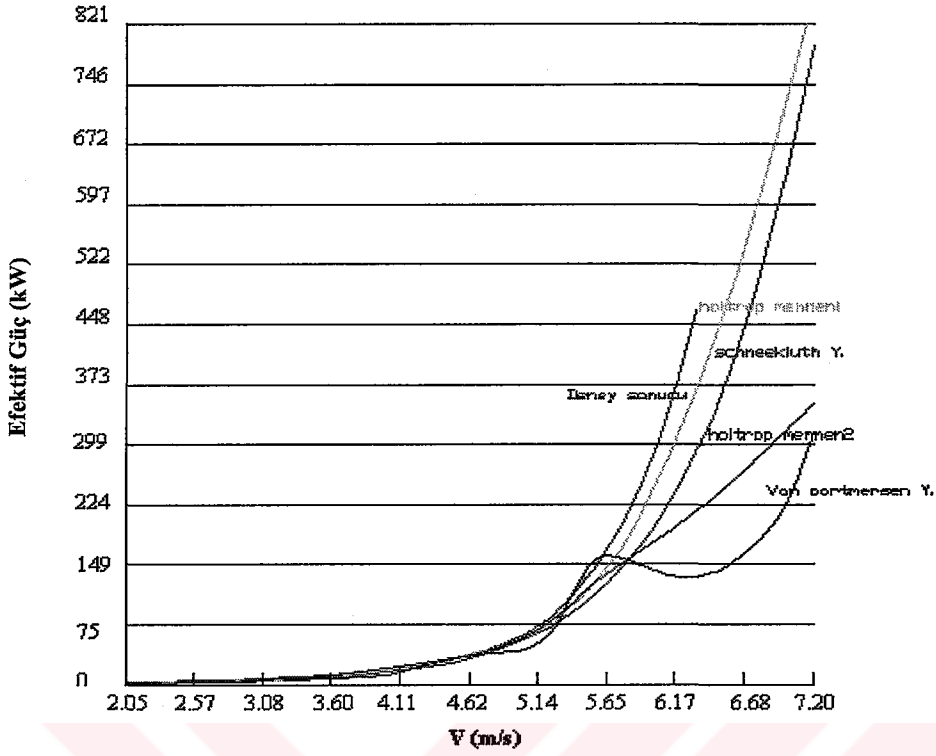
Şekil 194. DG3 kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması



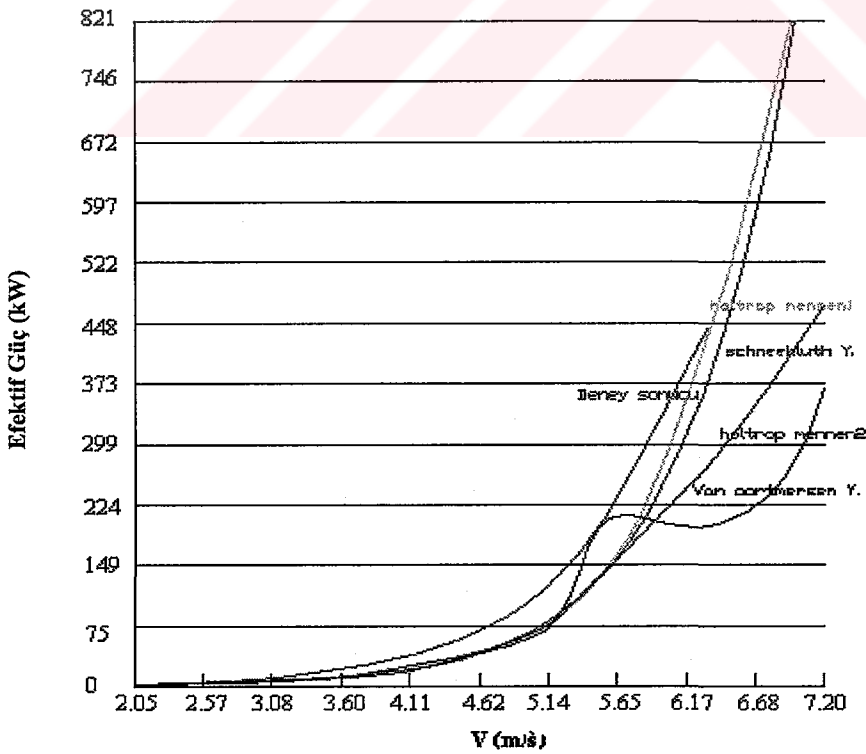
Şekil 195. 148 1B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması



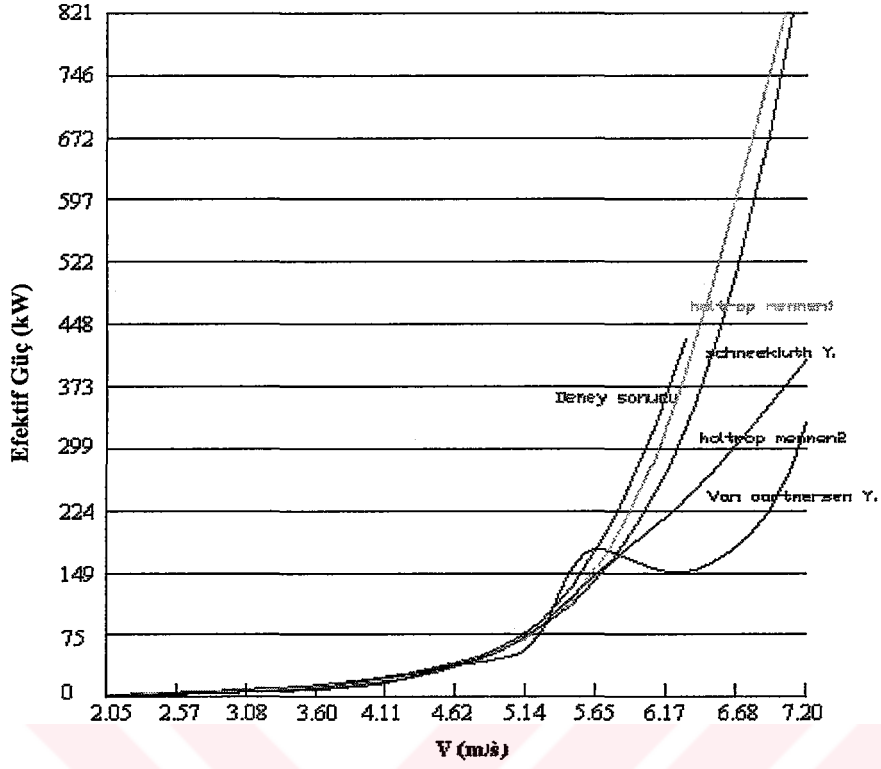
Şekil 196. 148 2B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması



Şekil 197. 148 3B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması



Şekil 198. 148 4B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması



Şekil 199. 148 5B kodlu balıkçı teknesinin direnç deneyi sonucunun direnç tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması

4. İRDELEMELER VE DEĞERLENDİMELER

4.1 Direnç Tahmin Yöntemlerinin İrdelenmesi

Bu bölümde balıkçı teknelerinde kullanılabilen direnç tahmin yöntemleri örnek balıkçı teknelerinde uygulanmış ve direnç deneyi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucunda, Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinde kullanılabilecek en uygun direnç tahmin yönteminin belirlenmesine çalışılmıştır.

Uygun makine seçimi ve sevk sistemi tasarımı gemi direncine bağlıdır. Doğu Karadeniz Bölgesinde günümüzde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerine etki eden gemi direncinin belirlenmesine yönelik ayrıntılı deneysel çalışmalar yakın zamanlarda pek yapılmamıştır. Bölgemizde ve KTÜ’de gemi model deney havuzu bulunmadığından bu teknelerin direncinin belirlenebilmesi için istatistiksel direnç tahmin yöntemlerinin uygulanması pratik açıdan uygun görülmüştür. Öncelikle bu yöntemler, ülkemizde daha önce balıkçı teknelerine yönelik yapılmış olan deneysel çalışmalarda kullanılan balıkçı teknesi formlarına uygulanmış, uygulanabilirlikleri ve doğrulukları bu teknelerin model direnç deney sonuçları ile karşılaştırmalar yapılarak belirlenmiştir.

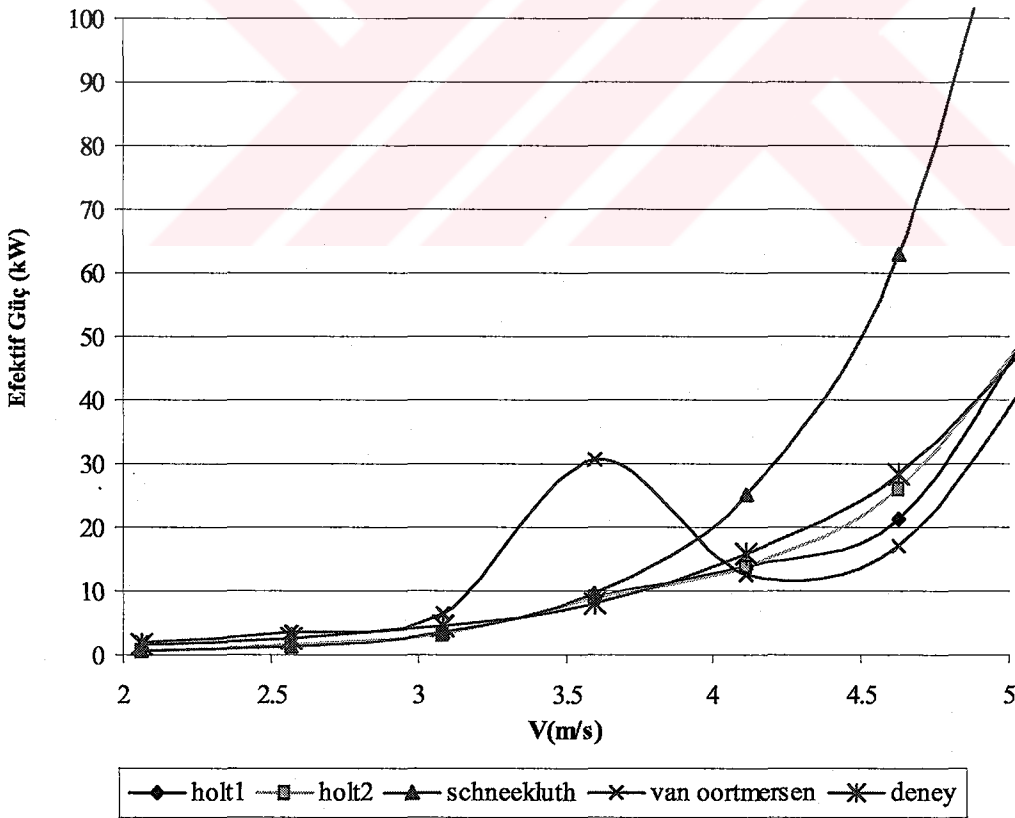
Söz konusu deneysel çalışmalardan birisi Ata Nutku tarafından yapılmıştır ve Karadeniz’de inşa edilmiş olan iki değişik balıkçı teknesi ile H.I. Chapelle tarafından tasarlanmış olan balıkçı teknesinin dirençlerinin belirlenmesine yönelik çalışmadır [13]. Bu çalışmada MG₁ kodu; İstanbul Golden Horn (Haliç) Tersanesinde yapılmış olan “Atılay” isimli ahşap balıkçı teknesini, MG₃ kodu; Sürmene Karadeniz sahilindeki bir tersanede yapılmış ahşap balıkçı teknesini, DG₃ kodu ise H.I. Chapelle tarafından tasarlanmış olan balıkçı teknesini göstermektedir. Bu balıkçı tekneleri düşük su çekimleri, büyük genişlik-su çekimi oranları ve küçük boy-genişlik oranları ile Karadeniz’de inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin temelini oluşturmaktadır.

Bir diğer çalışma K. Kafalı yönetiminde; K. Kafalı, A. Şalcı ve Ö. Şaylan’dan oluşan araştırma gurubunun, TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu) desteği ile yapmış olduğu “Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Geliştirilmesi” isimli araştırma projesidir[2]. Bu proje sonunda 148(1,2,...,8)A,B,C kodlu gemi serileri

oluşturulmuştur. Bu gemilerin Doğu Karadeniz' de yapılmış gemilerden farklı olarak Genişlik-su çekimi oranları görece daha küçüktür.

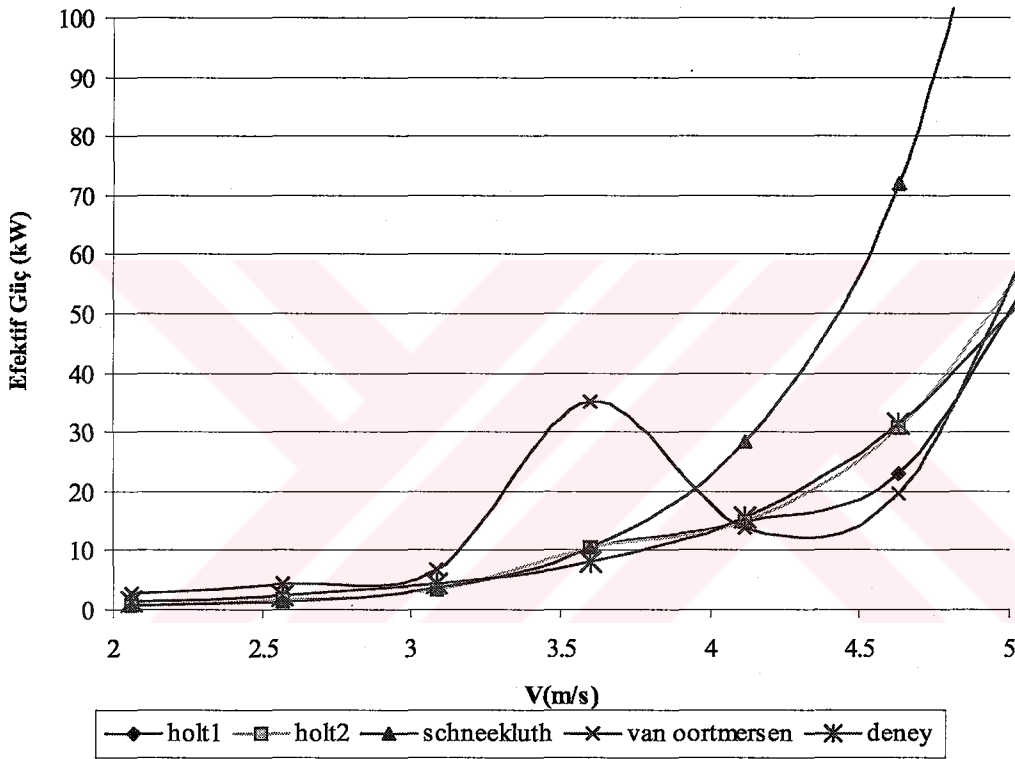
İlk olarak balıkçı teknelerinde uygulanabilecek direnç tahmin yöntemleri belirlenmiştir. Bu yöntemler D.J. Doust Yöntemi, Cedric Ridgely-Nevitt Yöntemi, Herbert Schneekluth'un Artık Direnç yöntemi, Van Oortmerssen yöntemi ve Holtrop-Mennen yöntemidir. Daha sonra bu yöntemler çalışma aralıkları ve programlanabilirlikleri açısından değerlendirilmiştir. Burada D.J. Doust Yönteminin ve Cedric Ridgely-Nevitt Yönteminin çalışma aralıklarının Türkiye'de inşa edilmiş olan balıkçı teknelerine uymadığı görülmüştür. Söz konusu karşılaştırma yapılan çalışmalar bölümündeki Tablo 7'de verilmiştir.

Diğer yöntemler model direnç deneyleri yapılmış olan balıkçı gemilerine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar deney sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Örnek gemilerin hıza bağlı güç eğrileri Şekil 200, Şekil 201, Şekil 202, Şekil 203, Şekil 204, Şekil 205, Şekil 206, Şekil 207'de verilmiş ve ilgili paragraflarda irdelemeler verilmiştir.



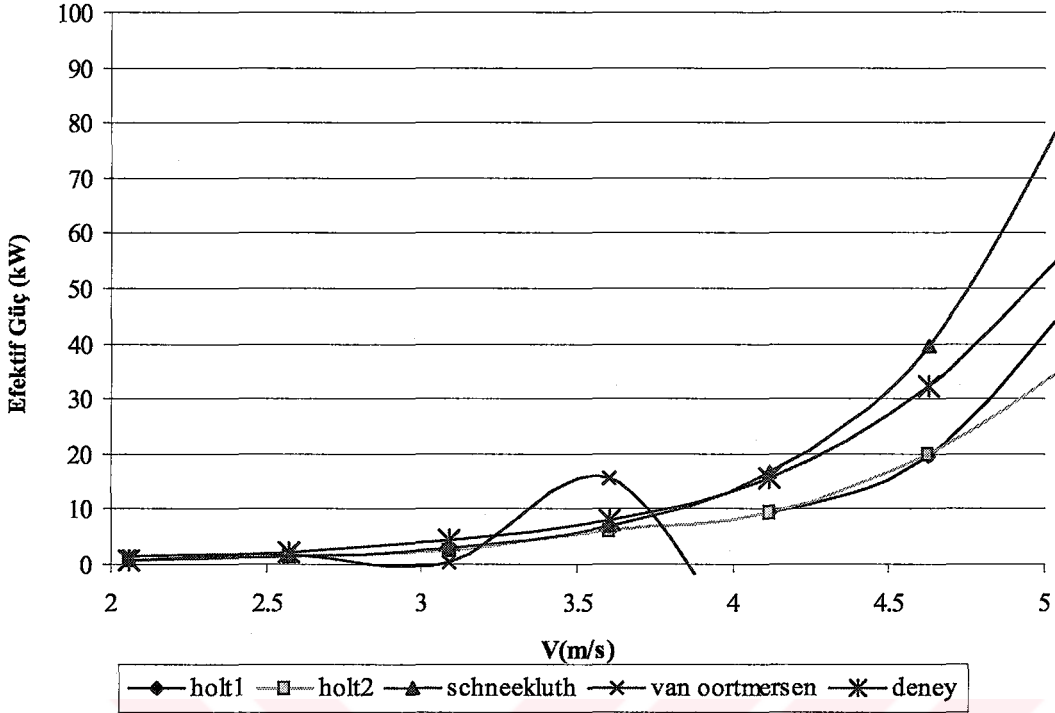
Şekil 200. MG 1 kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri

Şekil 200’de görüldüğü gibi MG 1 kodlu balıkçı teknesinde deneysel değerlere en yakın sonucu Holtrop-Mennen 2 yöntemi vermiştir. Holtrop-Mennen 1 yönteminin sonuçları yaklaşık 9 knot (4,629 m/s) hızından sonra deneysel değerlerden uzaklaşmaya başlamıştır. Schneekluth yönteminde ise yaklaşık 8 knot (4,115 m/s) hızından sonra dirençteki artış eğilimi fazla olmuştur. Van Oortmersen yöntemi ise salınım yapmaktadır. Böylece bu tekne için kullanılabilir uygun direnç tahmin yöntemlerinin; Holtrop-Mennen 2 ve Holtrop-Mennen 1 oldukları belirlenmiştir.



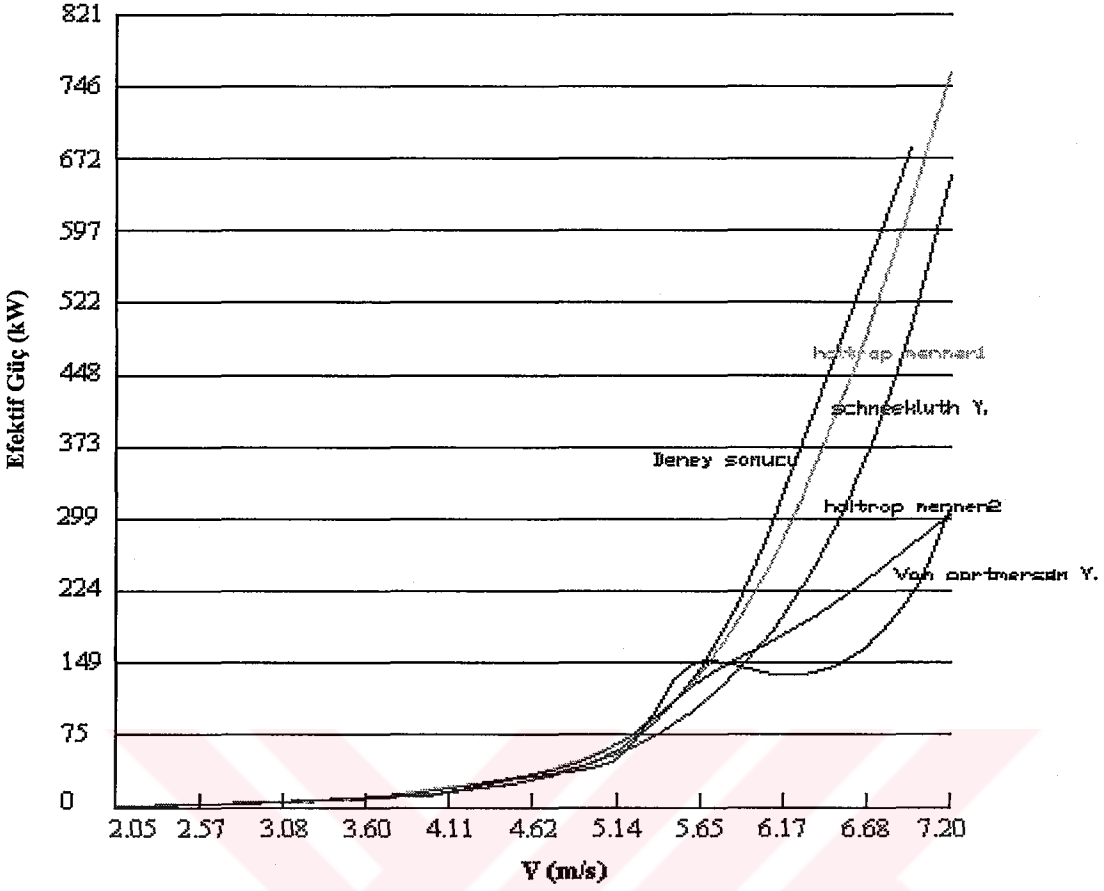
Şekil 201. MG 3 kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri

Şekil 201’de görüldüğü gibi MG 3 kodlu balıkçı teknesinde de, MG 1 kodlu balıkçı teknesinde olduğu gibi, deneysel değerlere en yakın sonucu Holtrop-Mennen 2 yöntemi vermiştir. Holtrop-Mennen 1 yönteminin sonuçları yaklaşık 9 knot (4,629 m/s) hızından sonra deneysel değerlerden uzaklaşmaya başlamıştır. Schneekluth yönteminde ise yaklaşık 8 knot (4,115 m/s) hızından sonra dirençteki artış eğilimi fazla olmuştur. Van Oortmersen yöntemi ise yine salınım yapmıştır. Böylece bu tekne için kullanılabilir uygun direnç tahmin yöntemlerinin; Holtrop-Mennen 2 ve Holtrop-Mennen 1 oldukları belirlenmiştir.



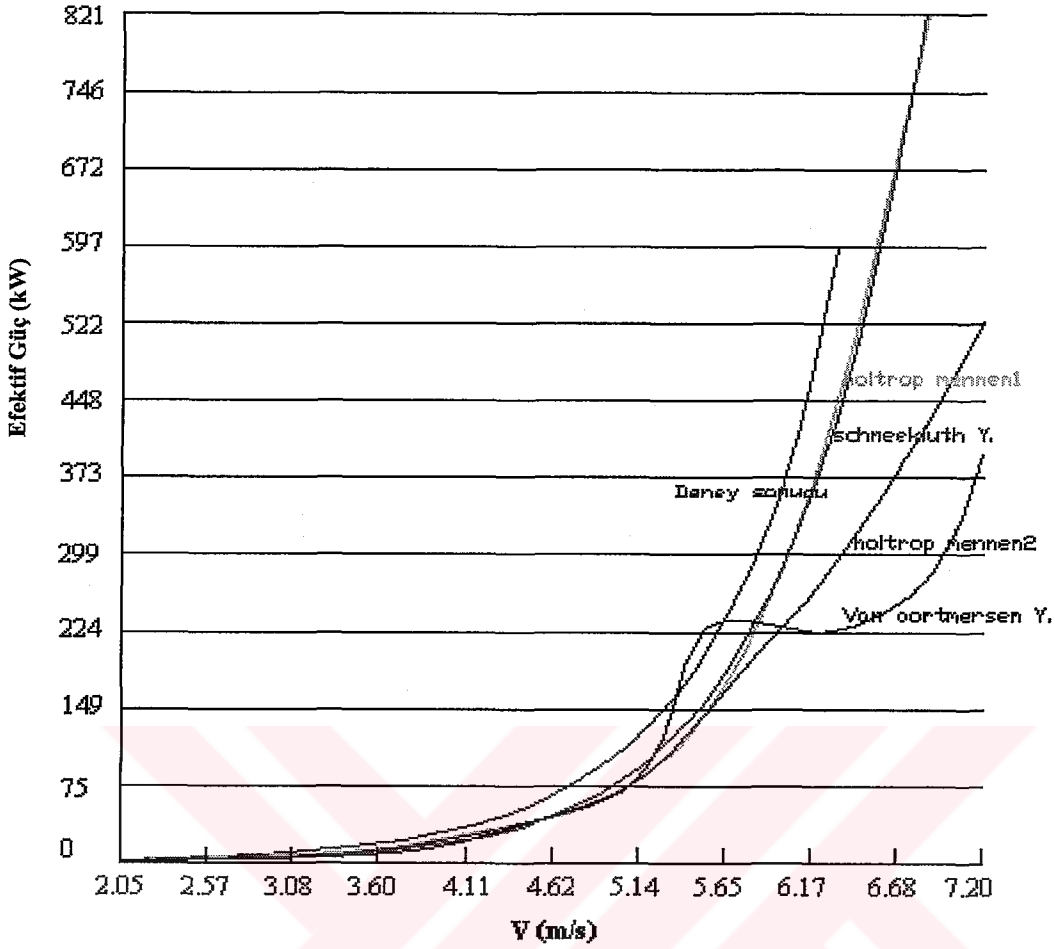
Şekil 202. DG 3 kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri

Şekil 202’de görüldüğü gibi DG 3 kodlu balıkçı teknesinde deneysel değerlere en yakın sonucu 9 knot (4,629 m/s) hızına kadar Schneekluth yöntemi 9 knot (4,629 m/s) hızından sonra Holtrop-Mennen 1 yöntemi vermiştir. Schneekluth yönteminde yaklaşık 8 knot (4,115 m/s) hızından sonra dirençteki artış eğilimi fazla olmuştur ve deneysel değerlerden uzaklaşmaya başlamıştır. Van Oortmersen yöntemi ise yine salınım yapmıştır. Böylece bu tekne için kullanılabilir uygun direnç tahmin yöntemlerinin; Schneekluth ve Holtrop-Mennen 1 yöntemleri olduğu belirlenmiştir.



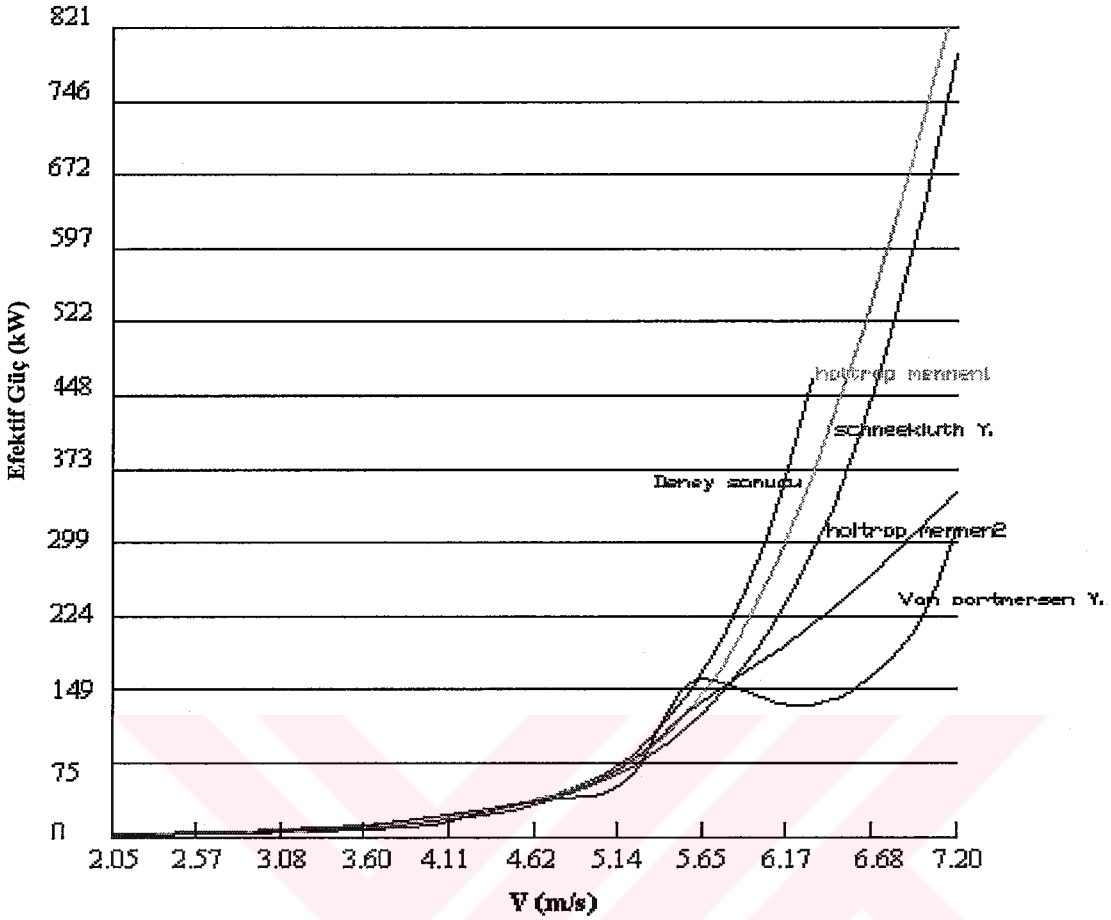
Şekil 203. 148 1B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri

Şekil 203'de görüldüğü gibi 148 1B kodlu balıkçı teknesinde deneysel değerlere en yakın sonucu Holtrop-Mennen 1 yöntemi vermiştir. Schneekluth yöntemi deney sonucuna paralel fakat daha düşük değerler vermiştir. Van Oortmersen yöntemi ise yine salınım yapmıştır. Holtrop-Mennen 2 yöntemi ise yaklaşık 11 knot (5,658 m/s) hızından sonra deney değerlerden uzaklaşmaya başlamıştır. Böylece bu tekne için kullanılacak uygun direnç tahmin yöntemlerinin; Holtrop-Mennen 1 ve Schneekluth yöntemleri olduğu belirlenmiştir.



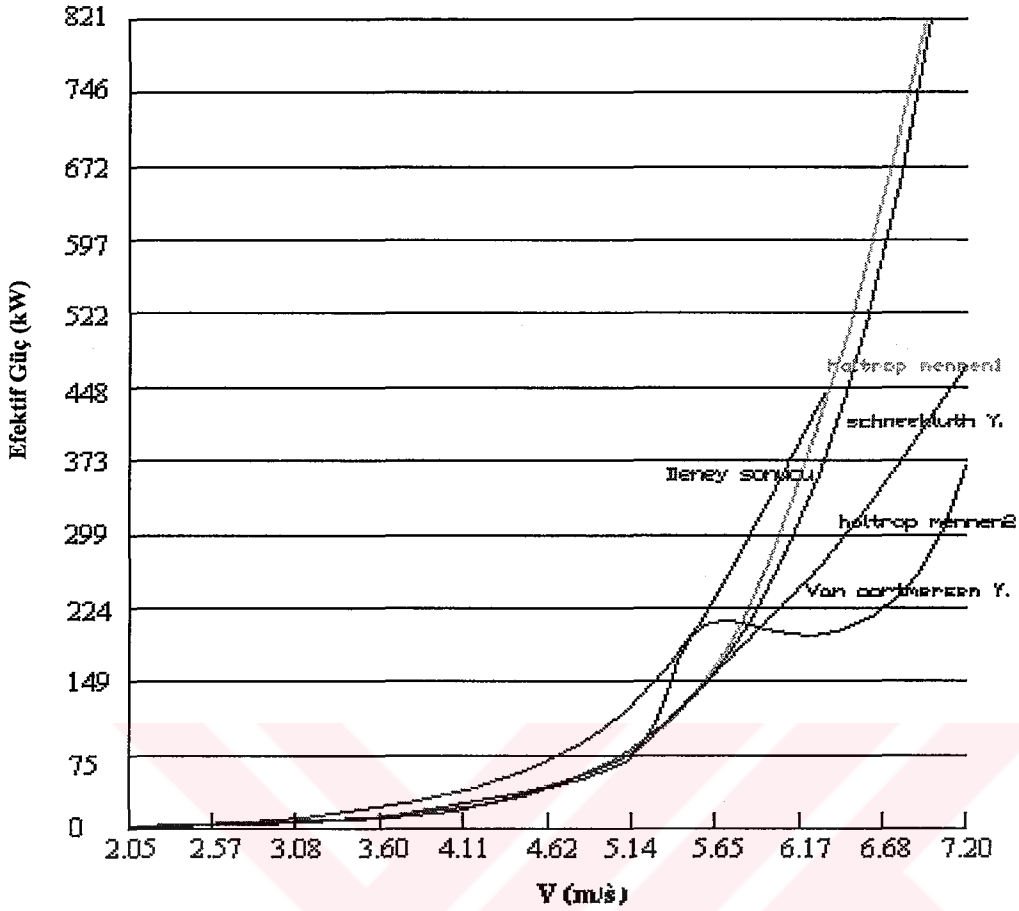
Şekil 204. 148 2B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri

Şekil 204’de görüldüğü 148 2B kodlu balıkçı teknesinde deney değerlere en yakın sonucu Holtrop-Mennen 1 yöntemi ve Schneekluth yöntemi vermiştir. Schneekluth ve Holtrop-Mennen 1 yöntemi bir birlerine çok yakın ve deney sonucuna paralel fakat daha düşük değerler vermiştir. Van Oortmersen yöntemi ise yine salınım yapmıştır. Holtrop-Mennen 2 yöntemi ise yaklaşık 11 knot (5,658 m/s) hızından sonra deney sonucundan uzaklaşmıştır. Böylece bu tekne için kullanılabilir uygun direnç tahmin yöntemlerinin; Holtrop-Mennen 1 ve Schneekluth yöntemleri olduğu belirlenmiştir.



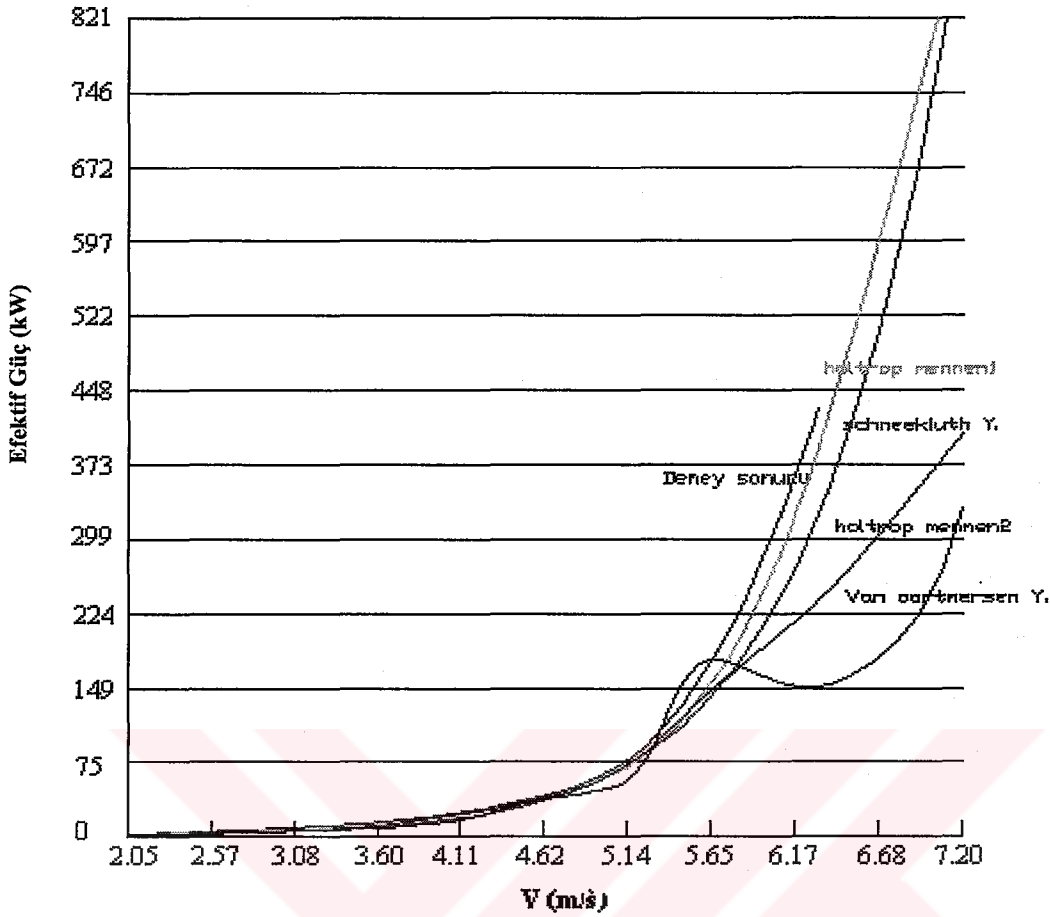
Şekil 205. 148 3B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri

Şekil 205'de görüldüğü gibi 148 3B kodlu balıkçı teknesinde deneysel değerlere en yakın sonucu Holtrop-Mennen 1 yöntemi vermiştir. Schneekluth yöntemi deney sonucuna paralel fakat daha düşük değerler vermiştir. Van Oortmersen yöntemi ise yine salınım yapmıştır. Holtrop-Mennen 2 yöntemi ise yaklaşık 11 knot (5,658 m/s) hızından sonra deney sonucundan uzaklaşmıştır. Böylece bu tekne için kullanılabilir uygun direnç tahmin yöntemlerinin; Holtrop-Mennen 1 ve Schneekluth yöntemleri olduğu belirlenmiştir.



Şekil 206. 148 4B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri

Şekil 206'de görüldüğü gibi 148 4B kodlu balıkçı teknesinde deneysel değerlere en yakın sonucu Holtrop-Mennen 1 yöntemi ve Schneekluth yöntemi vermiştir. Schneekluth ve Holtrop-Mennen 1 yöntemi bir birlerine çok yakın fakat deney sonucundan daha düşük değerler vermiştir. Van Oortmersen yöntemi ise salınım yapmıştır. Holtrop-Mennen 2 yöntemi yaklaşık 11 knot (5,658 m/s) hızından sonra; deney sonucundan uzaklaşmıştır. Böylece bu tekne için kullanılabilir uygun direnç tahmin yöntemlerinin; Holtrop-Mennen 1 ve Schneekluth yöntemleri olduğu belirlenmiştir.



Şekil 207. 148 5B kodlu balıkçı teknesinin farklı direnç tahmin yöntemlerine ve deney sonucuna göre güç-hız eğrileri

Şekil 207'de görüldüğü gibi 148 5B kodlu balıkçı teknesinde deneysel değerlere en yakın sonucu Holtrop-Mennen 1 yöntemi vermiştir. Schneekluth yöntemi deney sonucuna paralel fakat daha düşük değerler vermiştir. Van Oortmersen yöntemi ise salınım yapmıştır. Holtrop-Mennen 2 yöntemi ise yaklaşık 11 knot (5,658 m/s) hızından sonra deney sonucundan uzaklaşmıştır. Böylece bu tekne için kullanılacak uygun direnç tahmin yöntemlerinin; Holtrop-Mennen 1 ve Schneekluth yöntemleri olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak Türkiye'de inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinde Holtrop-Mennen 1 yönteminin ve Schneekluth yönteminin iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Van Oortmersen yöntemi içerdiği sinüs fonksiyonlarından dolayı salınım yapmaktadır. Bu durum bazı hız değerlerinde yöntemin yanlış sonuçlar vermesine neden olmaktadır. Holtrop-Mennen 2 yönteminde ise yaklaşık 11 knot (5,658 m/s) hız değerinde direnç artışının azaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum bu teknelerin genişlik-su çekimi oranlarının büyük olması ve bu yöntemin 11 knottan sonra bu tekneleri kayıcı tekne olarak değerlendirilmesinin bir

sonucudur. Holtrop-Mennen 2 yöntemindeki dalga direnci bağıntısı daha geniş gemi yelpazesini içermek amacıyla geliştirilmiştir.

Holtrop-Mennen 1 yöntemindeki Dalga direnci bağıntısının;

$$R_W = c_1 c_2 c_5 \nabla \rho g \exp \{m_1 Fn^d + m_2 \cos(\lambda Fn^{-2})\} \quad (74)$$

şeklinde olmasına karşın Holtrop-Mennen 2 yöntemindeki Dalga direnci bağıntısı;

$$R_{W-A} = c_1 \nabla c_2 c_5 \rho g \exp \{m_1 Fn^d + m_2 \cos(\lambda Fn^{-2})\} \quad Fn \leq 0.40 \quad (97)$$

$$R_{W-B} = c_{17} \nabla c_2 c_5 \rho g \exp \{m_3 Fn^d + m_4 \cos(\lambda Fn^{-2})\} \quad Fn \geq 0.55 \quad (98)$$

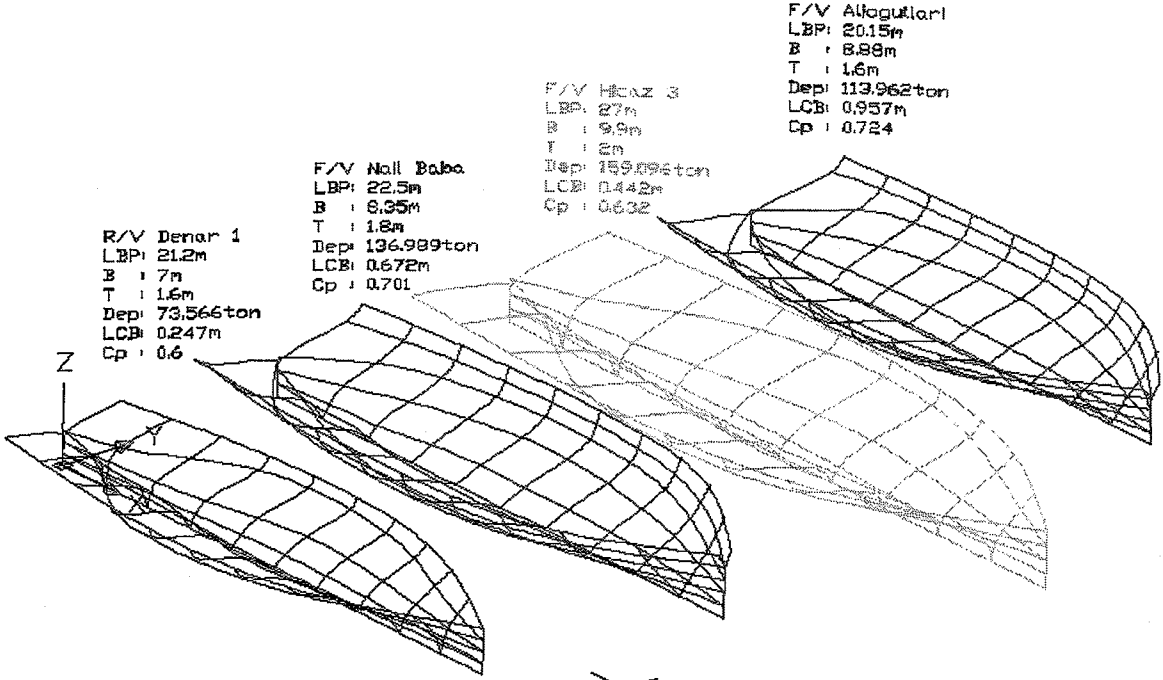
$$R_W = R_{W-A(0.4)} + (10 Fn - 4)(R_{W-B(0.55)} - R_{W-A(0.4)})/1.5 \quad 0.40 < Fn < 0.55 \quad (99)$$

şeklinde dir.

Holtrop-Mennen 1 yönteminde tüm Froude sayısı aralığı için aynı dalga direnci bağıntısı varken Holtrop-Mennen 2 yönteminde farklı Froude sayısı değerleri için farklı dalga direnci bağıntıları kullanılmaktadır ve bu bağıntılarda genişlik – su çekimi ve boy-genişlik oranı gibi parametreler de göz önüne alınmaktadır.

4.2. Doğu Karadeniz Bölgesinde İnşa Edilmiş Olan Örnek Balıkçı Teknelerinin Form Bakımından İrdelenmesi

Genel olarak Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmiş olan balıkçı teknelerinin genişlikleri fazla, su çekimleri küçüktür. Balıkçı teknelerinde geniş güverte, stabilite ve iş etkinlikleri açısından bir üstünlük ise de bu gemilerin manevra yeteneğini ve direnç özelliklerini olumsuz yönde etkilemekte, daha güçlü ana makinelerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Örnek balıkçı teknelerinin üç boyutlu form resimleri Şekil 208'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

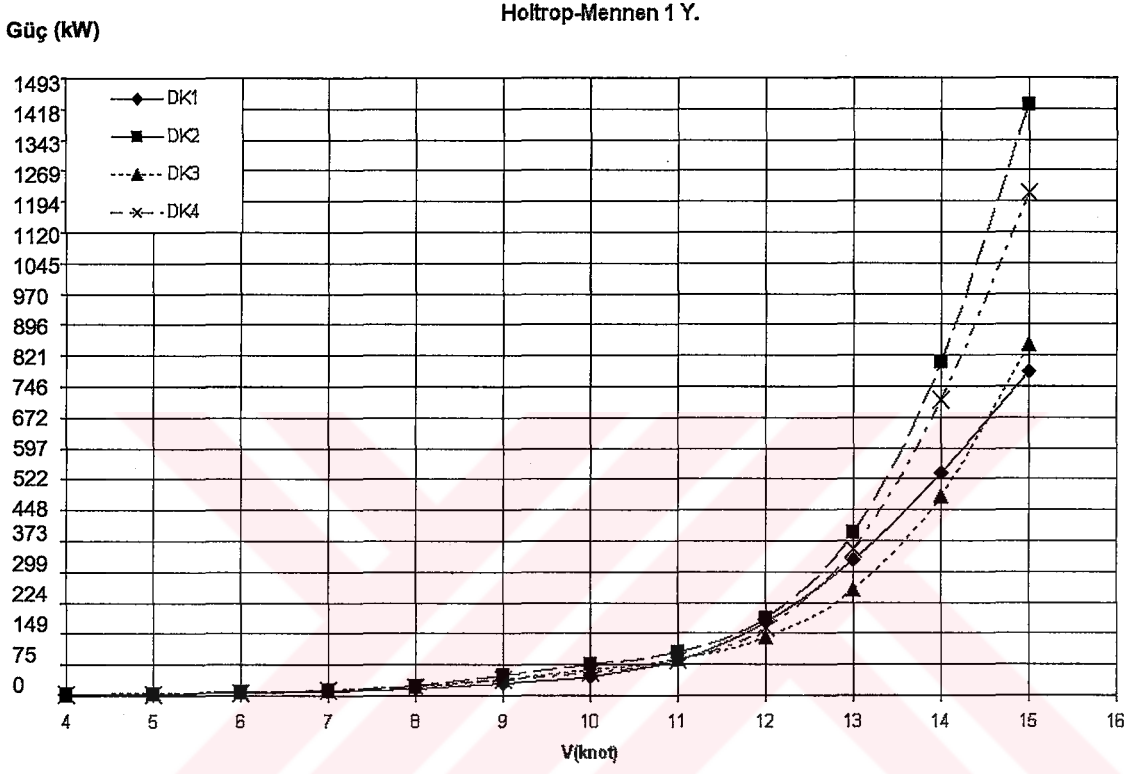


Şekil 208. Örnek balıkçı teknelerinin üç boyutlu form resimleri

Şekil 208’de gösterildiği gibi DK1(R/V Denar 1) kodlu tekne en narin teknedir. DK3 (Hicaz 3) kodlu tekne de narin fakat ana boyutları büyük olan bir teknedir. DK1 ve DK3 kodlu tekneler form açısından yaklaşık aynı özellikleri göstermektedirler. Bu açıdan bu teknelerin direnç değerlerinin DK4 ve DK2 kodlu teknelere göre daha düşük olması beklenir. Örnek gemiler arasında en dolgun gemi ise DK4 (Alioğulları) kodlu teknedir. DK2 (Nail Baba) kodlu tekne de dolgun bir teknedir. Bu tekneler yükleme kapasitesi açısından daha fazla hacmi olan fakat direnç değerleri diğer iki örnek tekneden daha büyük olan balıkçı tekneleridir. Genel olarak bu tekneler özellikle DK1 ve DK3 kodlu tekneler ana boyutları açısından değerlendirildiğinde genişliği fazla, su çekimi küçük olduğundan sanki kayıcı tekneymiş gibi algılanabilirler. Fakat kesitleri konvansiyonel tekne formundadır. Teknelerin bu formları, özellikle Holtrop-Mennen 2 yönteminde hıza bağlı güç grafiğinde belli bir hız değerinden sonra kayıcı tekne olarak değerlendirilmelerine neden olmaktadır. Bu konuda daha kesin bir sonucun elde edilebilmesi için söz konusu teknelerin model direnç deneylerinin yapılması gerekmektedir.

4.3. Örnek Balıkçı Teknelerinin Güç Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

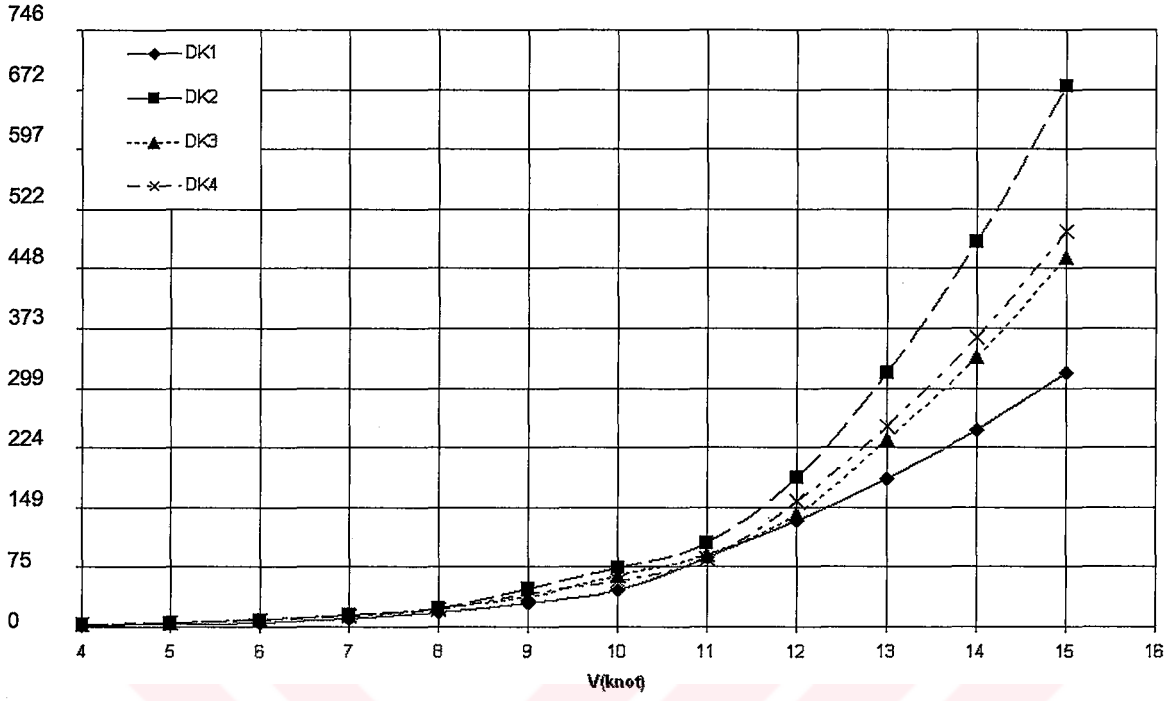
Şekil 209, Şekil 210, Şekil 211 ve Şekil 212’de örnek teknelerin farklı direnç tahmin yöntemlerinden elde edilmiş güç-hız eğrileri her tekne için bir arada olmak üzere verilmiştir.



Şekil 209. Örnek gemilerin Holtrop-Mennen 1 yöntemine göre güç-hız eğrileri

Güç (kW)

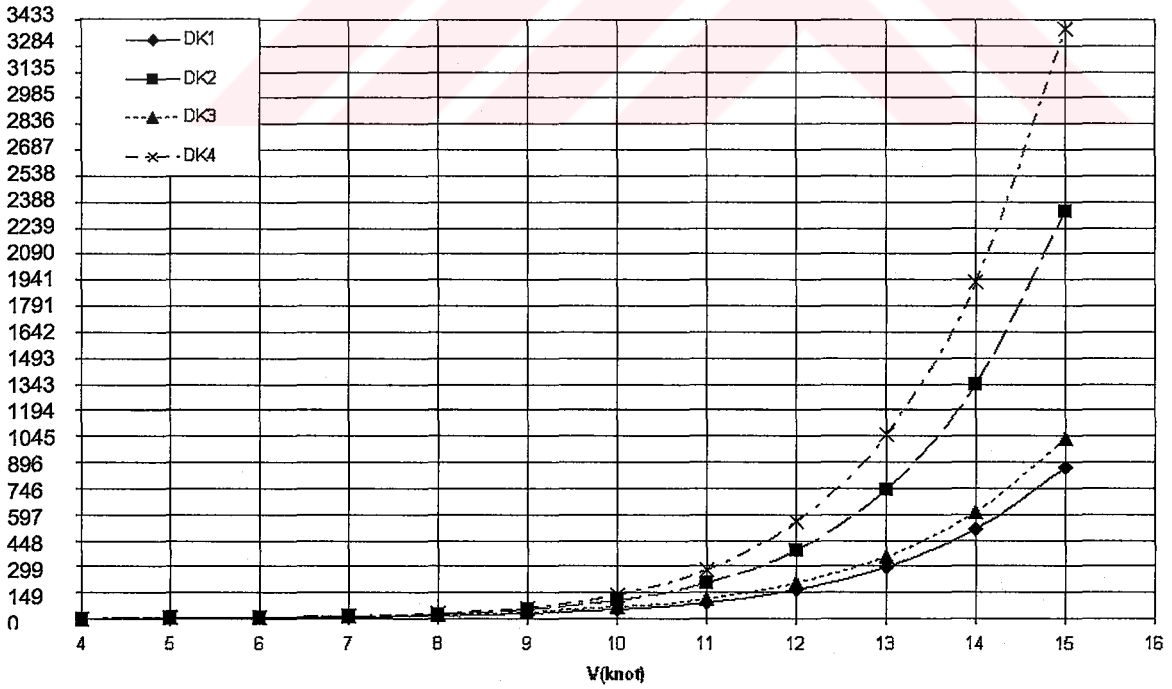
Holtrop-Mennen 2 Y.



Şekil 210. Örnek gemilerin Holtrop-Mennen 2 yöntemine göre güç-hız eğrileri

Güç (kW)

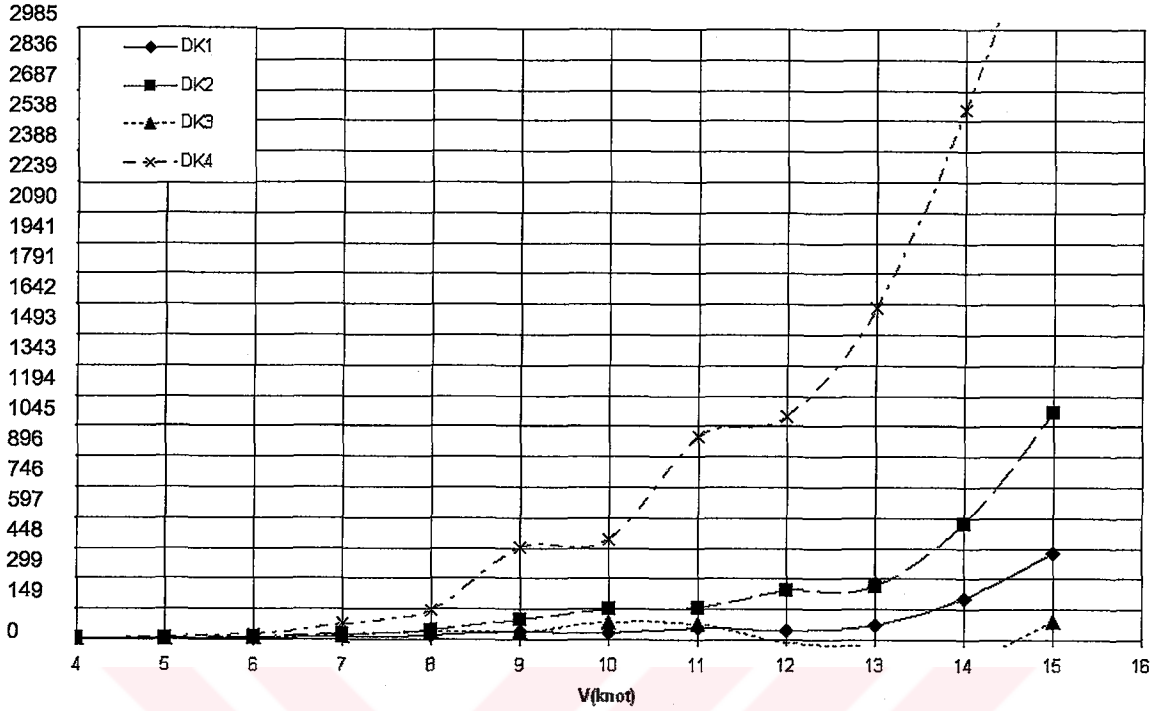
Schneekluth Y.



Şekil 211. Örnek gemilerin Schneekluth yöntemine göre güç-hız eğrileri

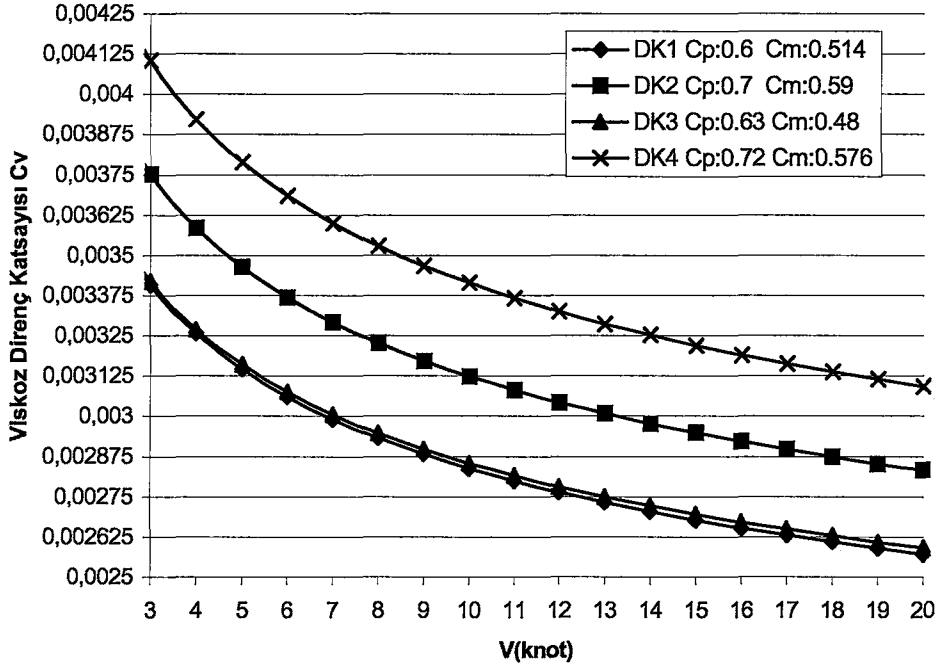
Güç (kW)

Van Oortmerssen Y.

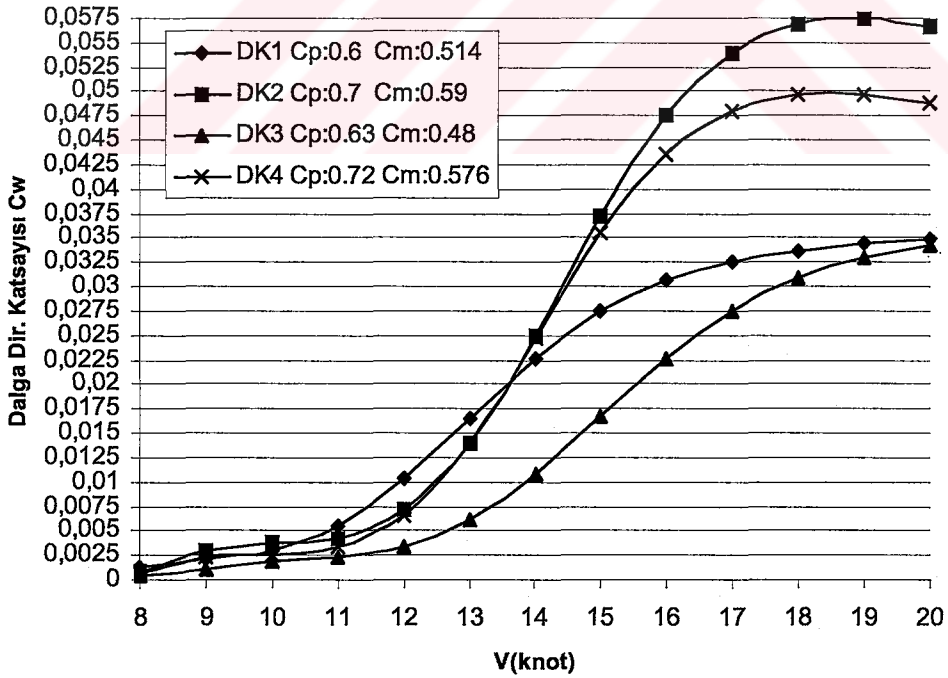


Şekil 212. Örnek gemilerin Van Oortmerssen yöntemine göre güç-hız eğrileri

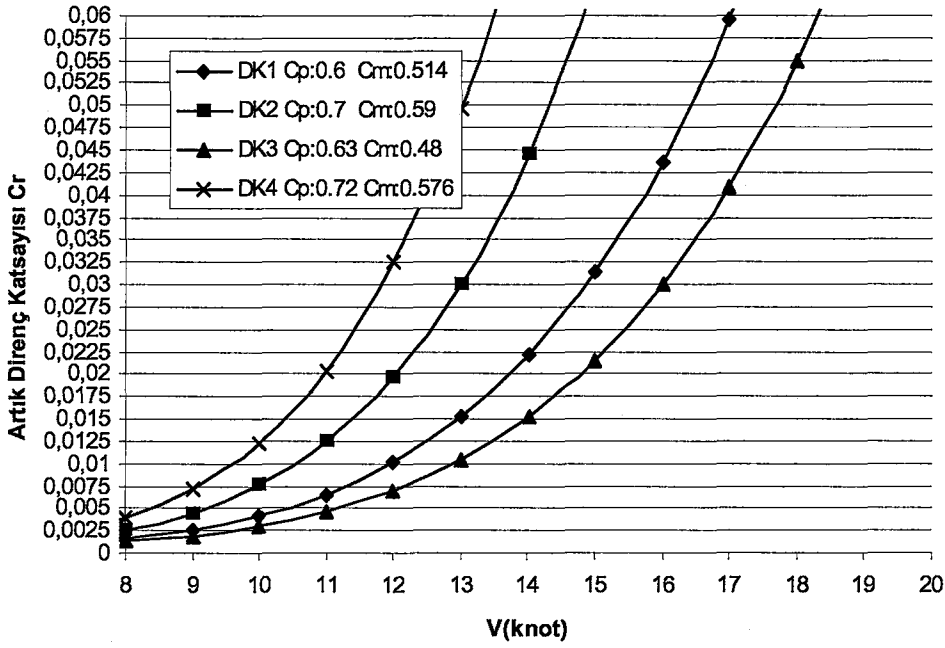
Beklenildiği gibi tüm direnç tahmin yöntemlerinde narin olan DK1 ve DK3 teknelerinin direnç değerleri, ana boyutları büyük veya eşit olmasına karşın diğer dolgun teknelerden düşük çıkmıştır. Bu durum ana boyutlar ve boyut katsayıları açısından gemi formunun optimum tasarımında bu yöntemlerin; model direnç deneyi yapma veya yaptırma olanağı bulunmayan gemi inşa işletmelerinde, kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca örnek gemilerin Şekil 213'de Holtrop-Mennen 1 yöntemine göre viskoz direnç katsayısı-hız eğrileri, Şekil 214'de Holtrop-Mennen 1 yöntemine göre dalga direnci katsayısı-hız eğrileri ve Şekil 215'te Schneekluth yöntemine göre sürtünme direnci katsayısı-hız eğrileri verilmiştir. Şekil 213'de görüldüğü gibi prizmatik katsayısı yaklaşık 0,6 olan DK1 ve DK3 teknelerinin viskoz direnç katsayıları birbirlerine yakın çıkmıştır. Prizmatik katsayısı yaklaşık 0,7 olan DK2 ve DK4 teknelerinin vizkoz direnç katsayıları daha fazla çıkmıştır. Teknelerin prizmatik katsayıları ve orta kesit katsayıları büyüdükçe viskoz direnç katsayıları da artmaktadır.



Şekil 213. Örnek gemilerde Holtrop-Mennen 1 yöntemine göre viskoz direnç katsayısı-hız eğrileri



Şekil 214. Örnek gemilerde Holtrop-Mennen 1 yöntemine göre dalga direnci katsayısı-hız eğrileri



Şekil 215. Örnek gemilerde Schneekluth yöntemine göre artık direnç katsayısı-hız eğrileri

Şekil 214'de de teknelerin dalga direnç katsayıları karşılaştırılmış ve prizmatik katsayıları yaklaşık 0,6 olan DK1 ve DK3 teknelerinin benzer değerler verdiği prizmatik katsayısı yaklaşık 0,7 olan DK2 ve DK4 teknelerini benzer değerler verdiği görülmüştür. Fakat orta kesit katsayısının da dalga direnci katsayısı üzerinde etkili olduğu orta kesit katsayısı büyüdükçe dalga direnci katsayısı değerlerinin de arttığı görülmüştür. Şekil 215'de teknelerin artık direnç katsayıları karşılaştırılmış ve prizmatik katsayı ve orta kesit katsayısı büyüdükçe artık direncin de arttığı görülmüştür.

Van Oortmersen yönteminin tüm örnek teknelerde sonuçlarının salınım yaptığı gözlemlenmiştir. Yörede inşa edilen balıkçı tekneleri için hatalı sonuçlar veren bu yöntem; bu teknelerin sistematik model direnç deneylerinin yapılması ile geliştirilebilir ve ülkemizde inşa edilen ve edilmekte olan balıkçı tekneleri için de kullanılabilir duruma getirilebilir.

4.4. Örnek Balıkçı Teknelerinde Pervane Tasarımı Sonuçlarının Analizi

Örnek balıkçı teknelerinin pervane tasarımları pervane devir sayısına göre, pervane çapına ve teknelerde kullanılan ana makine özelliklerine göre üç farklı durum için yapılmış

ve sonuçları bulgular bölümünde verilmiştir. Bu bölümde dört farklı teknede üç farklı durum için tasarımı yapılmış olan 5 farklı pervane tipi; pervane verimleri, devir sayıları, pervane çapları ve kavitasyon durumları açısından değerlendirilmiştir. 1. durumda pervane devir sayısına göre, 2. durumda pervane çapına göre ve 3. durumda ana makine özelliklerine göre tasarım yapılmıştır. Yapılan irdelemeler tablolar şeklinde sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

Tablolarda kullanılan renkler ve anlamları:

En uygun



Uygun



Uygun değil



DK1 kodlu balıkçı teknesi iki adet ana makine ve pervane ile sevk edilen bir tekne olarak tasarlanmıştır. Bu tekneye ilişkin sevk sistemi tasarım sonuçları Tablo 106, Tablo 107 ve Tablo 108 de verilmiştir.

Tablo 106. 1.durum için DK1 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	1.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kavitasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K	Burill K.K
B 3.50	600	1.129	0.597	0.571	12	az	riskli	az
B 4.40	600	1.108	0.589	0.563	12	az	riskli	%5-10
B 4.55	600	1.072	0.656	0.56	12	az	riskli	%2-3
B 4.70	600	1.021	0.752	0.525	12	az	riskli	az
B 4.85	600	1.011	0.77	0.509	12	az	az	az

Tablo 106'da görüldüğü gibi tüm pervane tiplerinde pervane devir sayısı 600 d/dk değerinde alınmış ve pervaneler maksimum hızın 12 knot olması durumuna göre tasarlanmıştır. Sevk verimi en yüksek olan sistem B 3.50 pervanesinin kullanıldığı pervane sistemidir. Pervane çapı en küçük olan pervane ise B 4.85'dir. Kavitasyon durumları incelendiğinde en uygun pervanenin B 4.85 olduğu görülmektedir. B 4.70 ve

B3.50 pervaneleri Keller kavitasyon kriterlerine göre riskli görülmektedir. Pervaneler pervane yuvasına sığmaları açısından değerlendirildiğinde tüm pervanelerin uygun olduğu belirlenmiştir. Bu tasarım durumunda pervanenin belirlenmesinde sevk verimi ve kavitasyon durumu belirleyici olmuştur. Kavitasyon durumu açısından en uygun olan B 4.85 pervanesi sevk verimi en düşük olandır. Bu durumda sevk verimi en yüksek olan B 3.50 pervanesi kabul edilebilir kavitasyon durumuna göre en uygun pervanedir.

Tablo 107. 2.durum için DK1 kodlu balıkçı teknisinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	2.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kavitasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K	Burill K.K
B 3.50	550	1.117	0.692	0.541	12	az	riskli	%2 5-5
B 4.40	500	1.117	0.773	0.539	12	az	riskli	%5-10
B 4.55	500	1.117	0.772	0.534	12	az	riskli	%2 5-5
B 4.70	500	1.117	0.774	0.525	12	az	az	az
B 4.85	450	1.117	0.9	0.512	12	az	az	az

Tablo 107’de görüldüğü gibi tüm pervane tiplerinde pervane çapı 1.117m değerinde alınmış ve pervaneler maksimum hızın 12 knot olması durumuna göre tasarlanmışlardır. Sevk verimi en yüksek olan sistem B 3.50 pervanesinin kullanıldığı pervane sistemidir. Pervane devir sayısı en küçük olan pervane ise B 4.85’dir. Kavitasyon durumları incelendiğinde en uygun pervanelerin B 4.85 ve B 4.70 olduğu görülmektedir. Diğer pervaneler Keller ve Burill kavitasyon kriterlerine göre riskli görülmektedir. Pervaneler pervane yuvasına sığmaları açısından değerlendirildiğinde tüm pervanelerin uygun olduğu belirlenmiştir. Bu tasarım durumunda pervanenin belirlenmesinde sevk verimi ve kavitasyon durumu belirleyici olmuştur. Kavitasyon durumu açısından uygun olan B 4.85 ve B 4.70 pervanelerinin sevk verimleri küçüktür. Fakat sevk verimi en yüksek olan B 3.50 pervanesinin kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeyde değildir. Bu açıdan bu tasarım durumu için en uygun pervanenin B 4.70 pervanesi olduğu söylenebilir.

Tablo 108. 3.durum için DK1 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	3.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kavitasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K	Burill K.K
B 3.50	600	1.211	0.685	0.497	12.3	az	riskli	az
B 4.40	600	1.180	0.536	0.557	12.3	az	riskli	%5-10
B 4.55	600	1.140	0.651	0.551	12.3	az	riskli	az
B 4.70	600	1.076	0.742	0.517	12.3	az	riskli	az
B 4.85	600	1.058	0.764	0.504	12.3	az	az	az

Sonuçları Tablo 108’de verilen tasarım durumu; ana makine özelliklerinin bilinmesi durumudur. Tasarım, 211kW gücünde 1800 d/dk devir sayısında iki ana makinesi ve redüksiyon dişli oranı 3:1 olan sevk sistemi durumu için yapılmıştır. Sevk verimi en yüksek olan pervane B 4.40 pervanesidir. Bu pervanenin bulunduğu sevk sistemi teknenin maksimum hızını 12,3 knot değerine ulaştırabilmektedir. Fakat kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeyde değildir. Kavitasyon açısından yapılan değerlendirme sonucunda en uygun pervanenin B 4.85 olduğu belirlenmiştir. B 3.50 pervanesinin kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeydedir fakat sevk verimi en düşük olan sistemdir. Bu durumda sevk verimi ikinci sırada olan ve kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeyde olan B 4.55 pervanesi en uygun pervanedir.

DK2 kodlu balıkçı teknesi iki adet ana makine ve pervane ile sevk edilen bir tekne olarak tasarlanmıştır. Bu tekneye ait sevk sistemi tasarım sonuçları Tablo 109, Tablo 110 ve Tablo 111’de verilmiştir.

Tablo 109. 1.durum için DK2 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	1.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kavitasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K	Burill K.K
B 3.50	550	1.2	0.591	0.579	12	az	riskli	az
B 4.40	550	1.182	0.579	0.573	12	az	riskli	%5-10
B 4.55	550	1.138	0.651	0.57	12	az	riskli	%2.5-5
B 4.70	550	1.086	0.744	0.534	12	az	az	az
B 4.85	550	1.075	0.762	0.518	12	az	az	az

Tablo 109’da görüldüğü gibi tüm pervane tiplerinde pervane devir sayısı 550 d/dk değerinde alınmış ve pervaneler maksimum hızın 12 knot olması durumuna göre tasarlanmıştır. Sevk verimi en yüksek olan sistem B 3.50 pervanesinin kullanıldığı sevk

sistemidir. Pervane çapı en küçük olan pervane ise B 4.85'dir. Kaviteasyon durumları incelendiğinde en uygun pervanelerin B4.70 ve B 4.85 olduğu görülmektedir. B3.50 pervanesi Keller kaviteasyon kriterlerine göre riskli görülmektedir. Pervaneler pervane yuvasına sığmaları açısından değerlendirildiğinde tüm pervanelerin uygun olduğu belirlenmiştir. Kaviteasyon durumu açısından en uygun olan B 4.70 ve B 4.85 pervanesinin sevk verimi küçüktür. Bu durumda sevk verimi en yüksek olan B 3.50 pervanesi kabul edilebilir kaviteasyon durumuna göre en uygun pervanedir. Fakat sorunsuz çalışması beklenen B 4.70 pervanesi de iyi bir seçim olarak değerlendirilebilir.

Tablo 110. 2.durum için DK2 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	2.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kaviteasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K.	Burill K.K.
B 3.50	500	1.168	0.735	0.546	12	az	risli	%2.5-5
B 4.40	450	1.168	0.839	0.541	12	az	risli	%5-10
B 4.55	450	1.168	0.835	0.536	12	az	risli	%2.5-5
B 4.70	450	1.168	0.834	0.528	12	az	az	az
B 4.85	450	1.168	0.836	0.517	12	az	az	az

Tablo 110'da görüldüğü gibi tüm pervane tiplerinde pervane çapı 1,168m değerinde alınmış ve pervaneler maksimum hızın 12 knot olması durumuna göre tasarlanmışlardır. Sevk verimi en yüksek olan sistem B 3.50 pervanesinin kullanıldığı sevk sistemidir. Pervane devir sayısı en küçük olan pervane ise B 4.85'dir. Kaviteasyon durumları incelendiğinde en uygun pervanelerin B 4.85 ve B 4.70 olduğu görülmektedir. Diğer pervaneler Keller ve Burill kaviteasyon kriterlerine göre riskli görülmektedir. Pervaneler pervane yuvasına sığmaları açısından değerlendirildiğinde tüm pervanelerin uygun olduğu belirlenmiştir. Kaviteasyon durumu açısından en uygun olan B 4.85 ve B 4.70 pervanelerinin sevk verimleri küçüktür. Fakat sevk verimi en yüksek olan B 3.50 pervanesinin kaviteasyon durumu kabul edilebilir düzeyde değildir. Böylece bu tasarım durumu için en uygun pervanenin B 4.70 pervanesi olduğu söylenebilir.

Tablo 111. 3.durum için DK2 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	3.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kavitasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K.	Burill K.K.
B 3.50	550	1.23	0.681	0.506	12.07	az	az	az
B 4.40	550	1.21	0.575	0.569	12.09	az	az	%2,5-3
B 4.55	550	1.161	0.639	0.559	12.09	az	az	az
B 4.70	550	1.096	0.72	0.527	12	az	az	az
B 4.85	550	1.077	0.745	0.511	12	az	az	az

Sonuçları Tablo 111’de verilen tasarım durumu; ana makine özelliklerinin bilinmesi durumudur. Tasarım, 180kW gücünde, 2200 d/dk devir sayısında iki adet ana makinesi ve redüksiyon dişli oranı 4:1 olan sevk sistemi için yapılmıştır. Sevk verimi en yüksek olan pervane B 4.40 pervanesidir. Bu pervanenin bulunduğu sevk sistemi teknenin maksimum hızını 12,09 knot değerine ulaştırabilmektedir. Fakat bu hızda kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeyde değildir. Kavitasyon açısından yapılan değerlendirme sonucunda en uygun pervanelerin B 4.70 ve B 4.85 olduğu belirlenmiştir. Fakat bu pervanelerin bulunduğu sevk sisteminin sevk verimleri görece küçüktür. B 3.50 pervanesinin kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeydedir fakat sevk verimi en düşük sistem olması elenmesine neden olmuştur. Bu durumda sevk verimi ikinci derecede yüksek olan ve kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeyde bulunan B 4.55 pervanesi en uygun pervanedir.

DK3 kodlu balıkçı teknesi iki adet ana makine ve pervane ile sevk edilen bir tekne olarak tasarlanmıştır. Bu tekneye ilişkin sevk sistemi tasarım sonuçları Tablo 112, Tablo 113 ve Tablo 114’de verilmiştir.

Tablo 112. 1.durum için DK3 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	1.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kavitasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K.	Burill K.K.
B 3.50	550	1.223	0.546	0.574	12	az	az	az
B 4.40	550	1.217	0.514	0.563	12	az	az	%5-10
B 4.55	550	1.162	0.642	0.561	12	az	az	%2,5-3
B 4.70	550	1.111	0.727	0.525	12	az	az	az
B 4.85	550	1.111	0.727	0.525	12	az	az	az

Tablo 112’de görüldüğü gibi tüm pervane tiplerinde pervane devir sayısı 550 d/dk değerinde alınmış ve pervaneler maksimum hızın 12 knot olması durumuna göre tasarlanmışlardır. Sevk verimi en yüksek olan sistem B 3.50 pervanesinin kullanıldığı pervane sistemidir. Pervane çapı en küçük olan pervane ise B 4.85 ve B 4.70’dir. Kaviteasyon durumları incelendiğinde en uygun pervanelerin B4.70 ve B 4.85 pervaneleri olduğu görülmektedir. B3.50 pervanesi Keller kaviteasyon kriterlerine göre riskli görülmektedir. Pervaneler pervane yuvasına sığmaları açısından değerlendirildiğinde tüm pervanelerin uygun olduğu belirlenmiştir. Kaviteasyon durumu açısından en uygun olan B 4.70 ve B 4.85 pervanesinin sevk verimi düşüktür. Bu durumda sevk verimi en yüksek olan B 3.50 pervanesi kabul edilebilir kaviteasyon durumuna göre en uygun pervanedir. Fakat sorunsuz çalışması beklenen B 4.70 pervanesi de iyi bir seçim olarak değerlendirilebilir.

Tablo 113. 2.durum için DK3 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	2.durum					Kaviteasyon		
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Pratik K.K.	Keller K.K	Burill K.K
B 3.50	500	1.168	0.767	0.534	12	az	riskli	%5-10
B 4.40	500	1.168	0.742	0.532	12	az	riskli	%10-20
B 4.55	500	1.168	0.743	0.527	12	az	riskli	%2.5-5
B 4.70	450	1.168	0.868	0.518	12	az	az	az
B 4.85	450	1.168	0.867	0.509	12	az	az	az

Tablo 113’de görüldüğü gibi tüm pervane tiplerinde pervane çapı 1.168m değerinde alınmış ve pervaneler maksimum hızın 12 knot olması durumuna göre tasarlanmışlardır. Sevk verimi en yüksek olan sistem B 3.50 pervanesinin kullanıldığı sevk sistemidir. Pervane devir sayısı en düşük olan pervane ise B 4.85’dir. Kaviteasyon durumları incelendiğinde en uygun pervanelerin B 4.85 ve B 4.70 pervaneleri olduğu görülmektedir. Diğer pervaneler Keller ve Burill kaviteasyon kriterlerine göre riskli görülmektedir. Pervaneler pervane yuvasına sığmaları açısından değerlendirildiğinde tüm pervanelerin uygun olduğu belirlenmiştir. Kaviteasyon durumu açısından en uygun olan B 4.85 ve B 4.70 pervanelerinin sevk verimleri düşüktür. Fakat sevk verimi en yüksek olan B 3.50 pervanesinin kaviteasyon durumu kabul edilebilir düzeyde değildir. Böylece bu tasarım durumu için en uygun pervanenin B 4.70 pervanesi olduğu söylenebilir.

Tablo 114. 3.durum için DK3 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	3.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kavitasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K	Burill K.K
B 3.50	550	1.23	0.681	0.509	11.8	az	riskli	az
B 4.40	550	1.202	0.586	0.569	12	az	riskli	%2-3-5
B 4.55	550	1.16	0.642	0.561	12	az	riskli	az
B 4.70	550	1.095	0.731	0.528	11.95	az	az	az
B 4.85	550	1.079	0.75	0.511	11.85	az	az	az

Tablo 114'de verilmiş olan tasarım durumu; ana makine özelliklerinin bilinmesi durumudur. Tasarım, 180kW gücünde, 2200 d/dk devir sayısında iki adet ana makinesi ve redüksiyon dişli oranı 4:1 olan sevk sistemi için yapılmıştır. Sevk verimi en yüksek olan pervane B 4.40 pervanesidir. Bu pervanenin bulunduğu sevk sistemi teknenin maksimum hızını 12 knot değerine ulaştırabilmektedir. Fakat kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeyde değildir. Kavitasyon açısından yapılan değerlendirme sonucunda en uygun pervanenin B 4.70 ve B 4.85 olduğu belirlenmiştir. Fakat bu pervanelerin bulunduğu sevk sisteminin sevk verimi görece küçüktür. B 3.50 pervanesinin kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeydedir fakat sevk verimi en düşük sistem olması elenmesine neden olmuştur. Bu durumda sevk verimi ikinci derecede yüksek olan ve kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeyde olan B 4.55 pervanesinin en uygun pervane olduğu söylenebilir.

DK4 kodlu balıkçı teknesi bir adet ana makine ve pervane ile sevk edilen bir tekne olarak tasarlanmıştır. Bu tekneye ilişkin sevk sistemi tasarım sonuçları Tablo 115, Tablo 116 ve Tablo 117'de verilmiştir.

Tablo 115. 1.durum için DK4 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	1.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kavitasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K	Burill K.K
B 3.50	700	1.17	0.545	0.548	12	az	riskli	%10-20
B 4.40	700	1.159	0.515	0.575	12	riskli	riskli	%20-30
B 4.55	700	1.105	0.611	0.539	12	az	riskli	%10-20
B 4.70	700	1.08	0.656	0.502	12	az	riskli	%5-10
B 4.85	700	1.07	0.683	0.487	12	az	riskli	%5-10

Tablo 115’de görüldüğü gibi tüm pervane tiplerinde pervane devir sayısı 700 d/dk değerinde alınmış ve pervaneler maksimum hızın 12 knot olması durumuna göre tasarlanmışlardır. Sevk verimi en yüksek olan sistem B 4.40 pervanesinin kullanıldığı pervane sistemidir. Pervane çapı en küçük olan pervane ise B 4.85 pervanesidir. Kaviteasyon durumları incelendiğinde en uygun pervanelerin B4.70 ve B 4.85 pervaneleri olduğu görülmektedir. Tüm pervaneler Keller ve Burill kaviteasyon kriterlerine göre kaviteasyon riski taşımaktadırlar. B 4.40 pervanesi tüm kaviteasyon kriterlerinde risk oluşturmaktadır. Pervaneler pervane yuvasına sızmaları açısından değerlendirildiğinde tüm pervanelerin uygun olduğu belirlenmiştir. Kaviteasyon durumu açısından uygun olan B 4.70 ve B 4.85 pervanesinin sevk verimleri düşüktür. Kuşkusuz %20 ve %30 kaviteasyon dağılımı içeren diğer pervanelerin sevk verimleri ne kadar iyi olsa bile uygun bir tasarım değildir. Bu nedenlerle B 4.70 pervanesi en iyi çözümdür.

Tablo 116. 2.durum için DK4 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	2.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kaviteasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K	Burill K.K
B 3.50	650	1.168	0.664	0.468	12	az	riskli	%10-20
B 4.40	600	1.168	0.725	0.475	12	riskli	riskli	%20-30
B 4.55	600	1.168	0.723	0.469	12	az	riskli	%10-20
B 4.70	600	1.168	0.723	0.459	12	az	riskli	%5-10
B 4.85	550	1.168	0.819	0.459	12	az	riskli	%0-2.5

Tablo 116’da görüldüğü gibi tüm pervane tiplerinde pervane çapı 1.168m değerinde alınmış ve pervaneler maksimum hızın 12 knot olması durumuna göre tasarlanmışlardır. Sevk verimi en yüksek olan sistem B 4.40 pervanesinin kullanıldığı pervane sistemidir. Pervane devir sayısı en küçük olan pervane ise B 4.85 pervanesidir. Kaviteasyon durumları incelendiğinde uygun pervanelerin B 4.85 ve B 4.70 pervaneleri olduğu görülmektedir. Tüm pervaneler Keller ve Burill kaviteasyon kriterlerine göre riskli görülmektedir. B 4.40 pervanesi tüm kaviteasyon kriterlerinde riskli görülmektedir. Pervaneler pervane yuvasına sızmaları açısından değerlendirildiğinde tüm pervanelerin uygun olduğu belirlenmiştir. Kaviteasyon durumu açısından uygun olan B 4.85 ve B 4.70 pervanelerinin sevk verimleri düşüktür. Fakat sevk verimi en yüksek olan B 4.40 pervanesinin kaviteasyon durumu kabul edilebilir düzeyde değildir. Böylece bu tasarım durumu için en uygun pervanenin B 4.70 pervanesi olduğu söylenebilir.

Tablo 117. 3.durum için DK4 kodlu balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarım sonuçları

Perv. tipi	3.durum							
	Nperv(d/dk)	D(m)	P/D	n	Vgemi(knot)	Kavitasyon		
						Pratik K.K.	Keller K.K	Burill K.K
B 3.50	700	1.274	0.516	0.524	12.3	az	riskli	%10-20
B 4.40	*	*	*	*	*	*	*	*
B 4.55	700	1.173	0.598	0.521	12.28	az	riskli	%10-20
B 4.70	700	1.136	0.646	0.485	12.2	az	riskli	%5-10
B 4.85	700	1.119	0.671	0.471	12.15	az	riskli	%5-10

Tablo 117’de sonuçları verilmiş olan tasarım durumu; ana makine özelliklerinin bilinmesi durumudur. Tasarım, 403kW gücünde, 2100d/dk devir sayısında bir adet ana makinesi ve redüksiyon dişlisi oranı 3:1 olan sevk sistemi için yapılmıştır. Sevk verimi en yüksek olan pervane B 3.50 pervanesidir. Bu pervanenin bulunduğu sevk sistemi teknenin maksimum hızını 12.3 knot değerine ulaştırabilmektedir. Fakat kavitasyon durumu kabul edilebilir düzeyde değildir. Kavitasyon açısından yapılan değerlendirme sonucunda en uygun pervanelerin B 4.70 ve B 4.85 olduğu belirlenmiştir. B 4.40 pervanesi ana makine ve devir sayısı özelliklerine uygun olarak tasarlanamamıştır. Böylece en uygun sevk sisteminin B 4.70 pervanesini içeren sevk sistemi olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Genel olarak Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilen balıkçı teknelerinin su çekimleri küçüktür. Bu durum pervane çaplarının boyutlarını kısıtlamaktadır. Pervane çaplarının küçük olması pervane devir sayılarının yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu durum kavitasyon riskini arttıran bir etkidir. Kavitasyon açısından çift pervaneli sistemler tek pervanelilere üstünlük sağlamaktadırlar. Bunun nedeni şu şekilde açıklanabilir: Bir teknenin 12 knot hızında seyir edebilmesi için 40000N’luk itme kuvvetine gereksinimi olsun ve pervane çapları en büyük değerinde sabit olsun. Tek pervaneli sistemde pervanenin 40000’luk itme kuvvetini karşılaması gerekmektedir. Çift pervaneli sistemde ise pervanelerden her birinin 20000N’luk itme kuvvetini karşılaması gerekmektedir. Tek pervaneli sistemde pervaneye hem fazla yük binmekte hem de devir sayısının bu kuvveti oluşturabilecek şekilde yüksek olması gerekmektedir. Pervane kanatları üzerindeki akışkan hızının artması bu bölgelerde basınç düşüşüne neden olmaktadır. Kanatlar üzerindeki basıncın buharlaşma basıncının altına düştüğü durumlarda da kavitasyon olayı görülmektedir. Genel olarak sevk verimi en yüksek olan pervane tipi B 3.50’dir. Fakat bu pervane kavitasyon açısından bazı durumlarda risk içermektedir. Kavitasyon açısından risk

içermeyen aynı zamanda sevk verimi kanul edilebilir düzeyde olan pervane tipi B 4.70 pervanesidir.

Yapılan irdelemeler sonucunda DK1, DK2, DK3 ve DK4 kodlu gemiler için en uygun sevk sistemleri üç farklı durum için belirlenmiş sonuçlar ve teknelerdeki mevcut sevk sistemleri Tablo 118, Tablo 119, Tablo 120 ve Tablo 121’de verilmiştir.

Tablo 118. DK 1 kodlu balıkçı teknesi için 1,2 ve 3. durumlarda seçilen sevk sistemleri ve mevcut sevk sistemleri

DK1	Pervane Tipi	Pervane Çapı D (m)	Pervane Devir Sayısı Nperv(d/dk)	Pervane Hatvesi H/D	Sevk Verimi η	Ana Makine Gücü (kW)	Ana Makine Devir sayısı Nmak(d/dk)	Maksimum Tekne Hızı V(knot)	Maksimum Hızda İtme Kuvveti (kN)	Ağ Çekme Hızında(3knot) İtme Kuvveti (kN)	Ağ Çekme Hızında Pervane Devir Sayısı Nag(d/dk)	Pratik Kaviteasyon Kont.	Keller Kaviteasyon Kont.	Burill Kaviteasyon Kont.
1.durum	B3.50	1.129 m	600 d/dk	0.597	0.571	2x 153 kW	1800 d/dk	12 knot	2x 18.3 kN	2x 21.5 kN	480 d/dk	+	risk	+
2.durum	B4.70	1.117 m	500 d/dk	0.774	0.525	2x 167 kW	2000 d/dk	12 knot	2x 20.2 kN	2x 22.7 kN	410 d/dk	+	+	+
3.durum	B4.55	1.140 m	600 d/dk	0.651	0.551	2x 212 kW	1800 d/dk	12.3 knot	2x 23.7 kN	2x 28.3 kN	495 d/dk	+	risk	+
Mevcut durum	-	-	600 d/dk	-	-	2x 212 kW	1800 d/dk	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 119. DK 2 kodlu balıkçı teknesi için 1,2 ve 3. durumlarda seçilen sevk sistemleri ve mevcut sevk sistemleri

DK2	Pervane Tipi	Pervane Çapı D (m)	Pervane Devir Sayısı Nperv(d/dk)	Pervane Hatvesi H/D	Sevk Verimi η	Ana Makine Gücü (kW)	Ana Makine Devir sayısı Nmak(d/dk)	Maksimum Tekne Hızı V(knot)	Maksimum Hızda İtme Kuvveti (kN)	Ağ Çekme Hızında(3knot) İtme Kuvveti (kN)	Ağ Çekme Hızında Pervane Devir Sayısı Nağ(d/dk)	Pratik Kavitasyon Kont.	Keller Kavitasyon Kont.	Burill Kavitasyon Kont.
1.durum	B3.50	1.200 m	550 d/dk	0.591	0.579	2x 174 kW	2200 d/dk	12 knot	2x 19.7 kN	2x 22. kN	440 d/dk	+	risk	+
2.durum	B4.70	1.168 m	500 d/dk	0.834	0.528	2x 176 kW	1800 d/dk	12 knot	2x 21.5 kN	2x 24. kN	370 d/dk	+	+	+
3.durum	B4.55	1.161 m	550 d/dk	0.639	0.559	2x 179 kW	2200 d/dk	12.1 knot	2x 22.8 kN	2x 26. kN	460 d/dk	+	risk	+
Mevcut durum	-	-	550 d/dk	-	-	2x 179 kW	2200 d/dk	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 120. DK 3 kodlu balıkçı teknesi için 1,2 ve 3. durumlarda seçilen sevk sistemleri ve mevcut sevk sistemleri

DK3	Pervane Tipi	Pervane Çapı D (m)	Pervane Devir Sayısı Nperv(d/dk)	Pervane Hatvesi H/D	Sevk Verimi η	Ana Makine Gücü (kW)	Ana Makine Devir sayısı Nmak(d/dk)	Maksimum Tekne Hızı V(knot)	Maksimum Hızda İtme Kuvveti (kN)	Ağ Çekme Hızında(3knot) İtme Kuvveti (kN)	Ağ Çekme Hızında Pervane Devir Sayısı Nağ(d/dk)	Pratik Kavitasyon Kont.	Keller Kavitasyon Kont.	Burill Kavitasyon Kont.
1.durum	B4.70	1.111 m	550 d/dk	0.727	0.525	2x 193 kW	2200 d/dk	12 knot	2x 21.8 kN	2x 24.7 kN	450 d/dk	+	+	+
2.durum	B4.70	1.168 m	450 d/dk	0.868	0.518	2x 195 kW	1800 d/dk	12 knot	2x 21.5 kN	2x 25.4 kN	370 d/dk	+	+	+
3.durum	B4.55	1.160 m	550 d/dk	0.642	0.561	2x 179 kW	2200 d/dk	12 knot	2x 22.0 kN	2x 25.4 kN	455 d/dk	+	risk	+
Mevcut durum	-	-	550 d/dk	-	-	2x 179 kW	2200 d/dk	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 121. DK 4 kodlu balıkçı teknesi için 1,2 ve 3. durumlarda seçilen sevk sistemleri ve mevcut sevk sistemleri

DK4	Pervane Tipi	Pervane Çapı D (m)	Pervane Devir Sayısı Nperv(d/dk)	Pervane Hatvesi H/D	Sevk Verimi η	Ana Makine Gücü (kW)	Ana Makine Devir sayısı Nmak(d/dk)	Maksimum Tekne Hızı V(knot)	Maksimum Hızda İtme Kuvveti (kN)	Ağ Çekme Hızında(3knot) İtme Kuvveti (kN)	Ağ Çekme Hızında Pervane Devir Sayısı Nag(d/dk)	Pratik Kaviteasyon Kont.	Keller Kaviteasyon Kont.	Burill Kaviteasyon Kont.
1.durum	B4.70	1.080 m	700 d/dk	0.656	0.502	1x 322 kW	2100 d/dk	12 knot	1x 33.4 kN	1x 36.3 kN	605 d/dk	+	risk	%5-10
2.durum	B4.70	1.168 m	600 d/dk	0.723	0.459	1x 352 kW	1800 d/dk	12 knot	1x 37.3 kN	1x 40.5 kN	515 d/dk	+	risk	%5-10
3.durum	B4.70	1.136 m	700 d/dk	0.646	0.485	1x 453 kW	2100 d/dk	12.2 knot	1x 42.4 kN	1x 46.0 kN	618 d/dk	+	risk	%5-10
Mevcut durum	-	-	700 d/dk	-	-	1x 453 kW	2100 d/dk	-	-	-	-	-	-	-

Sevk sistemleri genel olarak incelendiğinde, kaviteasyon durumu, pervane çapı ve sevk verimi açısından optimum pervane tipinin B 4.70 pervanesi olduğu söylenebilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sunulan çalışmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin formları bulgular bölümünde incelenmiş ve inşa edilen formların birincil form ve ikincil form olarak ikiye ayrılması uygun görülmüştür. Birincil form yılların birikimi ile oluşturulmuş maksimum boyu 25 metreyi, genişliği 7 metreyi geçmeyen başarılı sayılabilecek bir formdur. İkincil form ise balıkçıların daha geniş güverteli tekne taleplerinin sonucu birincil formdan türetilmiş başarılı tartışılabilir bir formdur. İkincil form, boyu 50 metreye genişliği 15 metreye kadar çıkabilen iki ya da üç adet ana makine ve sevk sistemi ile tahrik edilen balıkçı tekneleridir. İkincil formda geniş güverte; çalışma rahatlığı, stabilitede üstünlük, daha fazla av aracı kullanabilme ve daha fazla yük taşıyabilme gibi üstünlükler sağlayabilmektedir. Fakat bu durum bu gemilerin hantal olmalarına yol açmakta ve sevk edilebilmeleri için daha yüksek güçte; yakıt tüketimi daha fazla olan ana makinelerin kullanılmasını gerektirmektedir. Ayrıca bu durum ikincil formların manevra yeteneklerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenlerle; gemi model deneyleri yapılarak ana boyutlar, stabilite, gemi hareketleri ve yakıt tüketimi açısından Türkiye sularına uygun optimum balıkçı teknesi formlarının oluşturulması gerekmektedir.
2. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin gemi model deneyleri yakın yıllarda pek yapılmamış ve direnç-hız değişimleri elde edilememiştir. Bu amaçla ön tasarım aşamasında en azından istatistiksel direnç tahmin yöntemlerinin kullanılabilirliği düşünülmüştür. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerine uygun istatistiksel direnç tahmin yöntemlerinin belirlenebilmesi için; değişik direnç tahmin yöntemleri daha önce Türkiye’de direnç deneyleri yapılmış olan balıkçı teknelerine uygulanmış ve sonuçlar irdelenen bölümünde değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre bu tekneler için en uygun direnç tahmin yönteminin Holtrop-Mennen 1 yöntemi olduğu belirlenmiş, Schneekluth yönteminin de uygulanabilir bir yöntem olduğu görülmüştür. Holtrop-Mennen 2 yönteminde ise yaklaşık 11 knot hız değerinden sonra direnç artışı azalmaktadır. Bu

durum daha fazla gemi tipini içermesi için geliştirilmiş olan yöntemin; boy-genişlik oranı küçük, genişlik-draft oranı büyük olan bu tekneleri sanki kayıcı form olarak algılamasının bir sonucu olabilir. Van Oortmersen yönteminin sonuçları ise sürekli salınım yapmıştır ve bazı hız değerlerinde oldukça farklı sonuçlar vermiştir. Direnç tahmin yöntemleri Doğu Karadeniz Bölgesinde yakın zamanda inşa edilmiş olan balıkçı teknelerinde de uygulanmış ve bu gemilerin form özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda narin olan DK1 ve DK3 kodlu teknelerin dirençlerinin daha dolgun olan DK2 ve DK4 kodlu teknelerin dirençlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum bu direnç tahmin yöntemlerinin ön dizayn aşamasında teknelerin optimum form özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile de kullanılabilir olduğunu göstermiştir.

3. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilen balıkçı teknelerinin pervane yuvalarının yeterli büyüklükte olmadığı belirlenmiştir. Bu durum pervane boyutlarını kısıtlamakta, gerekli itme kuvvetinin sağlanabilmesi için pervane devir sayılarının yüksek seçilmesi zorunlu duruma getirmektedir. Pervane devir sayılarının yüksek seçilmesi ise; özellikle tek pervaneli sevk sistemlerinde ciddi kavitasyon problemleri oluşturmaktadır. Bu nedenle gerekli itme kuvvetinin iki pervaneye paylaşılması kavitasyon açısından üstünlük oluşturmaktadır.
4. Genel olarak sevk sistemleri incelendiğinde; tersane sahipleri tarafından kullanılan ana makine ve pervanelerin hesap yapılmadan seçilmiş olduğu belirtilmiştir. İncelenen örnek balıkçı teknelerinde ana makinelerin efektif güçlerinin gereksiz yere yüksek seçildiği görülmüştür. İki adet ana makinesi olan balıkçı teknelerinde ana makineler birbirinden farklı büyüklüklerde; nerdeyse bir birlerinin iki katı güçlerde seçilmiştir. Bu durum bu teknelerin hem inşa maliyetlerinin yüksek olmasına, hem de yakıt tüketimlerinin fazla olması nedeniyle işletim maliyetlerinin de yüksek olmasına yol açmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin model direnç deneylerinin yapılması, uygun pervane tasarımının yapılması ve uygun ana makine üretim ve seçimi; ciddi bir şekilde işletme maliyetlerini düşürecektir. Bu amaçla Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümünde uygun özelliklerde bir gemi model deney havuzunu ve gemi inşaatı mühendisliği ile ilgili deney sistemlerini içeren bir laboratuvarın veya Gemi İnşaatı Araştırma Merkezinin kurulması gerekmektedir.

5. Yapılan çalışmada B pervane serisinden B 3.50, B 4.40, B 4.55, B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri kullanılmıştır. Tüm örnek gemilerde 3 farklı tasarım durumu için 5 farklı pervane tipine göre tasarım yapılmıştır. Tasarlanmış olan pervaneler sevk verimleri ve kavitasyon durumlarına göre irdelenmiştir. İrdelenmeler sonucunda B 4.70 pervane tipinin Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilen balıkçı tekneleri için uygun olduğu belirlenmiştir. Sevk verimi açısından B 3.50 pervanesi en ideal pervanedir. Fakat bazı tasarım durumlarında oluşması beklenen kavitasyon kabul edilebilir düzeyde değildir.
6. Tasarlanmış olan pervanelerin ağ çekme hızında yani 3 knot hızda ürettikleri itme kuvvetleri incelenmiştir. İtme kuvvetlerinin ağ çekme hızındaki değerleri beklenildiği gibi maksimum hızda oluşturulan itme kuvveti değerlerinden yüksek çıkmıştır. Yani trol avcılığı yapması düşünülen tekneler için tasarlanan sevk sistemleri yeterli özellikleri göstermektedir.
7. Tasarlanmış olan pervanelerin hangi hızda hangi devir sayısında dönmesi gerektiğini hesaplayan bir program yazılmıştır. Bu programın ana makinenin farklı hızlarda en uygun devir sayısında çalışması için iki veya üç kademeli dişli kutularının tasarlanmasında faydalı olabileceği düşünülmektedir.
8. Bu çalışmada hazırlanmış olan sevk sistemi tasarım programı; ofset tablosu ve ana boyutları bilinen bir geminin üç boyutlu endaze resmini çizebilmekte, bu formun hidrostatik hesaplarını yapabilmekte, dört farklı direnç tahmin yöntemine göre direnç tahmini yapabilmekte, B pervane serisinden beş farklı pervaneye göre üç farklı tasarım koşulunda pervane seçimi yapabilmekte, seçilmiş olan pervanelerin kavitasyon durumlarını belirleyebilmekte, seçilmiş olan pervanelerin ağ çekme hızında oluşturdukları itme kuvvetini hesaplayabilmekte ve son olarak seçilmiş olan pervanelerin hangi gemi hızında hangi devir sayısında dönmesi gerektiğini hesaplayabilmektedir. Hazırlanmış olan programın sevk sistemi ön tasarımında kullanılması en azından Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin üretim ve işletme maliyetlerini düşürebilir.
9. Karadeniz balıkçı tekneleri için ayrıntılı sistematik model deneyleri yapılarak; sunulan çalışmada hazırlanan bilgisayar programı; optimum sevk sistemi ve tekne tasarımı amacı ile geliştirilebilir ve böylece ülke ekonomisine katkılar sağlanabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Durgun, O. ve Peşman, E., Doğu Karadeniz Bölgesinde Gemi İnşa Sanayisinin Durumu ve Olası Gelişmeler, Gemi Mühendisliği ve Sanayimiz Sempozyumu 2004, 24-25 Aralık 2004, İstanbul, Bildiriler Kitabı, Sayfa 8-15.
2. Durgun, O., Balıkçı Gemilerinin Ön Dizaynı, Gemi İnşaatı Teknik Kongresi'89, 1989, İstanbul, Bildiriler Kitabı, Sayfa 18-33.
3. Dinçer, A. C., Köse, E. ve Orhan, D., Karadeniz Balıkçı Gemilerinin Genel Yapısal Özellikleri, Gemi İnşaatı Teknik Kongresi'99, 1999, İstanbul, Bildiriler Kitabı, Sayfa 357-366.
4. Kafalı, K., Balıkçı Gemisi Formlarının İncelenmesi, İTÜ Gemi Enstitüsü Bülteni, No:25, İstanbul, 1980.
5. Kafalı, K., Gemi Formunun Statik ve Dinamik Esasları, Cilt 2 Gemi Direnci ve Sevki, İTÜ Kütüphanesi Sayı: 1238, İstanbul, 1982.
6. Kafalı, K., Gemi Formunun Statik ve Dinamik Esasları, Cilt 3 Gemilerin Hidrodinamik Dizaynı, İTÜ Kütüphanesi Sayı: 1219, İstanbul, 1982.
7. Sabuncu, T., Gemi Sevki, İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi, İstanbul, 1983.
8. Lewis, Edvard V., Principles of Naval Architecture, Volume 2 Resistance, Propulsion and Vibration, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, NJ, 1988.
9. Durgun, O., Gemi Direnci Ders Notları, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Basılmamış.
10. Baykal. R., Gemilerde Güç Hesabı, İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi, İstanbul, 1991.
11. Van Oortmersen, G., A Power Prediction Method And Its Application To Small Ships, International Shipbuilding Progress, 18, 207 (1971) 397-415.
12. Fyson, J., Desing of Small Fishing Vessels, Fishing News Books Limited (FAO), England, 1985.
13. Doust, D. J., Resistance and Propulsion of Trawlers, Transaction of North-East Cost Engineers, New Castle Upon Tyne, 71 (1959) 355-436.
14. Doust, D. J., Statistical Analysis of Resistance Data for Trawlers, Fishing Boats of The World, London, V. 3 (1979) 370-387.

15. Ridgely-Nevitt, C., The Resistance of Trawler Hull Forms of 0.65 Prismatic Coefficient, Transactions of The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 64 (1959) 433-468.
16. Ridgely-Nevitt, C., The Development of Parent Hulls for a High Displacement-Lenght Series of Trawler Forms, Transactions of The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 71 (1963) 5-30.
17. Schneekluth, H., *Ship Design for Efficiency and Economy*, Butterworth Heinemann, Oxford, 1987.
18. Harvard, SV. AA., *Resistance and Propulsions of Ships*, John Wiley & Sons Inc., Canada, 1983.
19. Holtrop, J. ve Mennen, G.G.J., A Statistical Power Prediction Method, International Shipbuilding Progress, 25 (1978) 324-356.
20. Holtrop, J. ve Mennen, G.G.J., An Approximate Power Prediction Method, International Shipbuilding Progress, 29 (1982) 166-170
21. Holtrop, J., A Statically Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data, International Shipbuilding Progress, 31 (1984) 272-276.
22. Nutku, A., Model Tests with Fishing Boats 1, İTÜ Gemi Enstitüsü Bülteni, No:3, İstanbul, 1957.
23. Güner, M., Kükner, A. ve Baykal, M. A., *Gemi Pervaneleri ve Sevk Sistemleri*, İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi, İstanbul, 1999.
24. Aydın, M., *Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemilerinin Bilgisayar Destekli Dizaynı*, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
25. Lammaren, W., Mannen, J. ve Oostrveld, M., The Waganingen B Screw Series, SNAME Transactions, (1969) 269-317.
26. Durgun, O., *Gemi Sevki Ders Notları*, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Basılmamış.

ÖZGEÇMİŞ

Emre PEŞMAN, 16.05.1979 tarihinde İzmir’de doğdu. İlköğretimini Sinop Gazi Mustafa Kemal İlkokulu’nda tamamladıktan sonra orta ve lise öğretiminin bir bölümünü Sinop Anadolu Lisesi’nde, bir bölümünü Kars Anadolu Lisesi’nde ve son senesini İzmir 60. Yıl Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 1997 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2001 yılında bölüm birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Balıkçılık Teknolojisi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans programına başladı. İki yıl sonra Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’na nakil yaptırdı. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi İnşaatı Mühendisliği Anabilim Dalı’na 2002 yılının sonunda Araştırma Görevlisi olarak atandı.

Halen Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Yüksek Lisans öğretimini sürdürmekte olan Emre PEŞMAN, İngilizce bilmektedir.