

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAŞLANGIÇ DİZAYN AŞAMASINDA OPTİMUM FORM
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

Gemi İnş. Ve Gemi Mak. Müh. Osman ÇETİN

**FBE Gemi İnşaatı Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet Dursun ALKAN

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	iii
KISALTMA LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç	8
1.2 Denizcilik Kriterlerinin Tanımlanması	10
1.2.1 Düzenli Dalgalardaki Gemi Hareketlerinin Tanımlanması	10
2. DİZAYN VERİ TABANI OLUŞTURULMASI	17
2.1 Dizayn Stratejisi	17
2.2 Tekne Formu Veritabanı	17
2.3 Denizcilik Veritabanı	21
2.4 Dizayn Parametrelerinin Tanımlanması	21
2.5 Regresyon Analizi	24
2.5.1 Eğri Uydurma	24
2.5.2 En Küçük Kareler Regresyonu	24
2.5.3 Doğrusal Regresyon.....	25
2.5.4 Çoklu Regresyon Analizi	26
2.6 Gemi Hareketleri Regresyon Modelleri.....	27
2.7 Parametrik Katsayıların Çeşitli Regresyon Modellerine Göre Davranışı.....	31
2.8 Hesaplanan ve Tahmin Edilen Transfer Fonksiyonlarının Karşılaştırılması	35
3. SONUÇ	38
KAYNAKLAR.....	39
EKLER	41
Ek 1 İTÜ 1B balıkçı teknesinin en kesit ve Frank-Close Fit formunun gösterilmesi.....	42
Ek 2 İTÜ 1B balıkçı teknesinin 10 knot hızdaki denizcilik hesaplarının grafiklerle gösterimi.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	57

SİMGE LİSTESİ

B	Gemi genişliği
BM	Metasantr yarıçapı
B_{WL}	Su hattı genişliği
C_M	Orta kesit katsayısı
C_P	Prizmatik katsayı
C_{WP}	Su hattı alan katsayısı
GM	Metasantr yüksekliği
KB	Sephiye merkezinin omurgadan yüksekliği
KG	Ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği
KZ/B	Stabilite doğrultucu moment kolu
k_{yy}	Baş-kıç vurma jirasyon yarıçapı
k_{xx}	Yalpa jirasyon yarıçapı
L	Gemi boyu
L_{BP}	Dikeyler arası boy
LCB	Sephiye merkezinin mastoriden uzaklığı
LCF	Yüzme merkezinin mastoriden uzaklığı
LWL	Su hattı boyu
L / B	boy / genişlik oranı
T	Su çekimi
Δ	Deplasman hacmi
∇	Deplasman tonajı

KISALTMA LİSTESİ

ft	Feet
ft /s	Feet/saniye
fwd	Gemi Başı Yönünde
LCB	Sephiye Merkezinin Boyuna Yeri
LCF	Yüzme Merkezinin Boyuna Yeri
RAO	Genlik Karşılık Fonksiyonu

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 NUTKU (1957)'nin Çalışmasına Örnek Seçilen Form Planları	3
Şekil 1.2 NUTKU (1957)'nin Araştırması Sonucu Türetilen Form	4
Şekil 1.3 Taka Formu ile Maier Formun Birleştirilmesinden Türetilen Form.....	4
Şekil 1.4 Denizcilik ve Regresyon Analizi Akış Diyagramı.....	9
Şekil 1.5 Tekne yönünün belirlenmesi.....	11
Şekil 1.6 Baştan gelen dalgalarda dalıp çıkma genliği	16
Şekil 2.1-a İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 1B Endaze Planı.....	18
Şekil 2.1-b İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 2B Endaze Planı.....	18
Şekil 2.1-c İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 4B Endaze Planı.....	19
Şekil 2.1-d İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 5B Endaze Planı.....	19
Şekil 2.1-e İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 7B Endaze Planı.....	19
Şekil 2.1-f İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 9B Endaze Planı	20
Şekil 2.2-a Dalıp Çıkma regresyon katsayıları.....	31
Şekil 2.2-b Dalıp Çıkma regresyon katsayıları.....	32
Şekil 2.2-c Baş Kıç vurma regresyon katsayıları	33
Şekil 2.2-d Baş Kıç vurma regresyon katsayıları	34
Şekil 2.3-a Hesaplanan ve Tahmin Edilen Dalıp Çıkma Transfer Fonksiyonlarının Fn' e Göre Tekne 15 İçin Karşılaştırılması.....	35
Şekil 2.3-b Hesaplanan ve Tahmin Edilen Dalıp Çıkma Transfer Fonksiyonlarının Fn' e Göre Tekne 15 İçin Karşılaştırılması.....	36
Şekil 2.4-a Hesaplanan ve Tahmin Edilen Baş Kıç Vurma Transfer Fonksiyonlarının Fn' e Göre Tekne 15 İçin Karşılaştırılması.	36
Şekil 2.4-b Hesaplanan ve Tahmin Edilen Baş Kıç Vurma Transfer Fonksiyonlarının Fn' e Göre Tekne 15 İçin Karşılaştırılması.	37
Şekil Ek 1.1 İTÜ 1B balıkçı teknesinin en kesit resmi	42
Şekil Ek 2.1 Hız= 0 için A35	44
Şekil Ek 2.2 Hız= 2.50 knot için A35	45
Şekil Ek 2.3 Hız= 5.00 knot için A35	45
Şekil Ek 2.4 Hız= 7.50 knot için A35	46
Şekil Ek 2.5 Hız= 10.00 knot için A35	46
Şekil Ek 2.6 Gemiye gelen dalga açılarının belirtilmesi.....	47
Şekil Ek 2.7 Hız=0 için dalıp çıkma davranışı	47
Şekil Ek 2.8 Hız= 2.50 knot için dalıp çıkma davranışı	48
Şekil Ek 2.9 Hız=5.00 knot için dalıp çıkma davranışı	49
Şekil Ek 2.10 Hız= 7.50 knot için dalıp çıkma davranışı	49
Şekil Ek 2.11 Hız= 10.00 knot için dalıp çıkma davranışı.....	50
Şekil Ek 2.12 Hız= 12.50 knot için dalıp çıkma davranışı.....	50
Şekil Ek 2.13 Hız= 15.00 knot için dalıp çıkma davranışı.....	50
Şekil Ek 2.14 Hız= 17.50 knot için dalıp çıkma davranışı.....	51
Şekil Ek 2.15 Hız= 20.00 knot için dalıp çıkma davranışı.....	51
Şekil Ek 2.16 Hız= 0 knot için baş kıç vurma davranışı.....	52
Şekil Ek 2.17 Hız= 2.50 knot için baş kıç vurma davranışı.....	52
Şekil Ek 2.18 Hız= 5.00 knot için baş kıç vurma davranışı.....	53
Şekil Ek 2.19 Hız= 7.50 knot için baş kıç vurma davranışı.....	53
Şekil Ek 2.20 Hız= 10.00 knot için baş kıç vurma davranışı.....	54
Şekil Ek 2.21 Hız= 12.50 knot için baş kıç vurma davranışı.....	54
Şekil Ek 2.22 Hız= 15.00 knot için baş kıç vurma davranışı.....	55
Şekil Ek 2.23 Hız= 17.50 knot için baş kıç vurma davranışı.....	55
Şekil Ek 2.24 Hız= 20.00 knot için baş kıç vurma davranışı.....	60

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1 Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Geliştirilmesi Projesindeki Ana Geminin Boyutları (KAFALI, 1979)	5
Çizelge 1.2 Türkiye İTÜ Serisi (KAFALI, 1980)	6
Çizelge 1.3 j modunun hareketlerinin gösterilmesi	10
Çizelge 2.1- a İTÜ Serisinin Form Parametreleri	20
Çizelge 2.1- b İTÜ Serisinin Form Parametreleri	21
Çizelge 2.2 Denizcilik Modellerinin Başlıca Özeti (ŞAYLI ve diğ., 2007)	22
Çizelge 2.3 Regresyon Modelleri ve Parametreler	24
Çizelge 2.4-a Model 1 için Regresyon Katsayıları (İTÜ Tekneleri)	28
Çizelge 2.4-b Model 1 için Regresyon Katsayıları (İTÜ Tekneleri)	29
Çizelge 2.4-c Model 2 için Regresyon Katsayıları (İTÜ Tekneleri)	29
Çizelge 2.4-d Model 2 için Regresyon Katsayıları (İTÜ Tekneleri)	30
Çizelge 2.4-e Model 3 için Regresyon Katsayıları (İTÜ Tekneleri)	30
Çizelge 2.4-f Model 3 için Regresyon Katsayıları (İTÜ Tekneleri)	31
Çizelge 2.5 İyi Denizcilik için Gemi Formu Parametreleri	34
Çizelge Ek 2.1 Hidrodinamik Veri	43
Çizelge Ek 2.2 Çıktı sonuçlarının tanımlanması	43
Çizelge Ek 2.3 Düzgün Dalgalardaki Veriler	44

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, geminin baştan gelen düzgün dalgalarındaki dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketleri için tekne form parametreleri cinsinden yaklaşık bir model önerilmiştir. Elde edilen model kavram dizayn aşamasında optimum form parametrelerinin bulunmasına yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada, bana değerli zamanlarını ayıran, bilgi, tecrübe ve anlayışlarıyla destek olan Sayın Prof. Dr. Ahmet Dursun ALKAN Hocama şükranlarımı sunarım. Hiç bir zaman yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Hüseyin YILMAZ, Yrd. Doç. Dr. Aykut SAFA ve Arş. Gör. Bekir ŞENER ve tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, her konuda en büyük desteğim olan kıymetli aileme en içten sevgi ile teşekkür ederim.

ÖZET

Gemi dalgalar arasında ilerlerken altı serbestlik derecesinde hareketler yapar. Bu hareketlerin analizi için kullanılan basitleştirilmiş durumlardan biri, geminin dalga tepelerine normal doğrultuda hareket ettiği durumdur. Bu koşulda gemi sadece simetri düzlemi içerisinde boyuna-öteleme, dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketleri yapmaktadır. Geminin simetri düzlemi içerisinde yaptığı söz konusu hareketler incelendiğinde, boyuna-öteleme hareketinin dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketlerine olan etkisinin ihmal edilebilir derecede olduğu görülür.

Bu çalışma kapsamında, geminin baştan gelen düzgün dalgalarda yaptığı dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma birleşik hareketleri incelenmiştir. Bu yöntem tablolar şeklinde bir veritabanı programına aktararak kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Tabloların ve yöntemin işlerliğinin gösterilmesi amacıyla kullanım yerleri farklı iki uygulama çalışması yapılmıştır. 32 adet İ.T.Ü. tipi balıkçı tekneleri formunun baştan gelen düzgün dalgalarda dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketleri, geliştirilen Adria 1 yazılımı ve ayrıca hazır bir program yardımı ile hesaplanmıştır. Kavram dizayn aşaması için alternatif dizaynların değerlendirilmesinde kullanılabilecek hızlı ve kapsamlı bir yaklaşık yöntem geliştirilmiştir.

Giriş bölümünde, gemi hareketleri tanımlanmış, daha önce konu ile ilgili yapılmış çalışmalardan bahsedilmiştir.

İkinci bölümde, teknelere ait geometrik veriler ve çevre parametreleri belirlenerek girdi veritabanı düzenlenmiştir. Bu veriler yardımı ile dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketleri hesaplanarak denizcilik veritabanı kurulmuştur. Bu bölümde çoklu doğrusal regresyon tekniği ile tekne parametreleri ve denizcilik karakteristikleri arasındaki ilişki ortaya konmuştur.

Sonuç bölümünde ise genel değerlendirmeler, yöntemin kullanımı ve ileride yapılacak çalışmalar hakkında yorumlar verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Balıkçı Gemisi, Konsept / Kavram Dizayn, Gemi Hareketleri, Veri Analizi, Regresyon

ABSTRACT

A ship traveling obliquely to the direction of wave crests will experience a complicated series of oscillations in the analysis, these motions are considered as the summation of six components, three translational and three rotational. The motion composed of these six components is referred to as one in six degrees of freedom. One of the special simplified cases for investigating the motions of a ship in harmonic waves is the one that the ship travels in a direction normal to the wave crests and experiences only surge, heave and pitch motions in the plane of symmetry. The oscillatory surging motions do not appear to be of direct interest in defining the seagoing qualities of the ships.

In the scope of this study, the pitching and heaving motions of a ship traveling in regular head seas are investigated. The method is divided into major parts and transferred into tables in database program so that the application of the method is facilitated. Two case studies are carried out for verifying the prepared tables. The heaving and pitching motions of a 32 type I.T.U. fishing vessels form in regular head seas are investigated by using Adrial program, the tables prepared using a database and a ship motions program. At the conceptual design stage, a fast and comprehensive method is developed to be used in the evaluation of design alternatives.

In the introduction, the ship motions are defined and an extensive literature review is given on the subject.

In the second chapter, input database is obtained by estimating geometric and environmental parameters for ships. Seakeeping database is established using the data for the calculation of heave and pitch motions. In the section, the relationship between hull parameters and seakeeping characteristics is investigated.

Finally in the conclusions, general assessment of the method used, application of the method and prospective studies are explained.

Keywords: Fishing Vessels, Conceptual Design, Ship Motions, Data Analysis, Regression

1. GİRİŞ

Karmaşıklık arz eden, gerek veri hazırlığı ve gerekse analizlerin çok zaman aldığı ve doğrusal/lineer olmayan yapılar içeren problemler için istatistiksel destekli sayısal yöntemler yardımıyla kestirimlerde bulunmak, en azından kavram tasarım aşamasında tasarımcılara, pratik ve hızlı çözümler elde etmede önemli bir rehberlik sağlamaktadır. Bu tip problemlerde en sık kullanılan sayısal yöntemler arasında regresyon ve yapay zeka teknikleri başta gelmektedir.

Bu çalışmada sayısal yöntemlerden regresyon analizi ile düzgün dalga durumunda ki gemi düşey hareketlerinden dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma olayları ile tekne parametreleri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Ayrıca, başlangıç dizayn aşaması dahil olmak üzere denizciliğe önem verilmesi ve buna göre tasarımın iyileştirilmesi geminin ekonomisini de iyileştirecektir, örneğin dalgalarda hız kaybı.

Giriş bölümünde, gemi hareketleri tanımlanmış, daha önce konu ile ilgili yapılmış çalışmalardan bahsedilmiştir.

İkinci bölümde, teknelere ait geometrik veriler ve çevre parametreleri belirlenerek girdi veritabanı düzenlenmiştir. Bu veriler yardımı ile dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketleri hesaplanarak denizcilik veritabanı kurulmuştur. Bu bölümde çoklu doğrusal regresyon tekniği ile tekne parametreleri ve denizcilik karakteristikleri arasındaki ilişki ortaya konmuştur.

Sonuç bölümünde ise genel değerlendirmeler, yöntemin kullanımı ve ileride yapılacak çalışmalar hakkında yorumlar verilmiştir.

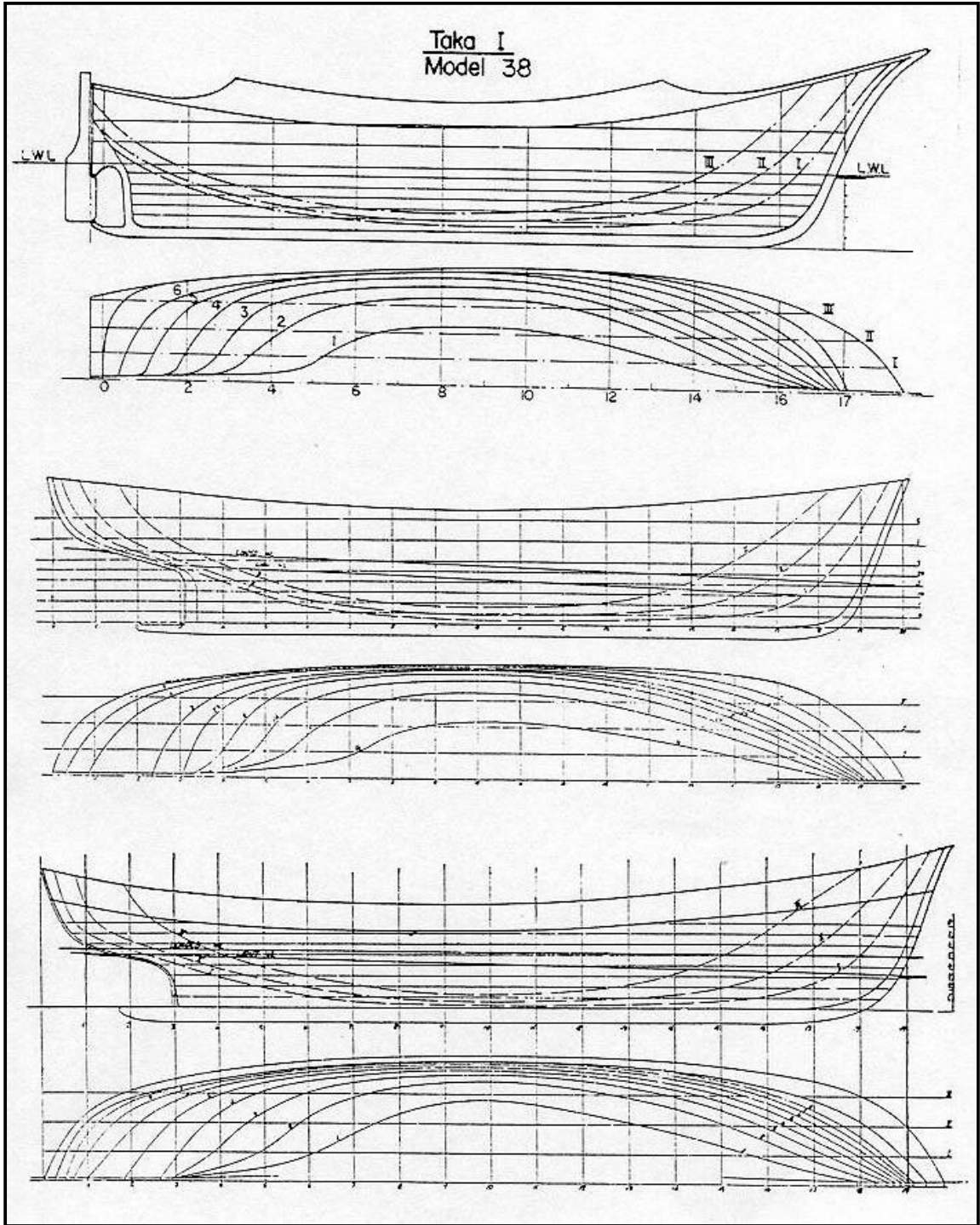
Türkiye'deki balıkçı gemileri üzerine ilk bilimsel çalışma KAFALI (1955) tarafından yapılmıştır. Daha sonra NUTKU'nun (1957) yaptığı çalışmalar görülmektedir.

NUTKU'nun çalışmasında Türk Balıkçı Gemisi formlarının geliştirilmesini amaçlamış, (Şekil 1.1) çalışmaya baz oluşturmak amacıyla geleneksel tarzda iki taka formu seçilmiştir. Bilindiği üzere takalar L/B oranları düşük yani genişlikleri boylarına göre fazla olan teknelerdir. En büyük özelliklerinden birisi aşırı siyer eğrisine sahip olmalarıdır. Ayrıca bu teknelerin kıç tarafı ayna kıçtır. Bu özelliklerinden dolayı takalar iyi denizci teknelerdir. Fakat formları bakımından direnç ve sevk açısından çok iyi sayılmazlar. İTÜ model deney havuzunda yapılan çalışmaların sonuçlarına dayanarak bu formlardan yeni formlar türetilmiştir. Yeni formlarda bas ve kıç omuzlukları azaltılmış ve kıç taraf su hatları düzeltilmiştir (Şekil 2.2). Çalışmaların devamında taka ve Maier formları birleştirilmiş ve daha düşük dirençli formlar

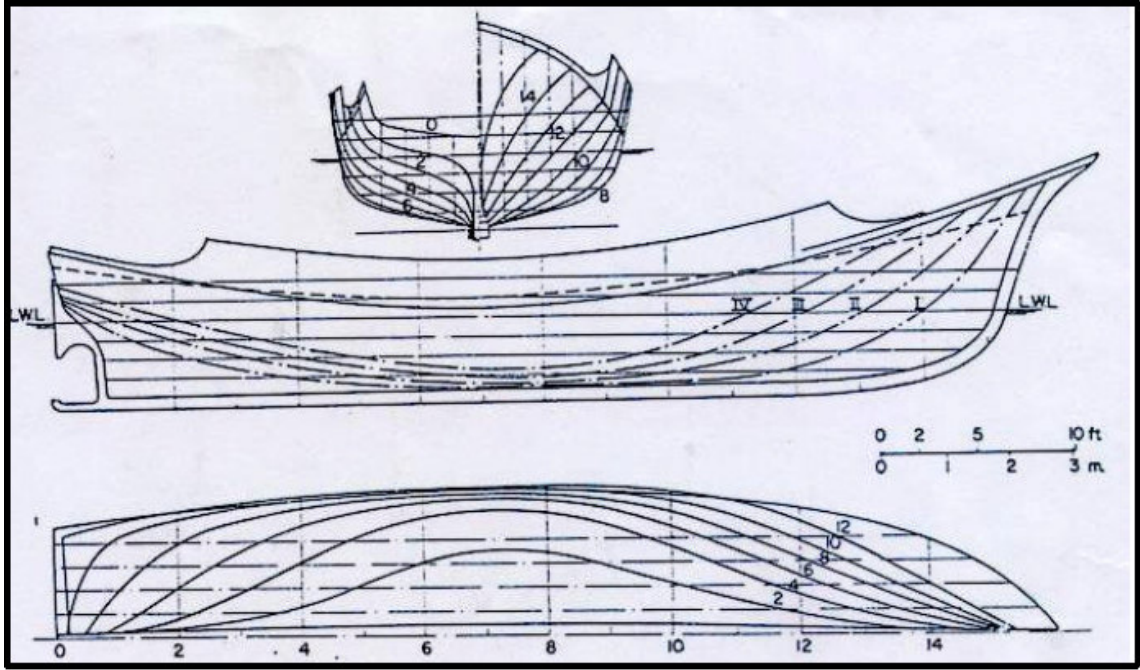
elde edilmiştir (Şekil 2.3).

Ayrıca Birleşmiş Milletler bünyesinde olan Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) “Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Araştırılması” adlı bir çalışma yaptırmıştır (CHAPELLE, 1957). Bu çalışmada, balıkçı gemisi formları sunulmuştur.

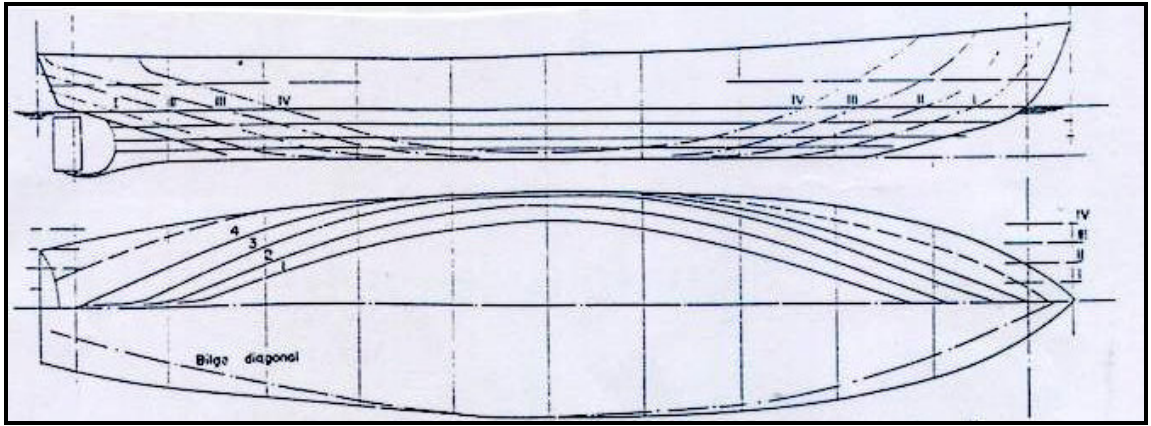
GÖREN (1978) geleneksel tarzdaki balıkçı gemilerinin formlarını inceleyerek dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketleri nedeniyle gemide oluşan kesme kuvvetleri ve eğilme momentlerini de hesaplamıştır.



Şekil 1.1 NUTKU (1957)'nin Çalışmasına Örnek Seçilen Form Planları



Şekil 1.2 NUTKU (1957)'nin Araştırması Sonucu Türetilen Form



Şekil 1.3 Taka Formu ile Maier Formun Birleştirilmesinden Türetilen Form

Balıkçı gemileri konusunda günümüze kadar yapılmış en kapsamlı araştırma “Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Geliştirilmesi” adlı KAFALI tarafından yapılan TÜBİTAK destekli proje çalışmasıdır. Bu çalışmada, boyutları Tablo 2.1 de verilmiş olan iki gemi esas alınmıştır (KAFALI, 1980).

Çizelge 1.1 Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Geliştirilmesi Projesindeki Ana Geminin Boyutları (KAFALI, 1979)

	Kruzer Kıç	Ayna Kıç
Loa (m)	13,980	20,950
Lwl (m)	13,000	20,000
B (m)	3,840	5,855
Bwl (m)	3,740	5,714
T (m)	1,300	2,286
CB	0,441	0,378

Ana gemilerden, aynı kesit eğrilik karakterlerine sahip olan ve $CB = 0,38-0,54$ arasında değişen, kıç formları ve boyları farklı 11 adet gemi türetilerek, geniş bir hız aralığında sistematik bir çalışma yapılmıştır. Oluşturulan bu seriye İTÜ SERİSİ denmektedir (KAFALI). Bu seriye ait ana boyutlar Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.2 Türkiye İTÜ Serisi (KAFALI, 1980)

Gemi Yükleme Durumları	LWL	B	T	D	C_B	C_P	C_{WP}	Δ	x_{CB}	B/T	L/B	L/ $\Delta^{1/3}$
1	18.50	5.24	1.714	3.22	0.342	0.562	0.651	572	0.43	3.05	3.53	4.81
148/1-B 2	20.00	5.71	2.286	3.22	0.378	0.572	0.730	995	0.83	2.5	3.5	4.32
3	20.34	5.84	2.858	3.22	0.441	0.619	0.753	1506	1.18	2.04	3.48	3.38
1	18.5	5.71	1.714	3.22	0.510	0.595	0.693	930	-0.32	3.33	3.28	4.09
148/2-B 2	20.00	5.71	2.286	3.22	0.535	0.599	0.789	1406	0.01	2.5	3.5	3.85
3	20.34	5.71	2.858	3.22	0.581	0.635	0.836	1937	0.25	2	3.55	3.52
1	18.50	5.44	1.714	3.29	0.355	0.591	0.659	616	0.38	3.17	3.4	4.69
148/3-B 2	20.00	5.71	2.286	3.29	0.406	0.607	0.727	1068	0.8	2.5	3.5	4.22
3	20.34	5.84	2.858	3.29	0.457	0.627	0.747	1560	1.09	2.04	3.4	3.79
1	18.50	5.71	1.714	3.25	0.460	0.540	0.655	838	-0.34	3.33	3.23	4.24
148/4-B 2	20.00	5.71	2.286	3.25	0.497	0.559	0.789	1306	0.02	2.5	3.5	3.95
3	20.34	5.71	2.858	3.25	0.564	0.619	0.836	1885	0.28	2	3.55	3.55
1	18.50	5.52	1.714	3.34	0.411	0.625	0.688	723	0.37	3.22	3.35	4.48
148/5-B 2	20.00	5.71	2.286	3.34	0.444	0.616	0.745	1166	0.63	2.5	3.5	4.1
3	20.34	5.84	2.858	3.34	0.494	0.688	0.753	1686	0.91	2.04	3.48	3.69
1	21.28	5.44	1.714	3.29	0.352	0.586	0.655	703	0.43	3.17	3.91	5.16
148/6-B 2	22.86	5.71	2.286	3.29	0.400	0.598	0.727	1202	0.91	2.5	4	4.64
3	23.19	5.84	2.858	3.29	0.455	0.625	0.749	1772	1.25	2.04	3.97	4.14
1	21.28	5.71	1.714	3.25	0.454	0.533	0.651	951	-0.39	3.33	3.72	4.67
148/7-B 2	22.86	5.71	2.286	3.25	0.491	0.553	0.789	1474	0.02	2.5	4	4.34
3	23.19	5.71	2.858	3.25	0.549	0.602	0.838	2092	0.32	2	4.05	4.14
1	27.06	5.44	1.714	3.29	0.351	0.585	0.644	890	0.54	3.17	4.97	6.07
148/8-B 2	28.57	5.71	2.286	3.29	0.404	0.604	0.727	1517	1.14	2.5	5	5.37
3	28.89	5.84	2.858	3.29	0.458	0.629	0.751	2223	1.56	2.04	4.94	3.91
1	27.06	5.71	1.714	3.25	0.449	0.527	0.640	1197	-0.48	3.33	4.73	5.5
148/9-B 2	28.57	5.71	2.286	3.25	0.493	0.555	0.789	1851	0.03	2.5	5	5.02
3	28.89	5.71	2.858	3.25	0.559	0.613	0.840	2651	0.4	2	5.05	4.78
1	18.48	5.46	1.714	3.30	0.357	0.563	0.652	621	0.41	3.18	3.38	4.67
148/3-K 2	20.00	5.71	2.286	3.30	0.401	0.574	0.680	1031	0.66	2.49	3.5	4.27
3	20.61	5.82	2.858	3.30	0.436	0.583	0.709	1503	0.89	2.03	3.54	3.88
1	18.45	5.71	1.714	3.22	0.465	0.543	0.694	849	-0.18	3.33	3.23	4.21
148/4-K 2	20.00	5.71	2.286	3.22	0.498	0.557	0.748	1308	-0.02	2.5	3.5	3.95
3	20.58	5.71	2.858	3.22	0.540	0.590	0.803	1826	0.17	2	3.6	3.63

Bu gemilerin Türk Balıkçı Gemileri ve diğer balıkçı gemilerine göre de oldukça üstünlükleri olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada, Karadeniz bölgesi için kullanılacak gemiler için uygun boyun 17–25 m. olduğu yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

ALKAN (1991) ve (1994) İTÜ Serisine ait gemilerin çalıştığı koşulları göz önünde bulundurarak, stabilite, direnç-sevk ve denizcilik karakteristiklerini inceleyerek istatistiksel bir yöntem ile hidrodinamik performansı optimize edebilen bir çalışma yapmıştır. ALKAN (1997) yine İTÜ Serisi'nin stabilite karakteristiklerini, klasik Türk balıkçı gemileri ve Akdeniz tipi diğer teknelerle karşılaştırmıştır.

Denizcilik hesaplamaları, formu belli olan bir tekne için doğrusal veya doğrusal olmayan (non-linear) teoriye dayalı gemi hareketleri analiz programları tarafından gerçekleştirilmektedir. Böyle bir program yardımı ile yapılan denizcilik hesaplamalarına girdi olarak, tekne geometrik bilgileri ile yükleme durumuna bağlı mekanik değişkenleri içeren verilerin hazırlığı belirli bir zaman almaktadır. Kavram dizayn aşamasında ise tekne formu henüz belirlenmediğinden, denizcilik davranışını belirlemenin tek yolu elde olan tekne form parametrelerini kullanmaktır. Tekne denizcilik davranışının form parametreleri cinsinden modellenmesi konusunu araştırmacıların ilgisini çekerek hesaplama zamanı uzun birçok çalışma yapılmıştır.

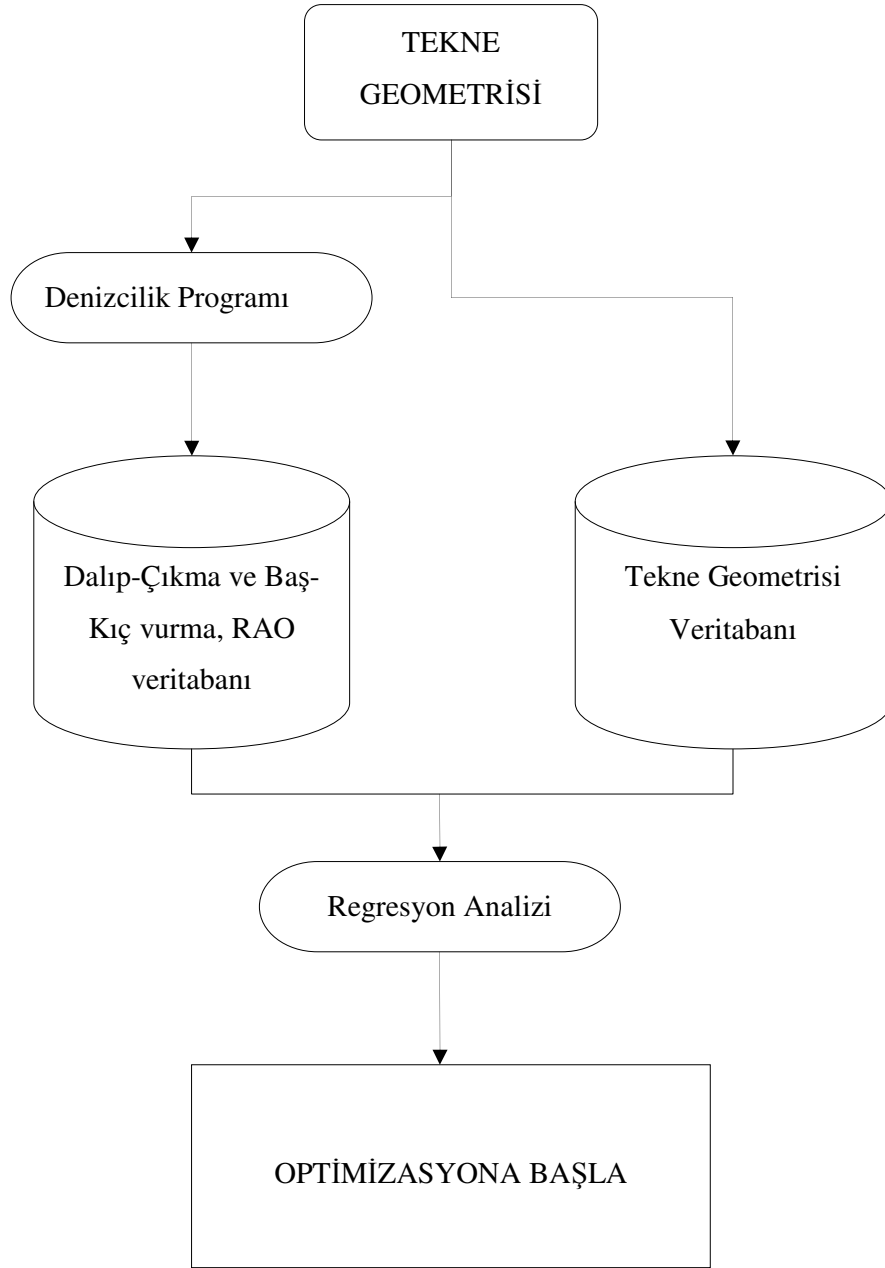
1.1 Amaç

Gemi dalgalar arasında ilerlerken altı serbestlik derecesinde hareketler yapar. Dalga tepelerine normal doğrultuda hareket ettiğinde ise sadece simetri düzlemi içerisinde boy-öteleme, dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketleri yapmaktadır. Geminin simetri düzlemi içerisinde yaptığı söz konusu hareketler incelendiğinde, boy-öteleme hareketinin dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketlerine olan etkisinin ihmal edilebilir derecede olduğu görülür.

İTÜ balıkçı gemileri için yapılan çalışmada, gemi form parametreleri ve denizcilik özellikleri arasında fonksiyonel ilişkiler belirlenmiştir. MySQL Server temelli bilgisayar programında çoklu regresyon analizi ile büyüklükleri belirlenmiştir. (ŞAYLI ve diğ. 2005) Dinamik hareketleri etkileyen gemi parametreleri; deplasman ve ana boyutlar (L,B,T) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Gemi formunun detayları ise (C_{WP} , C_{VP} , LCB, LCF vb.) katsayıları yardımı ile dikkate alınmıştır. Sonuç olarak, denizcilik özellikleri (dalıp çıkma, baş-kıç vurma) transfer fonksiyonları olarak ele alınmış ve değişik dalga boyları için tekne form parametreleri cinsinden modellenmiştir. Farklı parametre kombinasyonları ile üç ayrı çoklu regresyon modeli oluşturulmuştur.

İlgili kaynaklarda, denizciliğin de değerlendirildiği kavram dizayn aşamasına yönelik yaklaşık yöntemlere sık rastlanmaktadır. Bu çalışmalarda daha çok önceden dizayn edilmiş ya da sistematik seri analizlerinden elde edilmiş formlar ve karakteristikleri kullanılmıştır.

Dizayn sırasında, denizcilik ve diğer hidrodinamik özelliklerin uyum içerisinde olmadığı görülmektedir. Direnç ve güç bölgesel tekne geometrisindeki değişimlerden etkilenmekte, denizcilik ise daha çok geometrik ana karakteristikler (ana boyutlar, hidrostatik değerler ve ağırlık dağılımı) ve bir miktar tekne formundaki genel ve bölgesel değişimlere bağlıdır. Bu, geminin denizdeki davranışının belirlenmesi için kavram aşamasında yapılması gerekli bir zorunluluktur. Daha sonrasında yapılacak değişiklikler zor ve maliyet getirmektedir. Yaygın olarak, kavram dizayn işlemlerinin kullanım kolaylığı ve tahminlerde yeterli doğruluğa sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, gemi serisi oluşturulması ya da gerçek deniz ortamının simülasyonundaki denizcilik hesaplamaları için de geçerlidir. İTÜ tipi balıkçı gemilerinden oluşan bir gruba ait regresyon ifadeleri transfer fonksiyonları kullanılarak oluşturulmuştur. Bunun için düzenli dalgalı durum dikkate alınmış ve düzensiz dalgalı durumlarda ise, süperpoze tekniği kullanılmıştır. Denizcilik, kötü deniz koşullarında gemi çalışanların verimi ve avlanma sistemlerinin işletmesini etkilemektedir. Bu nedenle, çalışmada farklı tekne formları ve yükleme koşullarındaki gemi hareketleri ve güverte üzerindeki düşey ivmelenmelerin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1.4 Denizcilik ve Regresyon Analizi Akış Diyagramı

1.2 Denizcilik Kriterlerinin Tanımlanması

1.2.1 Düzenli Dalgalardaki Gemi Hareketlerinin Tanımlanması

Karışık dalgalar içindeki gemi hareketlerini belirleyebilmek üzere öncelikle karışık denizin uygun bir dalga spektrumu ile temsil edilebileceği varsayılacaktır. Daha sonra bu denizi oluşturduğu varsayılan sonsuz sayıda değişik frekanslı dalga için boyutsuzlaştırılmış (birim dalga genliği için) hareket miktarları (transfer fonksiyonu veya RAO) hesaplanarak aşağıdaki formül gereği karışık dalgalardaki hareketler hesaplanabilir. (Gerçek deniz ortamı = Karışık Dalgalarda gemi hareketleri analizi ' nin temeli RAO, yani Genlik Karşılık Fonksiyonu, yani geminin düzgün dalgalardaki davranışdır!)

$$S_z(\omega) = S_\zeta(\omega) \cdot |RAO|^2 \quad (1.2.1)$$

Hareketlere ait genlik karşılık fonksiyonunun hesabı için birim dalga genliğinde gemi hareketleri hesaplanmalıdır.

Herhangi bir yönden gelen düzenli ve birim genliğe sahip bir dalga geminin altı serbestlik dereceli salınım hareketi yapmasına neden olacaktır. Geminin hareketlerinin lineer ve harmonik olduğunu varsayarsak bu hareketler aşağıdaki genel formda yazılabilir:

$$n_j = |n_j| \cos(\omega_e t + \varepsilon_j) \quad (1.2.2)$$

Burada, η_j , j modundaki hareketi, $|\eta_j|$ bu hareketin genliğini, ω_e harekete ait karşılaşma frekansını ve ε_j hareketin fazını göstermektedir. j modu aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

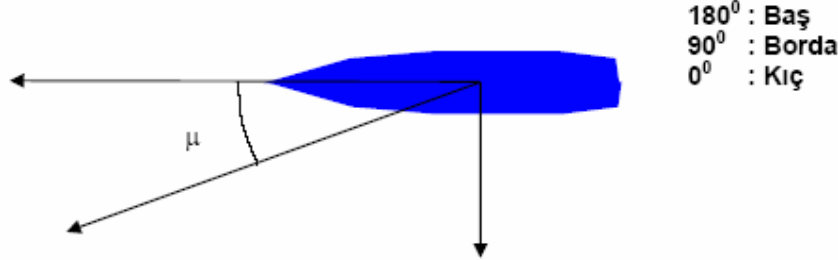
Çizelge 1.3 j modunun hareketlerinin gösterilmesi

j	Hareket
1	Boyuna Öteleme (surge)
2	Yanal Öteleme (sway)
3	Dalıp Çıkma (Heave)
4	Yalpa (roll)
5	Baş Kıç vurma (pitch)
6	Savrulma (yaw)

Karşılaşma frekansı gemi sabit iken dalga frekansına eşittir. Ancak geminin bir ileri hızı varsa karşılaşma frekansı geminin hızına ve dalga yönüne bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\omega_e = \left| \omega - \left[\frac{\omega^2 V}{g} \right] \cos \mu \right| \quad (2.1.3)$$

Burada ω dalga frekansı, V [m/s] gemi hızı ve μ Şekil 1.7' de görüldüğü gibi dalga yönüdür.



Şekil 1.5 Tekne yönünün belirlenmesi

Geminin harmonik bir düzenli dalga etkisi altında altı serbestlik dereceli hareket denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\sum_{k=1}^6 [(M_{jk} + A_{jk})\ddot{\eta}_k + B_{jk}\dot{\eta}_k + C_{jk}\eta_k] = F_j e^{i\omega_e t} \quad j: 1,2,3,4,5,6 \quad (2.1.4)$$

Burada M kütle, A eksu kütlesi ve B sönüm kuvveti matrislerini göstermektedir. F harici kuvveti temsil etmektedir. $\ddot{\eta}_k$ hareketin zamana göre ikinci türevini yani ivmeyi, $\dot{\eta}_k$ hareketin zamana göre birinci türevini yani hızı göstermektedir.

Düşey ve yatay düzlemdeki hareketler arasında ciddi bir etkileşim olmadığı varsayılırsa yukarıdaki 6 denklem yerine iki adet üçer bilinmeyenli iki denklem sistemi yazılabilir.

Düşey düzlemdeki denklem seti boyuna öteleme, dalıp çıkma ve baş kıç vurma genliklerini, yatay düzlemdeki denklem seti ise yanal öteleme, yalpa ve savrulma genliklerini verecektir.

Boyuna öteleme hareketinin gemi üzerindeki etkisi ihmal edilebilir ve böylece düşey düzlemde dalıp çıkma ve baş kıç vurma transfer fonksiyonlarını hesaplamak için aşağıdaki denklem setini çözmek yeterli olacaktır.

$$\begin{aligned} (M + A_{33})\ddot{\eta}_3 + B_{33}\dot{\eta}_3 + C_{33}\eta_3 + A_{35}\ddot{\eta}_5 + B_{35}\dot{\eta}_5 + C_{35}\eta_5 &= F_3 e^{i\omega_e t} \\ A_{53}\ddot{\eta}_3 + B_{53}\dot{\eta}_3 + C_{53}\eta_3 + (A_{55} + I_5)\ddot{\eta}_5 + B_{55}\dot{\eta}_5 + C_{55}\eta_5 &= F_5 e^{i\omega_e t} \end{aligned} \quad (2.1.5)$$

Burada

M : Geminin kütlesi

A33 : Dalıp çıkmadan dolayı eksü kütlesi

B33 : Dalıp çıkmadan dolayı sönüm kuvveti

A55 : Baş kış vurmada dolay eksü kütlesi

B55 : Baş kış vurmada dolay sönüm kuvveti

A35 : Baş kış vurmanın dalıp çıkma üzerindeki etkisinden dolay eksü kütlesi

B35 : Baş kış vurmanın dalıp çıkma üzerindeki etkisinden dolay sönüm kuvveti

I5 : Baş kış vurma kütle atalet momenti

$$I_5 = \Delta k_{yy}^2 \quad (2.1.6)$$

k_{yy} : baş-kış vurma jirasyon yarıçapı

Geminin hareketleri harmonik olduğundan $\eta_k = |\bar{\eta}_k| \cos(\omega_e t + \varepsilon_k) = \bar{\eta}_k e^{i\omega_e t}$ yazılabilir. Burada $\bar{\eta}_k$ modundaki hareketin kompleks genliğidir.

$$\bar{\eta}_k = \bar{\eta}_{kR} + i\bar{\eta}_{kI} \quad (2.1.7)$$

Bu durumda hız ve ivmeyi elde etmek üzere zamana göre birinci ve ikinci türevler alınırsa

$$\dot{\eta}_k = i\omega_e \bar{\eta}_k e^{i\omega_e t} \quad \text{ve} \quad \ddot{\eta}_k = -\omega_e^2 \bar{\eta}_k e^{i\omega_e t} \quad (2.1.8)$$

olacaktır. Bunların denklemde yerine konması ile $e^{i\omega_e t}$ terimi yok olacaktır.

$$\begin{aligned} -\omega_e^2 (M + A_{33}) \bar{\eta}_3 + i\omega_e B_{33} \bar{\eta}_3 + C_{33} \bar{\eta}_3 - \omega_e^2 A_{35} \bar{\eta}_5 + i\omega_e B_{35} \bar{\eta}_5 + C_{35} \bar{\eta}_5 &= F_3 \\ -\omega_e^2 A_{53} \bar{\eta}_3 + i\omega_e B_{53} \bar{\eta}_3 + C_{53} \bar{\eta}_3 - \omega_e^2 (A_{55} + I_5) \bar{\eta}_5 + i\omega_e B_{55} \bar{\eta}_5 + C_{55} \bar{\eta}_5 &= F_5 \end{aligned} \quad (2.1.9)$$

Bu denklemdeki $F_3, F_5, \bar{\eta}_3$ ve $\bar{\eta}_5$ terimleri de kompleks olup aşağıdaki gibi reel ve sanal kısımlara sahiptir.

$$\begin{aligned}
F_3 &= F_{3r} + iF_{3i} \\
F_5 &= F_{5r} + iF_{5i} \\
\bar{\eta}_3 &= n_{3r} + in_{3i} \\
\bar{\eta}_5 &= n_{5r} + in_{5i}
\end{aligned} \tag{2.1.10}$$

Bunların hareket denkleminde yerine konarak reel ve sanal kısımların ayrılması ile dalıp çıkma ve baş kış vurma hareket denklemi aşağıdaki şekle dönüştürülebilir:

$$\begin{aligned}
P\bar{\eta}_3 + Q\bar{\eta}_5 &= F_3 \\
R\bar{\eta}_3 + S\bar{\eta}_5 &= F_5
\end{aligned} \tag{2.1.11}$$

Burada

$$\begin{aligned}
P &= -\omega_e^2(M + A_{33}) + i\omega_e B_{33} + C_{33} \\
Q &= -\omega_e^2 A_{35} + i\omega_e B_{35} + C_{35} \\
R &= -\omega_e^2 A_{53} + i\omega_e B_{53} + C_{53} \\
S &= -\omega_e^2(I_5 + A_{55}) + i\omega_e B_{55} + C_{55}
\end{aligned} \tag{2.1.12}$$

Bu denklemin çözümü aşağıdaki gibi olacaktır.

$$\bar{\eta}_3 = \frac{F_3 S - F_5 Q}{PS - QR} \quad \bar{\eta}_5 = \frac{F_5 P - F_3 R}{PS - QR} \tag{2.1.13}$$

Böylece, $\bar{\eta}_3 = |\bar{\eta}_3| \cos(\omega_e t + \varepsilon_3)$ denkleminde, dalıp-çıkma hareketinin genliği $|\bar{\eta}_3|$:

$$|\bar{\eta}_3| = \sqrt{\bar{\eta}_{3R}^2 + \bar{\eta}_{3I}^2} \tag{2.1.14}$$

ve hareketin fazı : ε_3

$$\varepsilon_3 = \tan^{-1} \left(\frac{\bar{\eta}_{3I}}{\bar{\eta}_{3R}} \right) \tag{2.1.15}$$

elde edilir.

A33, B33, A35, B35, A53, B53, A55, B55 toplam eksu ve sönüm kuvveti değerleri olup iki boyutlu kesitsel değerler cinsinden aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (dilim teorisi yaklaşımı).

$$A_{33} = \int_0^L a_{33} dx \tag{2.1.16}$$

$$B_{33} = \int_0^L b_{33} dx \quad (2.1.17)$$

$$A_{35} = -\int_0^L x a_{33} dx - \frac{V}{\omega_e^2} B_{33} \quad (2.1.18)$$

$$B_{35} = -\int_0^L x b_{33} dx + V A_{33} \quad (2.1.19)$$

$$A_{53} = -\int_0^L x a_{33} dx + \frac{V}{\omega_e^2} B_{33} \quad (2.1.20)$$

$$B_{53} = -\int_0^L x b_{33} dx - V A_{33} \quad (2.1.21)$$

$$A_{55} = \int_0^L x^2 a_{33} dx + \frac{V^2}{\omega_e^2} A_{33} \quad (2.1.22)$$

$$B_{55} = \int_0^L x^2 b_{33} dx + \frac{V^2}{\omega_e^2} B_{33} \quad (2.1.23)$$

C_{jk} hidrostatik katsayıları aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$C_{33} = \rho g A_{WP} \quad (2.1.24)$$

$$C_{35} = C_{53} = -\rho g \int_0^L x B(x) dx \quad (2.1.25)$$

$$C_{55} = \rho g \int_0^L x^2 B(x) dx \quad (2.1.26)$$

Burada $B(x)$ kesitteki su hattı genişliğidir.

İki boyutlu eksu (A_{33}) ve sönüm kuvveti (B_{33}) katsayılarını hesaplamak üzere iki farklı yöntem kullanılabilir. Lewis form yönteminde gemi formları Lewis form adı verilen trigonometrik formlarla temsil edilir ve ek-su ve sönüm katsayıları konform dönüşümü ile hesaplanır. Frank Close-fit yönteminde ise her bir kesit çok sayıda segmente ayrılır ve her bir segmentin ortasına bir kaynak yerleştirilerek buralarda sınır koşullarını sağlayan hız

potansiyelleri hesaplanır. Hız potansiyelinden kuvvete geçilir ve buradan eksu ve sönüm katsayıları bulunur. Lewis form yöntemi yumru baş ve çeneli form gibi bazı kesitlerin temsilinde oldukça başarısız olmakla birlikte Frank Close-fit yöntemi ile her türlü kesiti temsil etmek mümkündür. Ancak bu yöntem daha çok bilgisayar zamanı gerektirir ve yüksek frekanslarda problem çıkarabilir.

Gemiye etkiyen dalga kuvvetlerini hesaplayabilmek için bu kuvvetlerin gemiye gelen ve gemiden yansıyan dalga etkilerinin toplamı olarak düşünülmesi yararlıdır. Yani;

$$F_j = F_j^I + F_j^D \quad (2.1.27)$$

Dalıp çıkma ve baş kış vurma hareketinde gemiye gelen dalgaların neden olduğu kuvvet aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$F_3^I = \int_0^L e^{-ikx \cos \mu} f_3(x) dx \quad (2.1.28)$$

$$F_5^I = - \int_0^L e^{-ikx \cos \mu} x f_3(x) dx \quad (2.1.29)$$

Gemiden yansıyan dalgaların neden olduğu kuvvet ise

$$F_3^D = \int_0^L e^{-ikx \cos \mu} h_3(x) dx \quad (2.1.30)$$

$$F_5^D = - \int_0^L e^{-ikx \cos \mu} \left(x + \frac{V}{i\omega_e} \right) h_3(x) dx \quad (2.1.31)$$

Burada f_3 ve h_3 aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$f_3(x) = \rho g \zeta \int_C N_3 e^{-iky \sin \mu} e^{kz} d\ell \quad (2.1.32)$$

$$h_3(x) = \rho g \zeta \int_C (iN_3 + N_1 \cos \mu + N_2 \sin \mu) e^{-iky \sin \mu} e^{kz} \psi_3(y, z) d\ell \quad (2.1.33)$$

Burada;

ζ :dalga genliği,

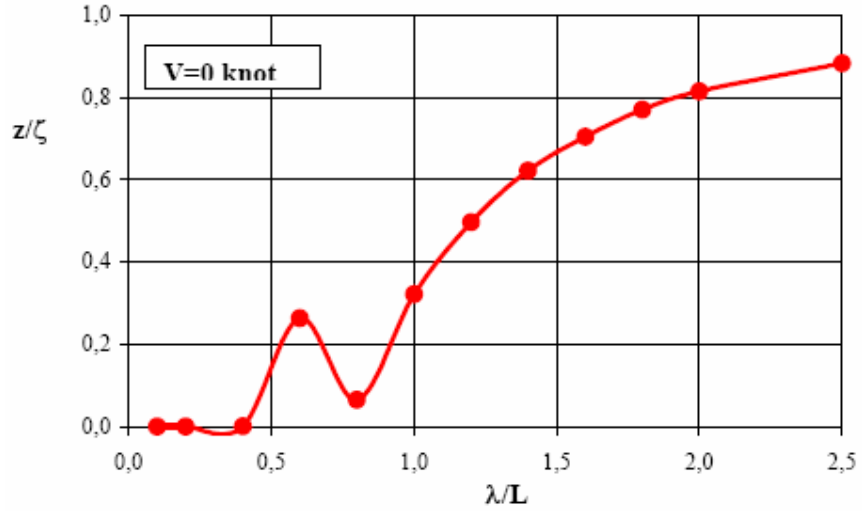
μ : dalga yönü

ψ :hız potansiyeli

ω :dalga frekansı

N :birim normal

Bir tekneye ait 0 knot hızdaki dalıp çıkma transfer fonksiyonu Şekil 1.6' da sunulmaktadır.



Şekil 1.6 Baştan gelen dalgalarda dalıp çıkma genliği

2. DİZAYN VERİ TABANI OLUŞTURULMASI

2.1 Dizayn Stratejisi

Kavram dizayn aşamasında gemi davranışlarını elde etmek için yaklaşık yöntemlerden yararlanılır. Yaklaşık yöntem geliştirmede yaygın olarak istatistiki yöntemlere başvurulur. Uygun bir veritabanı temelinde geliştirilen bir yaklaşık yöntem, hızlı ve doğru sonuç sağlamasının yanı sıra diğer hesaplamalarla birlikte de kullanılmaya elverişli olup dizayn parametreleri ve performans değişimleri arasındaki ilişkilerin ayrıntılı olarak incelenebilmesine de imkan verir. Ayrıca bu bağıntılar optimizasyon çalışmaları için amaç fonksiyonu niteliğindedirler.

Denizcilik belirleme yöntemleri temel olarak, gemi hareketleri ve diğer ilgili davranışların modellenmesinde lineer hidrodinamik teoriye dayalıdır. Gemi hareketleri için dilim teorisinin uygulama sonuçları genellikle yeterli doğruluğa sahiptir. (LOUKAKIS ve diğ., 1975)

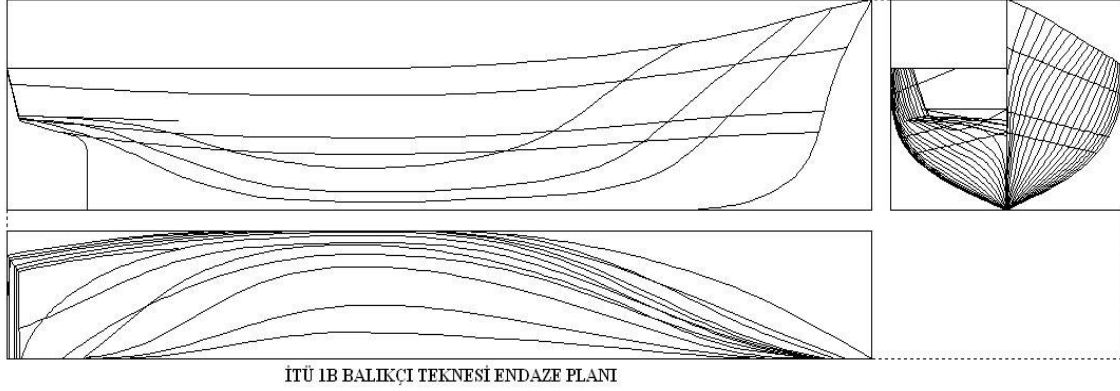
Bu çalışmada, belirli sayıda değişik geometrilere sahip balıkçı teknelerinin denizcilik çıktıları yani genlik karşılık fonksiyonları, en küçük kareler metodunu temel alan çoklu regresyon tekniği yaklaşık bağıntılar haline getirilmiştir. Gerek tekne geometrik verileri ve gerekse denizcilik verileri sistematik bir veritabanında depolanmıştır. Sonuç olarak, amaçlanan belirli bir konum için düzenli dalgalı durumda dalıp-çıkma, baş-kıç vurma hareket davranışları etkileyen bağımsız parametreler tanımlanmıştır. Analiz, belirli bir balıkçı gemisi sınıfı ile sınırlandırılmıştır. Sonuç olarak, geminin dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketlerine ait genlik karşılık fonksiyonları tekne parametreleri cinsinden, gerçek deniz şartlarında karşılaşılan değişik dalga boyları için yaklaşık olarak hesaplanabilmektedir.

2.2 Tekne Formu Veritabanı

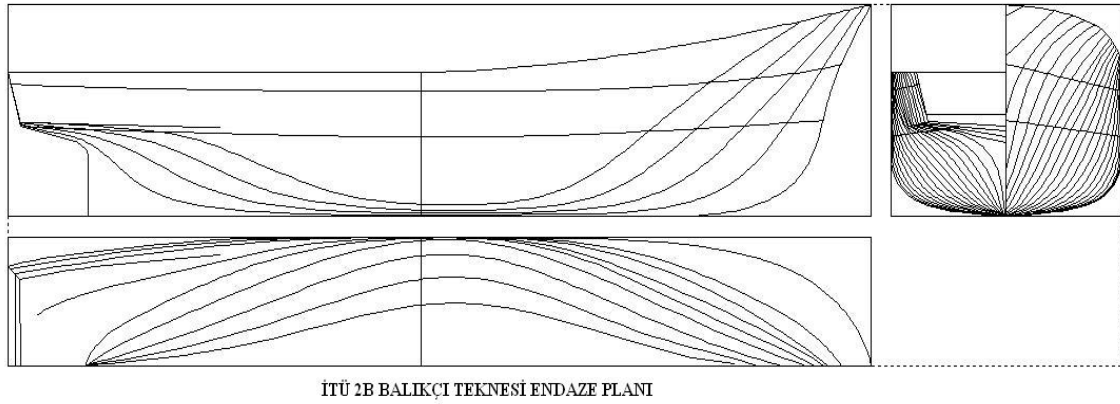
İTÜ Serisi tekne formu veritabanında, 148/1-B, 148/2-B, 148/3-B, 148/4-B ve 148/5-B ile birlikte 148/3-B ve 4-B' nin en kesitleri muhafaza edilip boyları uzatılarak türetilmiş sırasıyla 148/6-B, 148/8-B ve 148/7-B, 148/9-B formları ve ayrıca 148/3-K ve 148/4-K karpuz kıçlı tekneler olmak üzere toplam 11 form yer almaktadır. Teknelerin yükleme durumları (KAFALI, 1980)'nin verdiği üç ayrı su-çekimi değerleri ($T_1= 1.7145$, $T_2= 2.2860$ ve $T_3=2.8575$ m.) ile temsil edilmektedir (Çizelge 1.2). Yükleme durumları tekne koduna ek rakamlar halinde ifade edilmiştir.

Teknelerin endaze planları bilgisayar ortamına girilmiş ve titiz form düzeltme çalışmaları

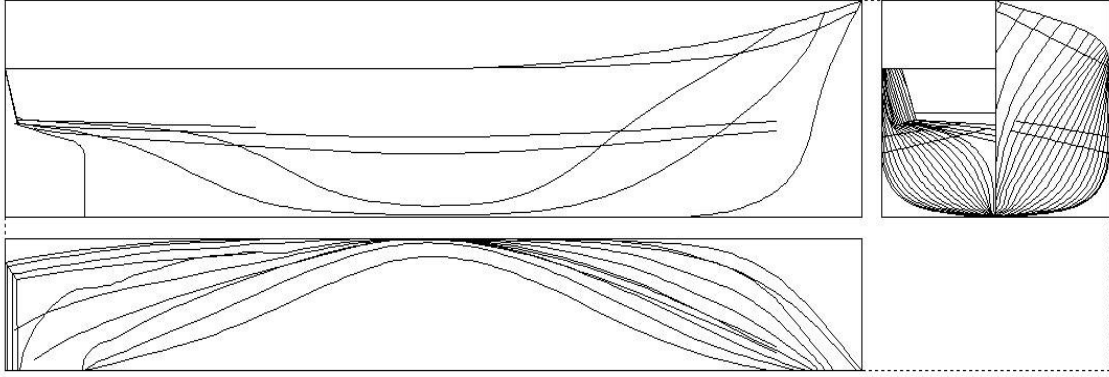
temel hidrostatik hesaplar yardımıyla doğrulanarak form parametreleri veritabanına yerleştirilmiştir. Çizelge 1.2’de verilen tekne formlarının düzeltilmiş görüntüleri Şekil (2.1a, b, c, d, e, f)’de verilmiştir.



Şekil 2.1-a İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 1B Endaze Planı

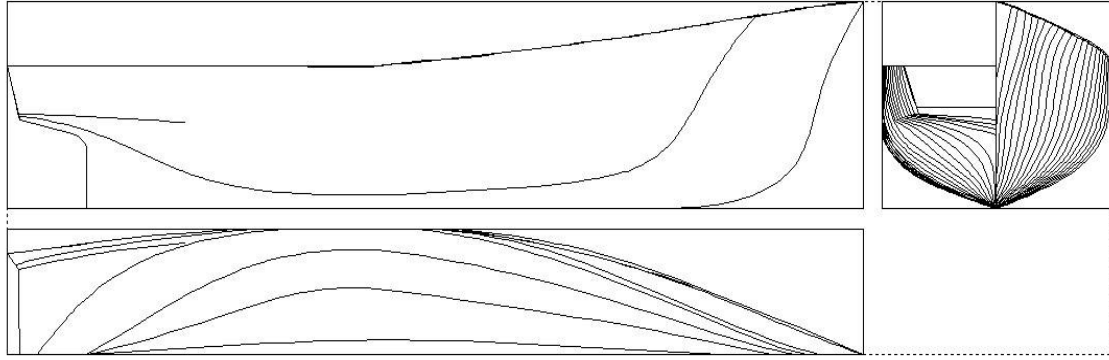


Şekil 2.1-b İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 2B Endaze Planı



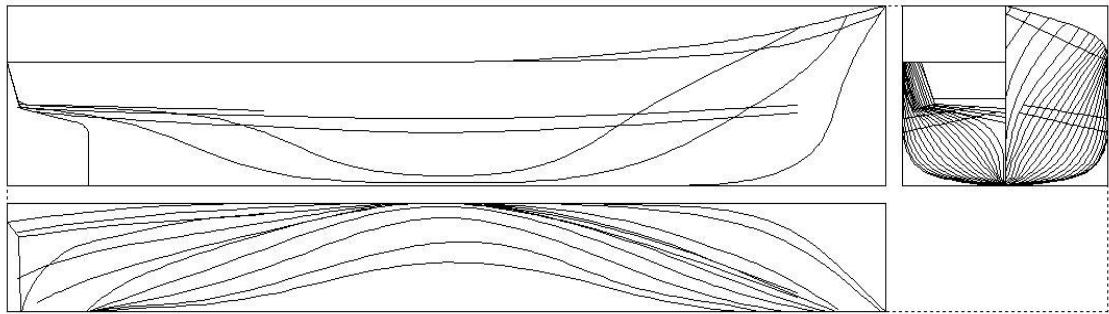
İTÜ 4B BALIKÇI TEKNESİ ENDAZE PLANI

Şekil 2.1-c İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 4B Endaze Planı



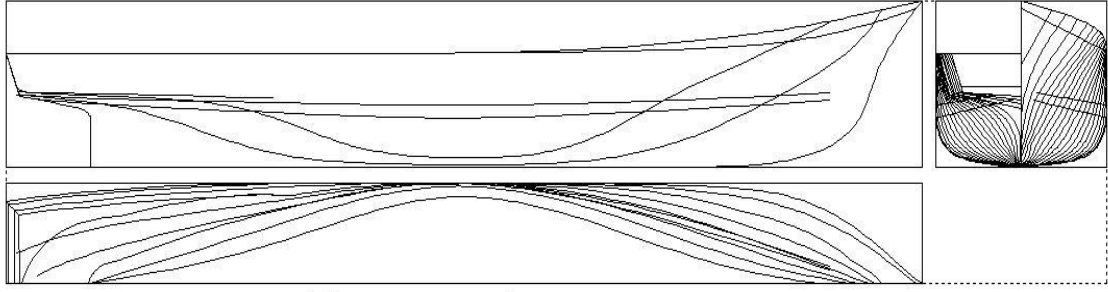
İTÜ 5B BALIKÇI TEKNESİ ENDAZ PLANI

Şekil 2.1-d İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 5B Endaze Planı



İTÜ 7B BALIKÇI TEKNESİ ENDAZE PLANI

Şekil 2.1-e İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 7B Endaze Planı



İTÜ 9B BALIKÇI TEKNESİ ENDAZE PLANI

Şekil 2.1-f İ.T.Ü. Balıkçı Serisi 9B Endaze Planı

Çizelge 2.1- a İTÜ Serisinin Form Parametreleri

Gemi No	L _{WL} (m)	L/Δ ^{1/3}	L/B	B/T	C _{WP}	C _{VP}	LCF/L	LCB/L
1	18.50	4.8120	3.5300	3.0500	0.6510	0.5620	0.5864	0.5646
2	20.00	4.3270	3.5000	2.5000	0.7300	0.5720	0.5991	0.5469
3	20.34	3.8306	3.4800	2.0400	0.7530	0.6190	0.5808	0.5535
4	18.50	4.0920	3.2800	3.3300	0.6930	0.5950	0.5319	0.5207
5	20.00	3.8539	3.5000	2.5000	0.7890	0.5990	0.5471	0.4992
6	20.34	3.5197	3.5500	2.0000	0.8360	0.6350	0.5319	0.5034
7	18.50	4.6936	3.4000	3.1700	0.6590	0.5910	0.5862	0.5612
8	20.00	4.2261	3.5000	2.5000	0.7270	0.6070	0.5901	0.5419
9	20.34	3.7853	3.4000	2.0400	0.7470	0.6270	0.5730	0.5468
10	18.50	4.2352	3.2300	3.3300	0.6550	0.5400	0.5340	0.5223
11	20.00	3.9497	3.5000	2.5000	0.7890	0.5590	0.5513	0.5013
12	20.34	3.5547	3.5500	2.0000	0.8360	0.6190	0.5333	0.5067
13	18.50	4.4482	3.3500	3.2200	0.6880	0.6250	0.5763	0.5605
14	20.00	4.1019	3.5000	2.5000	0.7450	0.6160	0.5769	0.5351
15	20.34	3.6884	3.4800	2.0400	0.7530	0.6880	0.5642	0.5383
16	21.28	5.1673	3.9100	3.1700	0.6550	0.5860	0.5096	0.4879
17	22.86	4.6429	4.0000	2.5000	0.7270	0.5980	0.5163	0.4741
18	23.19	4.1372	3.9700	2.0400	0.7490	0.6250	0.5026	0.4796
19	21.28	4.6699	3.7200	3.3300	0.6510	0.5330	0.4643	0.4541
20	22.86	4.3353	4.0000	2.5000	0.7890	0.5530	0.4824	0.4386
21	23.19	3.9145	4.0500	2.0000	0.8380	0.6020	0.4660	0.4436
22	27.06	6.0708	4.9700	3.1700	0.6440	0.5850	0.4008	0.3837
23	28.57	5.3692	5.0000	2.5000	0.7270	0.6040	0.4131	0.3793
24	28.89	4.7795	4.9400	2.0400	0.7510	0.6290	0.4034	0.3850
25	27.06	5.5016	4.7300	3.3300	0.6400	0.5270	0.3665	0.3576

Çizelge 2.1- b İTÜ Serisinin Form Parametreleri

Gemi No	L_{WL} (m)	$L/\Delta^{1/3}$	L/B	B/T	C_{WP}	C_{VP}	LCF/L	LCB/L
26	28.57	5.0233	5.0000	2.5000	0.7890	0.5550	0.3828	0.3503
27	28.89	4.5050	5.0500	2.0000	0.8400	0.6130	0.3745	0.3563
28	18.48	4.6757	3.3800	3.1800	0.6520	0.5630	0.5813	0.5615
29	20.00	4.2436	3.5000	2.4900	0.6800	0.5740	0.5628	0.5326
30	18.45	4.2124	3.2300	3.3300	0.6940	0.5430	0.5510	0.5322
31	20.00	3.9470	3.5000	2.5000	0.7480	0.5570	0.5303	0.5020
32	20.58	3.6349	3.6000	2.0000	0.8030	0.5900	0.5148	0.4962

2.3 Denizcilik Veritabanı

Gemi veritabanında nüfus (popülasyonu) 32 tekne formundan oluşmaktadır. 11 tekne formu her biri 3 yükleme durumu ile toplam 33 durum ele alınmıştır. Bir tekne değerlendirmeye alınmamıştır. Denizcilik hesaplarında, dilim teorisi Frank Close-fit yöntemine dayalı frekans domeninde iki boyutlu bir bilgisayar programı (Fortran Adria, Fortran Gretel) kullanılmıştır. En kesitler ve postaların tanımlanmasında kullanılan gemi geometri hassasiyeti yüksek tutulmuştur.

Tek gövdeli gemiler için baştan gelen dalgalar denizcilik için genellikle en çok dikkate alınması gereken durumdur. Bu nedenle, teknenin denizcilik hesaplarına baştan gelen dalgalar önemli bir referans oluşturur. Bu çalışmada, baştan gelen dalgalarda en belirgin hareketler olan düşey hareketler ve bunlara ait kinematik hesaplamalar yapılmıştır. Yalpalama önemli bir gemi hareketi olmasına karşın hesaplamalarda dikkate alınmamıştır. Sonuçlar, düzgün dalgalarda boyutsuz transfer fonksiyonları halinde derlenmiştir. Transfer fonksiyonları bir dizaynın temel denizcilik karakteristiğini içermektedir. Hesaplamalar, altı farklı gemi hızı için 0.0, 0.0735, 0.1470, 0.2206, 0.2941 ve 0.3676 boyutsuz sabit Froude sayılarında yapılmıştır. Bu hızlar limandan ayrılış, ağ bırakma/toplama ve limana dönüş sırasındaki tüm hızları kapsayacak şekilde dikkate alınmıştır.

2.4 Dizayn Parametrelerinin Tanımlanması

Dizayner açısından denizcilik sonuçlarının değerlendirilmesi sırasında karşılaşılan en önemli sorun, literatürde vurgulandığı üzere dizayn parametrelerinin seçimidir (MOOR, 1967; Moor

and Murdey, 1968; Loukakis and Chrysostomidis, 1975; Bales, 1980; Wijngaarden, 1984). Bu nedenle, öncelikle genel görüşe uygun modellemelerle incelemeye başlanabilir. Bağımsız değişkenlerin adedi gemi formunu temel olarak tanımlayacak biçimde mümkün olduğunca az olmalı ve birbiri arasında korelasyon olmamalıdır. Çizelge 2’de başlangıç dizayn aşamasındaki denizcilik tahminleri için kullanılan temel modeller özetlenmiştir.

Çizelge 2.2 Denizcilik Modellerinin Başlıca Özeti (ŞAYLI ve diğ., 2007)

Model Tanımı	Regresyon Değişkeni	Açıklama
(Moor, 1967)	$L/B, L/T, CWP, k_{yy}/L, V/L^{1/2}$	Gemilerin eğilme momenti veri tabanı
(Moor and Murdey, 1968)	$L/\nabla^{1/3}, L/B, L/T, CB, CWP, LCB, k_{yy}/L, V/L^{1/2}$	Gemilerin RMS veri tabanı
(Loukakis and Chrysostomidis, 1975)	$L/B, B/T, CB, Fn$	Seri 60 Gemilerinin RMS
(Nabergoj et al., 2003)	$L/\nabla^{1/3}, T/B, CVP, LCF, LCB, CVPF, BML$	Akdeniz tipi balıkçı gemiler için RMS
(Bales, 1980)	$T/L, c/L, CWPF, CWPA, CVPF, CVPA$	Savaş Gemisi
(Wijngaarden, 1984)	$L/B, L/T, CP^4, CWP, LCF, LCB$	Araştırma Gemisi
(Nabergoj et al., 1989)	$T/L, c/L, CWPF, CWPA, CVPF, CVPA$	Trawler Tipi Balıkçı Teknesi
(Trincas et al., 2001)	$L, T/B, L^2/BT, AWP/\nabla^{2/3}, CPVF, CPVA, BML/L^3B, (LCB-LCF)\nabla, LCB\nabla^{1/3}$	Akdeniz Tipi Balıkçı Teknesi
(Alkan, 2003)	$L/B, L/T, B/T, CB, CP, CM, CVP, CWP, L/\nabla^{1/3}, LCB, LCF$	

Temel katı cisim mekaniği denklemlerinde olduğu gibi denizcilik teorisinde seyir halindeki gemi, dış etkiler olarak dalga ve rüzgar uyarmalarına; atalet, ek-kütle, sönüm ve doğrultucu kuvvetler ile karşılık vermektedir. Atalet kuvvetleri, yapısal kütle ve dağılımına bağlıdır. Ek-kütle ve sıvı sönüm kuvvetleri, geminin hızına, deplasman hacmine ve en kesiti alanları ile birlikte genişlik-su-çekimi oranının boyuna dağılımına bağlıdır. Doğrultucu kuvvetler teknenin geometrisine (deplasman, su-hattı alanı ve genişliğin boyuna dağılımı) bağlıdır. Sonuç olarak, gemi hareketleri; deniz durumu, gemi hızı ve yönü ile birlikte ana boyutlar, su-hattı alan geometrisi, en kesit alanları ve su-çekimine göre değişmektedir.

Regresyon modelleri açısından ele alınacak olursa, çok çeşitli regresyon değişken kombinasyonları kullanılabilir. Bu çalışmada, tekne geometrisi, ağırlık ve hız karakteristiklerinin etkileri ele alınmıştır. Kullanılan parametreler aşağıda verilmektedir:

- Deplasman (Δ) ve ana boyutlar (L, B, T),
- Alan katsayıları ve hidrostatik merkezler (CWP, CVP, LCF, LCB)
- Ağırlık merkezinin boyuna ve enine konumu (LCG, VCG)
- Seyir hızı.

Gemi hareketleri ve ilgili ivmeler ile korelasyona sahip bu temel parametrelerden, ilk iki grup tekne geometrik özelliklerini ve üçüncü grup ise teknenin mekanik özelliklerini tanımlamaktadır. Güverte ıslanması ve dövünme gibi olaylar burada dikkate alınmadığından teknenin su-hattı üzerindeki geometrisi ihmal edilmiştir. Boyuna atalet yarıçapının sabit, ($k_{yy}/L = 0.26$) kabulü ile gemilerin ağırlık dağılımları benzer hale getirilmiştir.

Yeterli sadelikte ve güvenilir regresyon modelleri oluşturulmasında, başlangıçta az sayıda regresyon parametresi ile başlanılmaktadır. Ardından, söz konusu yaklaşım denklemi için gerekli hassasiyet sağlanıncaya kadar regresyon parametresi sayısı artırılmaktadır. Çizelge 2.3’de kurulan regresyon modelleri ve parametreler görülmektedir. Hızı yansıtan Froude sayısı eğrinin tepe yaptığı yüksek dereceye uyum sağlaması açısından, Fn ’ye ilave olarak Fn^2 parametresi kullanılmıştır.

Çizelge 2.3 Regresyon Modelleri ve Parametreler

Model	Açıklama	Boyutsuz Oranlar	Gemi Form Parametreleri	Hız
I	Model 1	$L/\nabla^{1/3}$, L/B , B/T		F_n, F_n^2
II	Model 2	$L/\nabla^{1/3}$, L/B , B/T	C_{WP} , C_{VP}	F_n, F_n^2
III	Model 3	$L/\nabla^{1/3}$, L/B , B/T	C_{WP} , C_{VP} , LCF/L , LCB/L	F_n, F_n^2

2.5 Regresyon Analizi

2.5.1 Eğri Uydurma

Veriler çoğu kez bir süreklilik boyunca farklı değerler için verilir. Ancak, gemi mühendisliğinde sık karşılaşıldığı gibi farklı değerler arasındaki noktalarda tahmin yapılması gerekebilir. Ayrıca, karmaşık bir fonksiyonunun basitleştirilmiş bir haline gerek duyulabilir. Bunu yapmanın bir yolu, ilgilenilen aralık boyunca belli sayıdaki farklı noktalarda fonksiyonun değerlerini hesaplamaktır. Daha sonra, bu değerlere uyan basit bir fonksiyon türetilir. Bu uygulamaların her ikisi de eğri uydurma olarak bilinir.

Eğri uydurma için, verilerle ilgili hatanın büyüklüğüne bağlı olarak birbirinden ayrılan iki yaklaşım vardır. İlk yaklaşımda, verilen önemli derecede hata veya “karmaşa” gösterdiği yerde strateji, verilerin genel eğilimi gösteren bir tek eğri türetmektir. Herhangi bir veri noktası kesin olmayacağından, her noktadan geçmek için bir çaba harcamak anlamlı olmayacaktır. Daha doğrusu, eğri bir grup olarak alınan noktaların genel şeklini izleyecek şekilde tasarlanır. Bu yapıdaki yaklaşımlardan biri de en küçük kareler regresyonudur.

İkinci yaklaşımda, verilerin çok hassas olarak bilindiği durumda temel yaklaşım, bu noktaların her birinden geçen bir eğri veya eğri ailesi uydurmaktır. Bu tür veriler genellikle tablolardan oluşur. Sıcaklığın bir fonksiyonu olarak suyun yoğunluğu veya gazların ısı kapasitesi buna birer örnektir. İyi bilinen ayırık noktalar arasındaki değerlerin tahmin edilmemesi, interpolasyon olarak adlandırılır.

2.5.2 En Küçük Kareler Regresyonu

Verilerde önemli hatalar olduğunda, polinom interpolasyonu uygun değildir. Bu gibi durumlar için çok daha uygun bir strateji, her bir noktaya uyması gerekmeksizin, verilerin genel eğilimine veya şekline uyan bir yaklaşım fonksiyonu türetmektir. Herhangi bir noktadan geçmeksizin verilerin genel eğilimini karakterize eden düz bir doğrunun belirlemenin bir yolu, çizilen noktaların görsel incelenmesi ve daha sonra bu noktalardan “en iyi” uyan

doğrunun çizilmesidir. Bu tür “göze dayalı” yaklaşımların duygusal bir cazibe taşımasına ve “kabataslak” hesaplamalar için geçerli olmasına karşın etkili değildir, çünkü keyfidir. Yani, noktalar tam bir düz doğru (bu durumda interpolasyon uygun olabilir) oluşturmadıkça, farklı analizciler farklı doğrular çizer.

Bu öznelliği ortadan kaldırmak amacıyla, eğri uydurma için bir temel oluşturmak üzere bazı kriterler geliştirilmelidir. Bunu yapmanın bir yolu, veri noktaları ve eğri arasındaki farkları minimum yapan bir eğri üretmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için en küçük kareler regresyonu diye adlandırılan bir teknik kullanılmaktadır.

2.5.3 Doğrusal Regresyon

En küçük kareler yaklaşımını en basit örneği bir gözlem çiftleri setine düz bir doğru uydurmaktır: $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$. Düz doğrunun matematiksel ifadesi:

$$y = a_0 + a_1 \cdot x + e \quad (2.5.3.1)$$

Şeklinde, burada a_0 ve a_1 , sırasıyla kesme noktası ve eğimi göstermektedir, e ise gözlemler ve model arasındaki hata veya artık olup, şöyle ifade edilebilir:

$$e = y - a_0 - a_1 \cdot x \quad (2.5.3.2)$$

Bu nedenle, hata veya artık, y' nin gerçek değeri ile doğrusal denklemi ile tahmin edilmiş yaklaşık değeri arasındaki faktör.

Verilerden “en iyi” doğruyu geçirmenin yolu, bütün mevcut veriler için artıkların toplamını minimum yapmaktır:

$$\sum e_i = \sum (y_i - a_0 - a_1 \cdot x_i) \quad (2.5.3.3)$$

Ancak iki noktayı birleştiren düz bir doğruyu gösteren aşağıdaki şekilde de açıklandığı gibi, bu uygun olmayan bir kriterdir. Aslında, en iyi uyum, noktaları birleştiren durumdur. Ancak noktaları birleştiren doğrunun (tam dikey bir doğru olmamak şartıyla) ortasından geçen herhangi bir düz doğru, hatalar birbirini götürdüğü için toplam artığın değerini sifıra eşitleyerek minimum yapar.

Bu nedenle, diğer bir mantıksal kriter, farkların mutlak değerinin toplamının minimum yapılması olabilir.

$$\sum |e_i| = \sum |y_i - a_0 - a_1 \cdot x_i| \quad (2.5.3.4)$$

Yukarıdaki şekilde bu kritere neden uygun olmadığını göstermektedir. Gösterilen dört nokta için, kesikli çizgiler arasındaki herhangi bir düz doğru toplamın mutlak değerini minimum yapacaktır. Bu nedenle, bu kriter de tek bir en iyi durumu vermez.

En iyi doğruyu geçirmek için üçüncü bir strateji minim aks kriteridir. Bu teknikte, doğrudan sapan herhangi bir noktanın maksimum uzaklığını minimum yapan doğru seçilir. Yukarıdaki açıklandığı gibi, bu strateji regresyon için uygun değildir. Çünkü aykırı değerden, yani büyük bir hataya sahip olan tek bir noktadan aşırı etkilenir. Minim aks yöntemi bazen, karmaşık bir fonksiyona basit bir fonksiyon uydurmak için çok uygun olabilir.

Az önce anılan yaklaşımların eksikliğini gideren bir strateji, ölçülen y ile doğrusal model ile hesaplanmış olan y arasındaki artıkların karelerinin toplamının minimum yapılmasıdır.

$$Sr = \sum e_i^2 = \sum (y_i, \text{ölçülen} - y_i, \text{model})^2 \quad (2.5.3.5)$$

Bu kriterin, verilen bir veri seti için sadece bir doğru vermesi gibi bazı avantajları vardır.

Denklem (2.5.3.5)' i minimum yapan a_0 ve a_1 değerleri ise;

$$a_1 = \{[n \cdot \sum (x_i \cdot y_i)] - (\sum x_i \cdot \sum y_i)\} / \{[n \cdot \sum (x_i^2)] - (\sum x_i)^2\} \quad (2.5.3.6)$$

$$a_0 = y - a_1 \cdot x \quad (2.5.3.7)$$

şeklinde olur.

Burada x ve y , sırasıyla x ve y ' nin ortalaması, n ise toplam nokta sayısıdır. Elde edilen değerler aşağıdaki denklemde yerine konduğunda doğrunun denklemi bulunur.

$$y = a_1 \cdot x + a_0 \quad (2.5.3.8)$$

2.5.4 Çoklu Regresyon Analizi

Çoklu regresyon analizi iki değişkenli regresyon analizinin bir türevidir. Birden fazla bağımsız değişken kullanılarak, bağımlı değişkenin değeri belirlenmektedir. Regresyon denklemi en küçük kareler yöntemi yardımıyla türetilmiştir. Yöntemde aşağıda verilmiş düşük mertebeden denklemler kullanılmaktadır:

$$\hat{Y} = A_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + \dots + A_n X_n \quad (2.5.4.1)$$

Burada, $\hat{Y}$ hesaplanan bağımlı değişken, $X_1, X_2, \dots, X_n$ bağımsız değişkenler, Y ve $A_0, A_1, \dots, A_n$ bağımlılık etkilerinin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini gösteren sabitlerdir. Çoklu

regresyon analizi Chi-Square testi ile çözülebilir. Formülün genel hali için, (1) denkleminin katsayıların belirlenmesinde kullanılan matris aşağıda verilmiştir.

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} A_0 \\ A_1 \\ \dots \\ A_k \end{bmatrix} \quad (2.5.4.2)$$

Aşağıdaki ifadeden regresyon katsayılar matrisi hesaplanmaktadır:

$$A = (X^T X)^{-1} \times (X^T Y) \quad (2.5.43)$$

Bu çalışmada MatLab programı MySQL-sunucu veritabanı ile konuşturulmaktadır. Veritabanından alınan bilgiler MatLab programı içerisindeki regresyon işleminde kullanılmaktadır. Veritabanındaki muhtemel değişimler, sistemin tamamının yeni baştan oluşturulmasına gerek olmadan sistem tarafından değerlendirilebilmektedir.

2.6 Gemi Hareketleri Regresyon Modelleri

Denizcilik veritabanında, dizayn bölgesindeki (dalga boyu ve gemi hızı) belirli noktalar için gemi yanıtı değerleri bulunmaktadır. Veritabanı, bağımsız değişkenlerin değiştirilmesi ile sayısal ve istatistiksel türetilen değerler arasındaki ilişki belirlenmiştir. İzleme testleri, istatistik parametrelerinin (R^2 , deney sonuçları, vb.) kontrolünde yeterli olmuştur. Böylelikle, lineer regresyon analizinin oldukça geniş bir aralıktaki bağımlı değişken için geçerli olduğu kanıtlanmıştır. Önerilmiş lineer regresyon modelleri aşağıda verilmiştir:

I) Model 1

$$\frac{z}{a} = A_0 + A_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + A_2 \frac{L}{B} + A_3 \frac{B}{T} + A_4 Fn + A_5 Fn^2 \quad (2.4)$$

$$\frac{\theta}{\alpha} = B_0 + B_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + B_2 \frac{L}{B} + B_3 \frac{B}{T} + B_4 Fn + B_5 Fn^2$$

II) Model 2

$$\frac{z}{a} = A_o + A_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + A_2 \frac{L}{B} + A_3 \frac{B}{T} + A_4 C_{WP} + A_5 C_{PV} + A_6 Fn + A_7 Fn^2 \quad (2.5)$$

$$\frac{\theta}{\alpha} = B_o + B_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + B_2 \frac{L}{B} + B_3 \frac{B}{T} + B_4 C_{WP} + B_5 C_{PV} + B_6 Fn + B_7 Fn^2$$

III) Model 3

$$\frac{z}{a} = A_o + A_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + A_2 \frac{L}{B} + A_3 \frac{B}{T} + A_4 C_{WP} + A_5 C_{PV} + A_6 LCF / L + A_7 LCB / L + A_8 Fn + A_9 Fn^2 \quad (2.6)$$

$$\frac{\theta}{\alpha} = B_o + B_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + B_2 \frac{L}{B} + B_3 \frac{B}{T} + B_4 C_{WP} + B_5 C_{PV} + B_6 LCF / L + B_7 LCB / L + B_8 Fn + B_9 Fn^2$$

Genlikler dalıp-çıkma için z/a , baş-kıç vurma için θ/a ile ifade edilmiştir. Burada z : dalıp-çıkma genliğini, θ : baş-kıç vurma genliğini ve α : dalga ile kuvvet arasındaki faz açısını gösterir.

Denklemlerden elde edilen regresyon katsayıları Çizelge 2.4 a, b, c, d, e, f’de verilmiştir.

Çizelge 2.4-a Model 1 için Regresyon Katsayıları (İTÜ Tekneleri)

Dalıp-Çıkma Transfer Fonksiyonunun Katsayıları							
$\frac{z}{a} = A_o + A_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + A_2 \frac{L}{B} + A_3 \frac{B}{T} + A_4 Fn + A_5 Fn^2$							
λ/L	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R^2
0.50	-0.05259	-0.01117	0.037043	0.032519	-0.76688	1.40715	0.661005
0.75	0.049436	0.014259	0.020377	0.003651	-1.04188	1.671188	0.624567
1.00	-0.57181	0.404125	-0.18381	-0.07097	0.90819	-4.37649	0.768196
1.25	-0.91959	0.424657	-0.13029	0.013045	4.226469	-12.0102	0.659928
1.50	0.68733	0.259982	-0.30756	0.02369	2.737903	-0.06972	0.466535
1.75	1.046132	0.154648	-0.25384	-0.00322	2.267496	2.49551	0.668142
2.00	1.926262	-0.00759	-0.22867	-0.08696	0.287525	9.118743	0.865134
2.50	1.620666	-0.05722	-0.09033	-0.0558	-0.07652	5.161614	0.800826
3.00	1.267829	-0.04575	-0.02776	-0.01781	0.235249	1.641349	0.811057

Çizelge 2.4-b Model 1 için Regresyon Katsayıları (İTU Tekneleri)

Baş-Kıç Vurma Transfer Fonksiyonunun Katsayıları							
$\frac{\theta}{\alpha} = B_0 + B_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + B_2 \frac{L}{B} + B_3 \frac{B}{T} + B_4 Fn + B_5 Fn^2$							
λ/L	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	R^2
0.50	0.081361	-0.0818	0.112456	0.039378	-1.50169	2.872331	0.553338
0.75	-0.23243	0.54018	-0.23293	-0.05236	-6.2318	9.635118	0.842511
1.00	-0.66817	0.667377	-0.10522	0.099432	-4.78714	-0.33004	0.885131
1.25	-1.11023	0.677734	-0.06929	0.200468	4.326205	-20.061	0.734049
1.50	1.625837	0.54904	-0.57223	0.090274	3.517934	-2.39297	0.398804
1.75	1.952247	0.464524	-0.57158	-0.00504	4.250874	0.131405	0.609388
2.00	3.022336	0.24815	-0.56472	-0.14866	1.649111	10.31196	0.833772
2.50	2.208669	0.126625	-0.33029	-0.08323	0.890003	6.468248	0.837327
3.00	1.531344	0.079955	-0.1993	-0.01666	0.707701	3.774999	0.884149

Çizelge 2.4-c Model 2 için Regresyon Katsayıları (İTU Tekneleri)

Dalıp-Çıkma Transfer Fonksiyonunun Katsayıları									
$\frac{z}{a} = A_0 + A_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + A_2 \frac{L}{B} + A_3 \frac{B}{T} + A_4 C_{WP} + A_5 C_{VP} + A_6 Fn + A_7 Fn^2$									
λ/L	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	R^2
0.50	0.11575	-0.00668	0.031987	0.01843	-0.00795	-0.21376	-0.76688	1.40715	0.673239
0.75	-0.53008	0.085619	-0.03464	0.012552	0.607029	0.017147	-1.04188	1.671188	0.655357
1.00	-0.48664	0.365845	-0.15254	-0.05961	-0.27471	0.227485	0.90819	-4.37649	0.77
1.25	0.668952	0.285015	-0.02614	-0.03688	-1.29042	-0.51015	4.226469	-12.0102	0.668217
1.50	3.663785	0.076519	-0.17763	-0.1055	-1.89602	-1.60292	2.737903	-0.06972	0.476875
1.75	3.283346	-0.01597	-0.12889	-0.0854	-1.64351	-0.93402	2.267496	2.49551	0.674689
2.00	2.335921	-0.15852	-0.10597	-0.04743	-1.09977	0.819443	0.287525	9.118743	0.869555
2.50	1.101028	-0.07471	-0.07172	-0.01066	0.000493	0.689659	-0.07652	5.161614	0.804915
3.00	1.03802	-0.03895	-0.03165	-0.00448	0.097232	0.184711	0.235249	1.641349	0.812581

Çizelge 2.4-d Model 2 için Regresyon Katsayıları (İTU Tekneleri)

Baş-Kıç Vurma Transfer Fonksiyonunun Katsayıları									
$\frac{\theta}{\alpha} = B_o + B_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + B_2 \frac{L}{B} + B_3 \frac{B}{T} + B_4 C_{WP} + B_5 C_{VP} + B_6 Fn + B_7 Fn^2$									
λ/L	B_o	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	R^2
0.50	0.112379	-0.04151	0.078611	0.018784	0.26195	-0.36600	-1.50169	2.872331	0.566724
0.75	-0.38152	0.493065	-0.19248	-0.02022	-0.28083	0.546261	-6.23180	9.635118	0.843771
1.00	1.960806	0.350174	0.138938	0.056077	-2.71026	-0.13174	-4.78714	-0.33004	0.891231
1.25	3.881169	0.068045	0.400489	0.121548	-5.19541	-0.18851	4.326205	-20.06100	0.757921
1.50	8.510671	-0.29555	0.078769	-0.01693	-7.19040	-0.23007	3.517934	-2.39297	0.448857
1.75	7.384063	-0.30720	0.029915	-0.04157	-6.37628	0.690626	4.250874	0.131405	0.646599
2.00	5.586379	-0.46965	0.014034	-0.00469	-5.36937	3.251594	1.649111	10.31196	0.872673
2.50	2.82609	-0.23065	-0.03712	0.035538	-2.52391	2.309282	0.890003	6.468248	0.871541
3.00	1.860762	-0.11875	-0.03615	0.050394	-1.40053	1.298961	0.707701	3.774999	0.911849

Çizelge 2.4-e Model 3 için Regresyon Katsayıları (İTU Tekneleri)

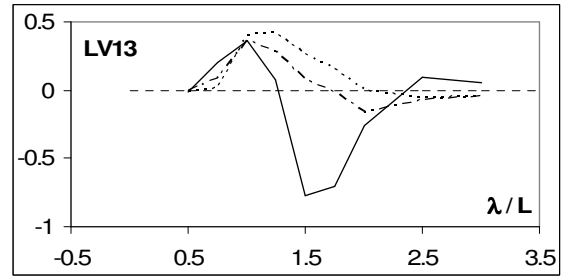
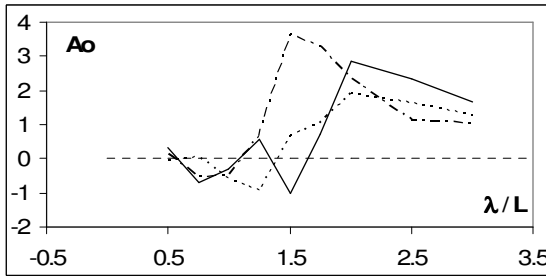
Dalıp-Çıkma Transfer Fonksiyonunun Katsayıları											
$\frac{z}{a} = A_o + A_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + A_2 \frac{L}{B} + A_3 \frac{B}{T} + A_4 C_{WP} + A_5 C_{VP} + A_6 LCF / L + A_7 LCB / L + A_8 Fn + A_9 Fn^2$											
λ/L	A_o	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	R^2
0.50	0.3358	0.01428	0.01624	0.01932	-0.1395	-0.1058	0.51617	-0.74245	-0.7668	1.4071	0.6833
0.75	-0.7087	0.20292	-0.1428	-0.0474	1.19362	-0.1526	-2.2454	2.177389	-1.0418	1.6711	0.7084
1.00	-0.2842	0.35760	-0.1656	-0.0581	-0.4010	0.3276	0.49518	-0.70046	0.90819	-4.3764	0.7704
1.25	0.5722	0.07255	0.21562	0.07778	-2.1643	-0.3981	3.31992	-2.73162	4.22646	-12.010	0.6746
1.50	-1.015	-0.7695	1.25371	0.41271	-3.4503	-3.1534	5.58845	1.505036	2.73790	-0.0697	0.5012
1.75	0.7312	-0.7036	0.89796	0.31785	-3.4681	-1.6124	6.76649	-2.38533	2.26749	2.49551	0.6923
2.00	2.8740	-0.261	-0.0531	-0.0005	-1.7836	1.14539	2.64085	-3.00408	0.28752	9.11874	0.8712
2.50	2.3557	0.09151	-0.3895	-0.1172	0.15546	1.15023	-0.5019	-1.26281	-0.0765	5.16161	0.8095
3.00	1.6885	0.05469	-0.2045	-0.0637	0.20983	0.41799	-0.3829	-0.54891	0.23524	1.64134	0.8190

Çizelge 2.4-f Model 3 için Regresyon Katsayıları (İTU Tekneleri)

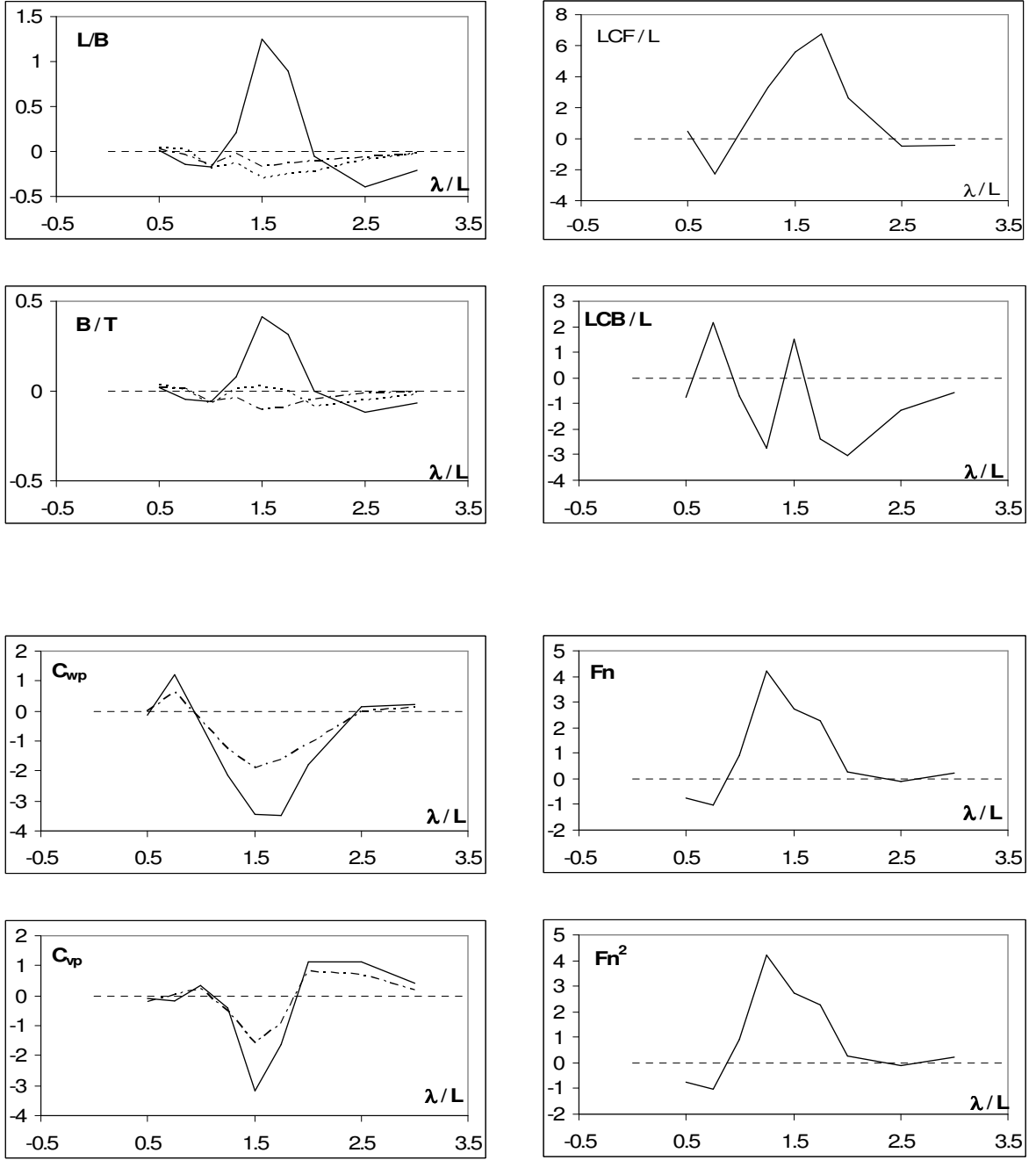
Baş Kıç Vurma Transfer Fonksiyonunun Katsayıları											
$\frac{\theta}{\alpha} = B_0 + B_1 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + B_2 \frac{L}{B} + B_3 \frac{B}{T} + B_4 C_{WP} + B_5 C_{VP} + B_6 LCF / L + B_7 LCB / L + B_8 Fn + B_9 Fn^2$											
λ/L	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	R^2
0.50	0.4375	0.0085	-0.0113	-0.0125	0.3320	-0.2518	-0.2440	-0.2289	-1.5017	2.8723	0.5693
0.75	0.2397	0.6710	-0.4539	-0.1240	0.2086	0.7036	-1.8196	0.7294	-6.2318	9.6351	0.8452
1.00	2.4465	0.6968	-0.2913	-0.1357	-1.4313	-0.1621	-4.8343	3.5117	-4.7871	-0.3300	0.8938
1.25	2.7240	0.4925	0.0649	-0.0882	-2.8438	-1.0402	-9.0327	9.3514	4.3262	-20.061	0.7673
1.50	-1.1433	-0.8369	1.7214	0.4102	-5.1984	-4.3187	-8.2597	20.1666	3.5179	-2.3930	0.4951
1.75	0.1730	-0.7589	1.3083	0.3027	-5.0924	-2.3285	-5.3929	14.3938	4.2509	0.1314	0.6686
2.00	3.0662	-0.2381	0.0370	-0.0920	-3.2392	1.9087	-8.2852	10.5488	1.6491	10.312	0.8811
2.50	2.2481	0.0438	-0.2727	-0.1025	-1.0798	1.8377	-5.5376	5.5555	0.8900	6.4682	0.8799
3.00	1.1875	-0.0094	-0.0817	0.0018	-0.6265	0.9051	-2.9936	3.4908	0.7077	3.7750	0.9189

2.7 Parametrik Katsayıların Çeşitli Regresyon Modellerine Göre Davranışı

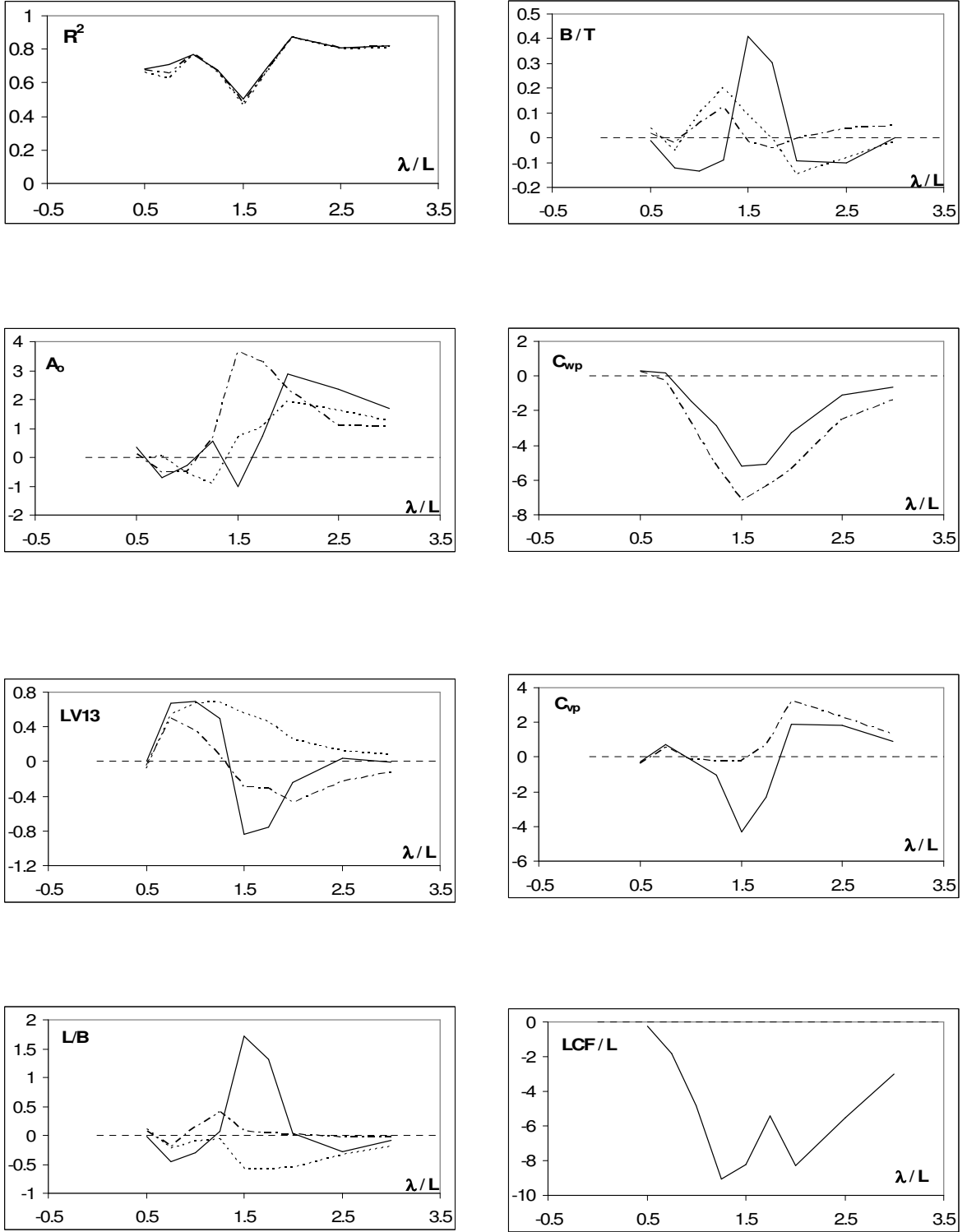
Her bir regresyon modelinin parametrik katsayıları ve R^2 ye bağlı grafikleri Şekil 2.2-a, b, c, ve d’de görülmektedir.



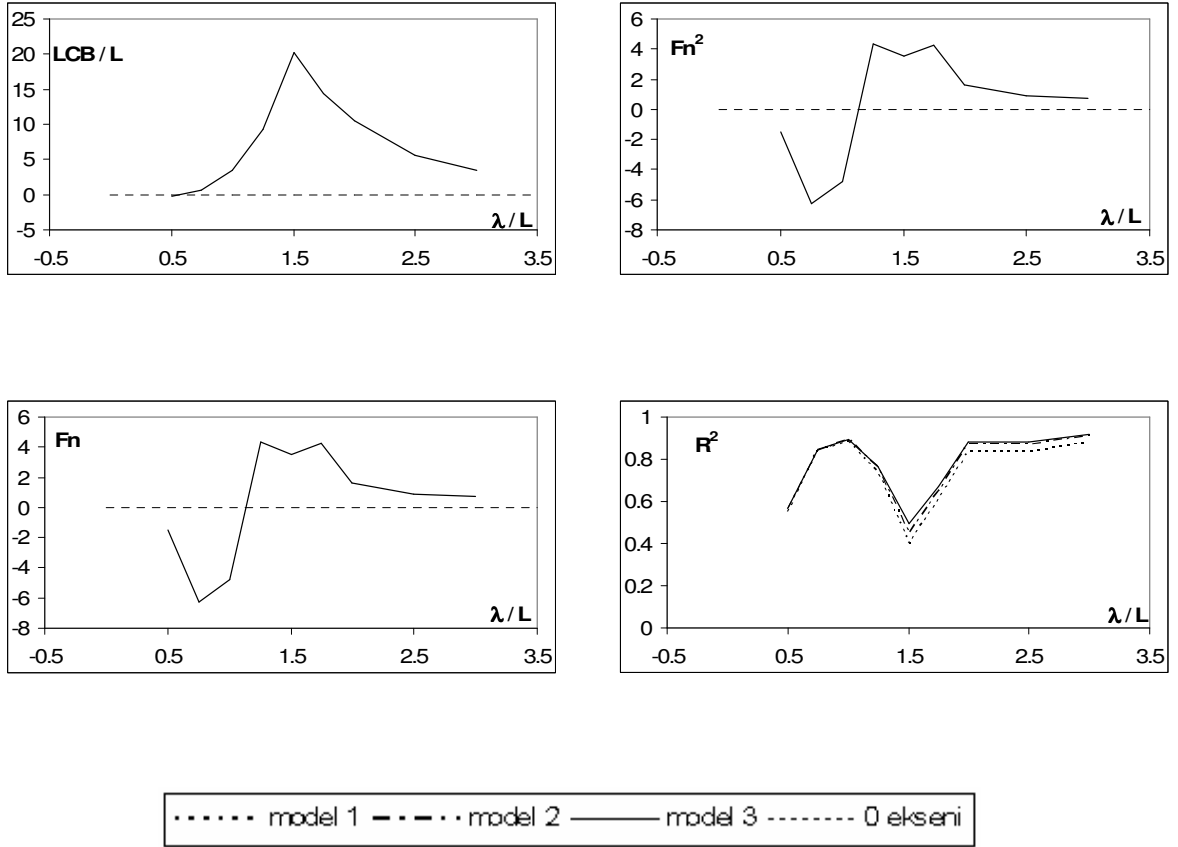
Şekil 2.2-a Dalıp Çıkma regresyon katsayıları



Şekil 2.2-b Dalıp Çıkma regresyon katsayıları



Şekil 2.2-c Baş Kıç vurma regresyon katsayıları



Şekil 2.2-d Baş Kıç vurma regresyon katsayıları

Özellikle bir negatif katsayı uygun bir değişkenin yüksek değerini tercih ederken katsayının bir pozitif değeri tercihini bir alçak değer için kullanır. Lineer regresyon analizin sonuçları teknelerin güzel denizciliğinde ki parametre etkilerinin genel eğilimi ile uyuşmakta olduğu Çizelge 2.5’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.5 İyi Denizcilik için Gemi Formu Parametreleri

Değişken	Dalıp-Çıkma	Baş-Kıç vurma
$L/\nabla^{1/3}$	Düşük	Düşük
L/B	Yüksek	Yüksek
B/T	Yüksek	?
C_{WP}	Yüksek	Yüksek

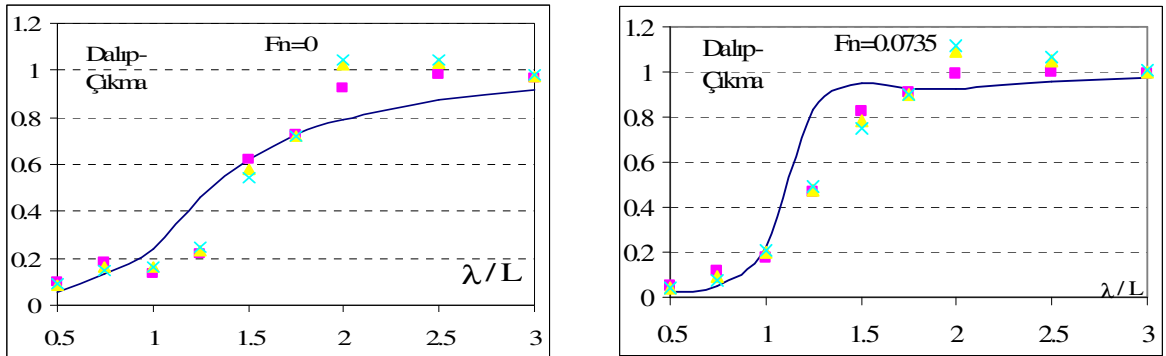
C_{VP}	Düşük	Düşük
LCF	Yüksek	Düşük
LCB	Düşük	Yüksek

Ana hatlarıyla Çizelge 2.5’ deki değerler tasarımcı için çok açık değildir. Sonuçta, deplasman hacmi için verilen tekne uzunluğu ile beraber tekne genişliği ve su çekimi düşük tercih edilmelidir. LCF/L ve LCB/L ’ in etkisi tamamen tutarsızken C_{WP} yüksek, C_{VP} ise düşük tercih edilmelidir. Soru işareti ile gösterilen parametrenin (B/T) rolü açık değildir. Geminin denizde çalışması için platformun stabilitesini tasarlamak sonuçların üstünde genel ihtiyaçlara gereksinim duyar.

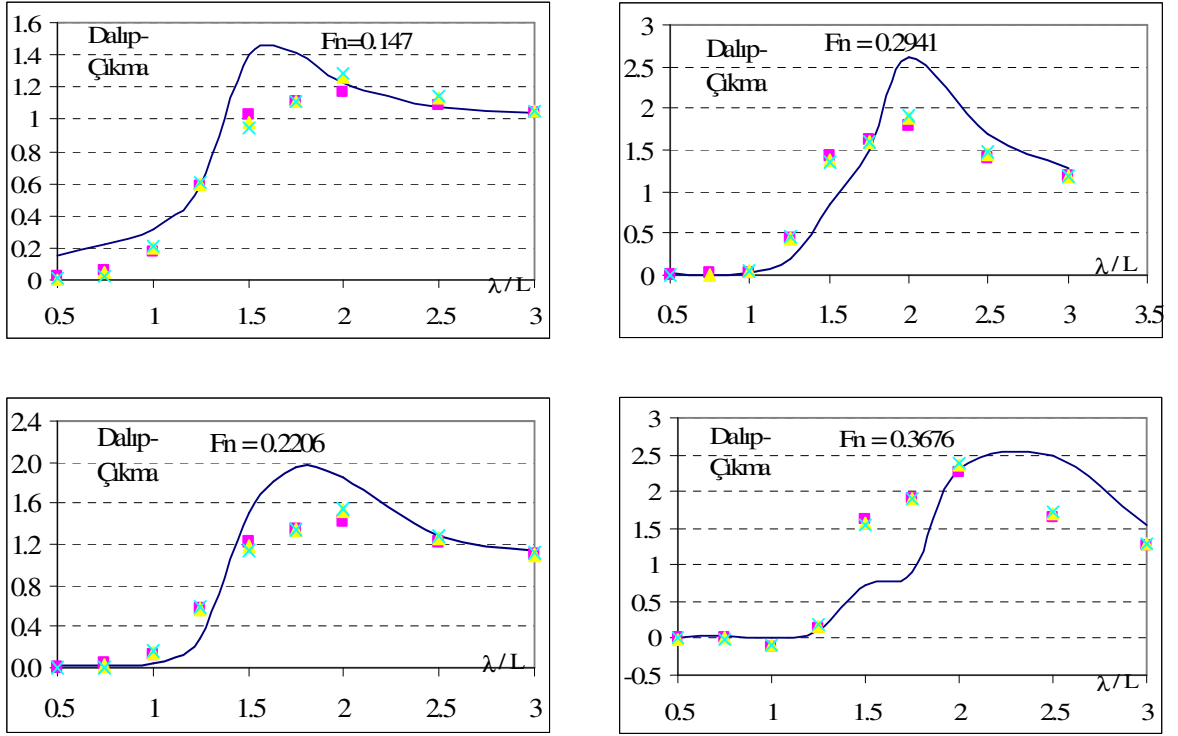
İlk olarak dizayn alanında tanımlanan maksimum ve minimum değerler tekne formu veritabanına uygun olabilir. R^2 değerlerinin oldukça yüksek olması bile hemen hemen dalga uzunluklarının bütün aralığı için elverişli bir tahmin önerisidir. Ayrıca söylenilebilir ki regresyon değerlerindeki sayısal artış tahmindeki önemli gelişmelere neden olmaz. Bu konu ileride ayrıca incelenmesi gerekir.

2.8 Hesaplanan ve Tahmin Edilen Transfer Fonksiyonlarının Karşılaştırılması

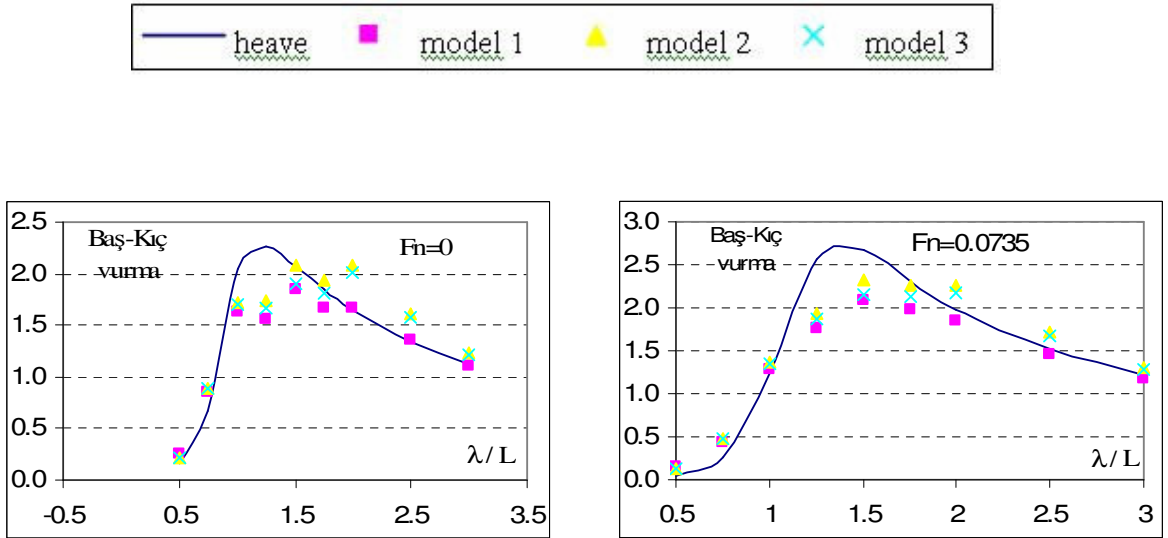
Tekne 15 için bütün Froude sayılarına göre hesaplanan ve tahmin edilen dalıp çıkma transfer fonksiyonlarının karşılaştırılması Şekil 2.3-a, b’ de gösterilmiştir. Aynı teknenin baş kıç vurma transfer fonksiyon katsayıları da Şekil 2.4-a, b’ de örneklerle açıklanmıştır.



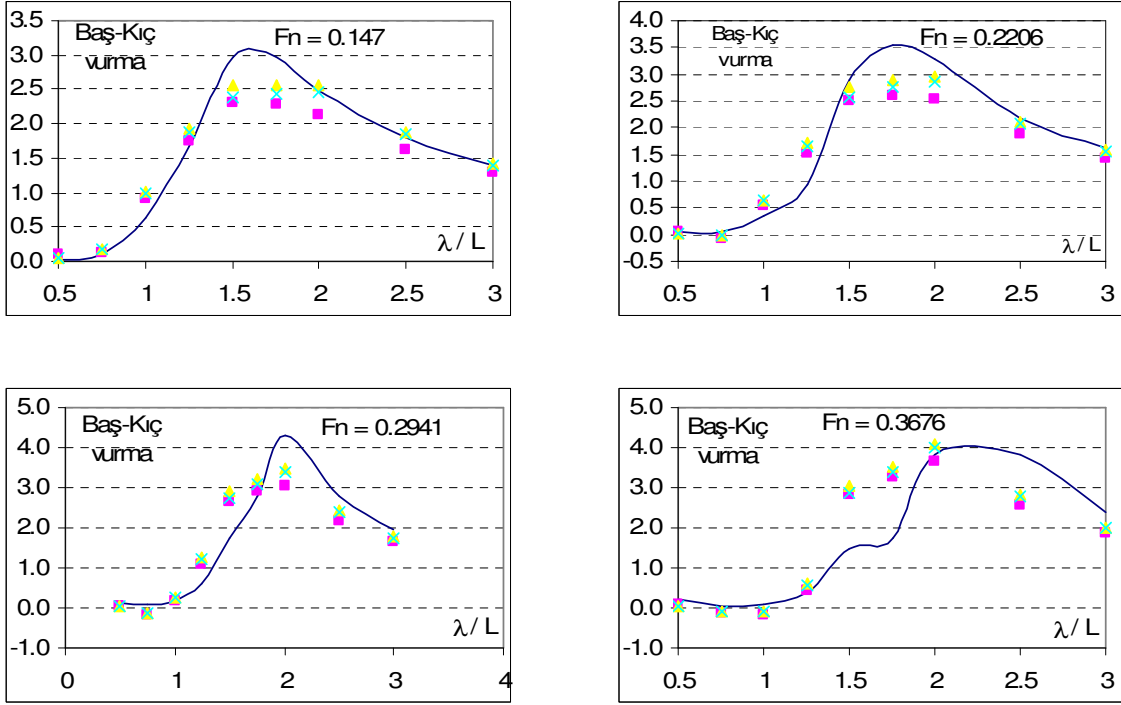
Şekil 2.3-a Hesaplanan ve Tahmin Edilen Dalıp Çıkma Transfer Fonksiyonlarının F_n ’ e Göre Tekne 15 İçin Karşılaştırılması.



Şekil 2.3-b Hesaplanan ve Tahmin Edilen Dalıp Çıkma Transfer Fonksiyonlarının F_n ' e Göre Tekne 15 İçin Karşılaştırılması.



Şekil 2.4-a Hesaplanan ve Tahmin Edilen Baş Kıç Vurma Transfer Fonksiyonlarının F_n ' e Göre Tekne 15 İçin Karşılaştırılması.



Şekil 2.4-b Hesaplanan ve Tahmin Edilen Baş Kıç Vurma Transfer Fonksiyonlarının F_n ' e Göre Tekne 15 İçin Karşılaştırılması.



Şekil 2.3-a, b ve 2.4-a, b' de görüldüğü üzere dalıp çıkma ve baş kıç vurma transfer fonksiyonlarının tahminlerini kapatarak sadece hesaplanan Froude değerleri şekilde açık bırakılmıştır. Aynı şekilde benzer eğilimler diğer tekneler içinde bulunabilir. Ancak burada gösterilmemiştir.

3. SONUÇ

Veritabanında bulunan farklı dizayn çözümlerine ait transfer fonksiyonlarının çoğaltılmasında kullanılan lineer regresyon modellerinin geçerliliği doğrulanmıştır. Oldukça basit ve dizayna yönelik regresyon denklemleri denizcilik veritabanındaki gemi hareketleri karşılık genliklerine iyi uyum göstermektedir. Bu amaçla, İTÜ 148/5-B teknesinin ($T=2.8575$ m.) asıl transfer fonksiyonları ile Model 1, Model 2 ve Model 3 regresyon modellerinden elde edilen transfer fonksiyonları karşılaştırılmıştır. Yapılan sayısal deneylerde Froude sayısının hareketler üzerinde önemli etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Model 1, Model 2 ve Model 3 regresyon modelleri birlikte değerlendirildiğinde, bağımsız değişkenlerin toplam sayısının artırılması ile hareketlere ait tahmin hassasiyeti artmamaktadır. Bu nedenle, kavram dizayn aşamasında, Model 1 ya da Model 2 düzeyinde regresyon modellerinin kullanılması daha uygundur. Öneri olarak, $\lambda/L = 1.5$ ile 2.0 arasındaki bölgede tahmin ile asıl değerler arasındaki yüksek farkın giderilmesi için farklı parametrelerin incelenmesi yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Alkan, A. D., 1990, "Hydrodynamic Analysis of I.T.U. Series of Fishing Vessels-Stability", Research Report, Istituto di Architettura Navale, University of Trieste, Trieste, Quaderno No. 69
- Alkan, A. D., 1991, "Hydrodynamic Analysis of I.T.U. Series of Fishing Vessels - Seakeeping", Research Report, Istituto di Architettura Navale, University of Trieste, Trieste, Quaderno No. 79.
- Alkan, A. D., 1992, "Hydrodynamic Analysis of I.T.U. Series of Fishing Vessels-Hydrodynamic Optimization", Research Report, Department of Naval Architecture, Ocean and Environmental Engineering, University of Trieste, Raport No. 85, Trieste, 1992.
- Alkan, A. D., Özmen, G., Gammon, M. A., 2003. Parametric Relation of Seakeeping. Proceedings of the 9th International Symposium on Technics and Technology in Fishing Vessels, Ancona, pp. 47-54.
- Bales, N. K., 1980. Optimizing the Seakeeping Performance of Destroyer Type Hulls. Proceedings of the 13th Symposium on Naval Hydrodynamics, Tokyo.
- Gören, Ö. ve Çalışal, S. M., 1988, "Optimal Hull Forms for Fishing Vessels", Proceedings of the 13th Ship Technology and Research (Star) Symposium, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Pittsburgh.
- Kafalı, K., 1955, "Türkiye Sularında Çalışan Hafif Tekneler-Takalar", Gemi Mecmuası, Sayı 1, Sayfa 12-19.
- Kafalı, K., Şaylan, Ö. ve Şalcı, A., 1979, "Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemisi Formlarının Geliştirilmesi", TÜBİTAK-Proje G-416-1979.
- Kafalı, K., 1980, "Balıkçı Gemisi Formlarının İncelenmesi", Gemi İnşaatı Fakültesi-Gemi Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, No. 25.
- Loukakis, L. A. and Chrysostomidis, C., 1975. Seakeeping Standard Series for Cruiser-Stern Ships. Trans. SNAME, Vol 83.
- Moor, D. I., 1967. Longitudinal Bending Moments on Models in Head Seas. Trans. RINA, Vol 109, pp.117-165.
- Moor, D. I., Murdey, D. C., 1968. Motions and Propulsion of Single Screw Models in Head Seas. Trans. RINA, Vol 110, pp. 403-446.
- Nabergoj, R., Perniciaro, S. and Trincas, G., 2003. Seakeeping Assessment Modelling for Conceptual Design of Fishing Vessels. Proceedings of the 9th International Symposium on Technics and Technology in Fishing Vessels, Ancona, pp. 74-88.
- Nabergoj, R., Trincas, G. and Cipollini, M., 1989. Critere d'optimisation des performances de tenue à la mer des navires de peche. Association Technique Maritime et Aéronautique - Session 1989, Paris.
- Şayli, A., Alkan, A. D., Nabergoj, R. and Uysal, A. O., 2007. Seakeeping Assessment of Fishing Vessels in Conceptual Design Stage. Proceedings of the Ocean Engineering, Volume 34, Issues 5-6, April 2007, Pages 724-738

Trincas, G., Nabergoj, R. and Messina, G., 2001. Inverse Problem Solution to Identify Optimal Hull Forms of Fishing Vessels for Efficient Operation. Proceedings of the 8th International Symposium on Technics and Technology in Fishing Vessels, Ancona.

Wijngaarden, van A. M., 1984. The Optimum Form of a Small Hull for the North Sea Area. International Shipbuilding Progress, Vol 31, pp.181-187.

INTERNET KAYNAKLARI

[1] www.sciencedirect.com

[2] www.delftship.com

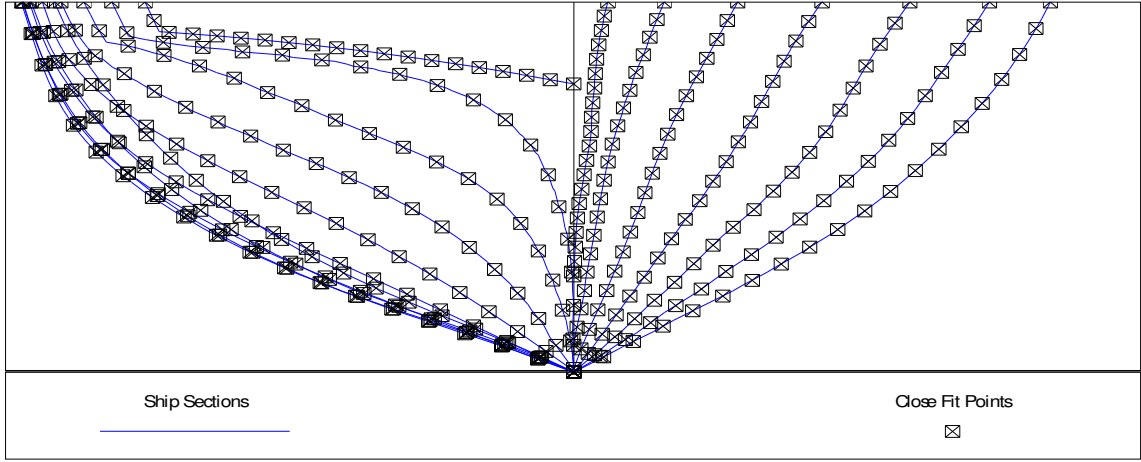
[3] www.delftship.com

[4] www.iso.org

EKLER

- Ek 1 İTÜ 1B balıkçı teknesinin en kesitinin ve Frank-Close Fit formunun gösterilmesi.
- Ek 2 İTÜ 1B balıkçı teknesinin 10 knot hızdaki denizcilik hesaplarının grafiklerle gösterimi

Ek 1 İTÜ 1B balıkçı teknesinin en kesit ve Frank-Close Fit formunun gösterilmesi.



Şekil Ek 1.1 İTÜ 1B balıkçı teknesinin en kesit resmi

Ek 2 İTÜ 1B balıkçı teknesinin 10 knot hızdaki denizcilik hesaplarının grafiklerle gösterimi

Çizelge Ek 2.1 Hidrodinamik Veri

Gemi	İTÜ 1B	
Durum	Yeni	
LPP	21.16	metre
B	5.68	metre
Su Çekimi	2.286	metre
Trim (Tf-Ta)	0.000	metre
Hesaplama Metodu	Frank Close Dönüşümü	
No. of Points	N/A	

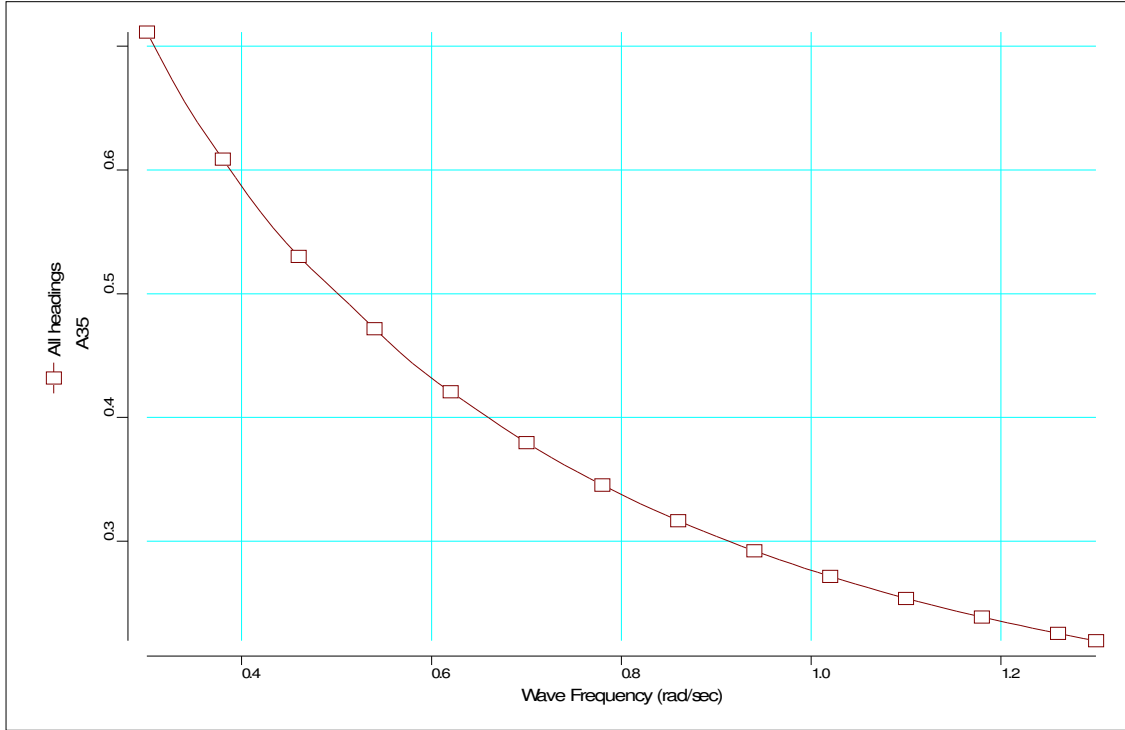
Genlik Karşılık Fonksiyonu

Çizelge Ek 2.2 Çıktı sonuçlarının tanımlanması

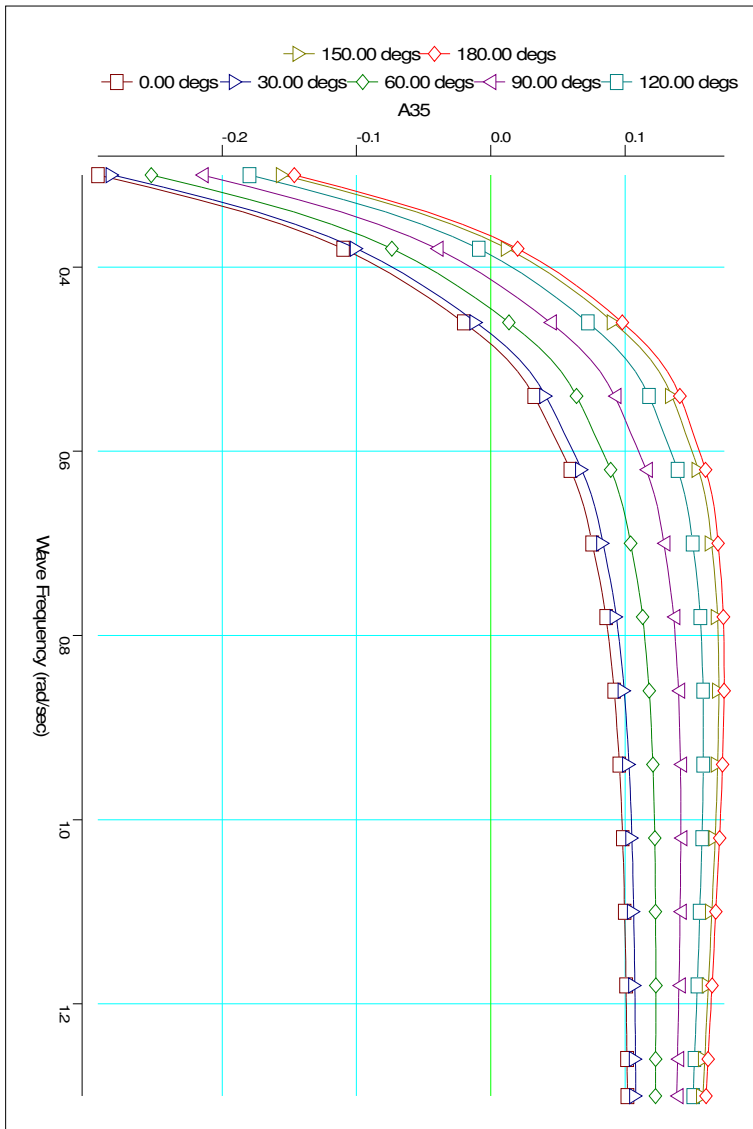
A33, A22	Mass
A35, A53, A24, A42	Mass*LPP
A55, A44, A46, A66	Mass*LPP*LPP
B33, B22	Mass* (g/LPP) ²
B35, B53, B24, B42	Mass*LPP* (g/LPP) ²
B55, B44, B46, B66	Mass*LPP*LPP* (g/LPP) ²

Çizelge Ek 2.3 Düzgün Dalgalarındaki Veriler

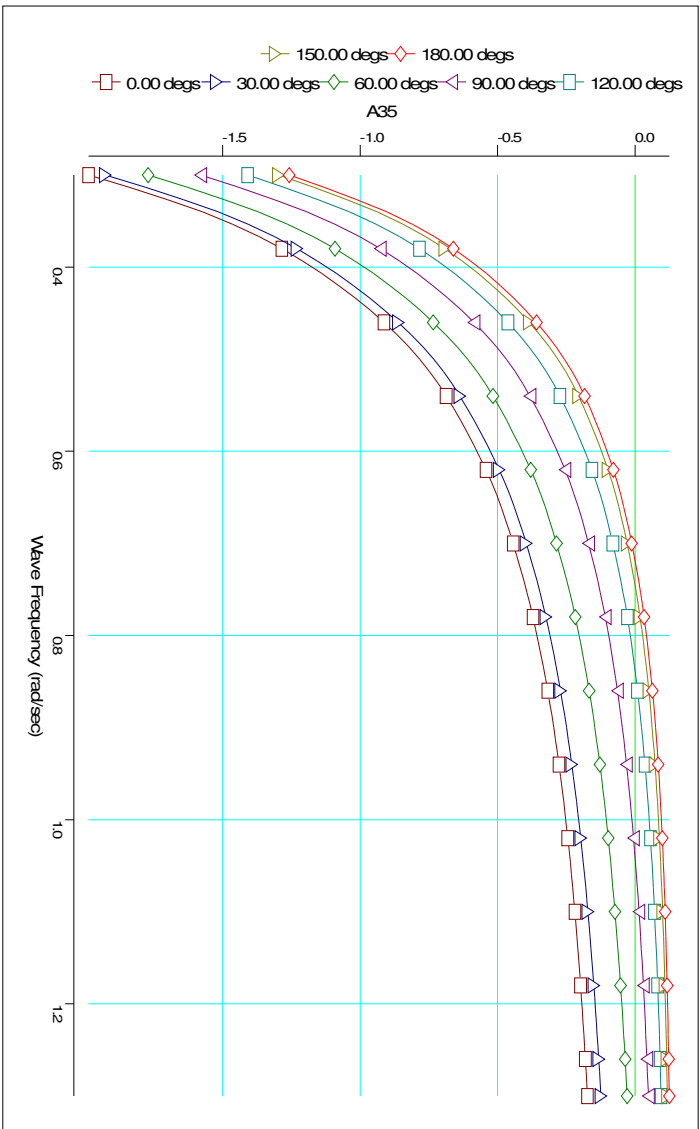
LCG	10.58	metres	Roll Damping	Computed	
KG	6.20	metres	Bilge Length	0.00	m
GM	0.85	metres	Bilge Width	0.00	m
			Fin	Yok	
Yalpa Gyradius/genişlik	0.33		Height Above Base	0.00	m
Dalıp Çıkma Gyradius/LPP	0.25		Offset	0.00	m
Yunuslama Gyradius/LPP	0.25		Aspect Ratio	0.00	



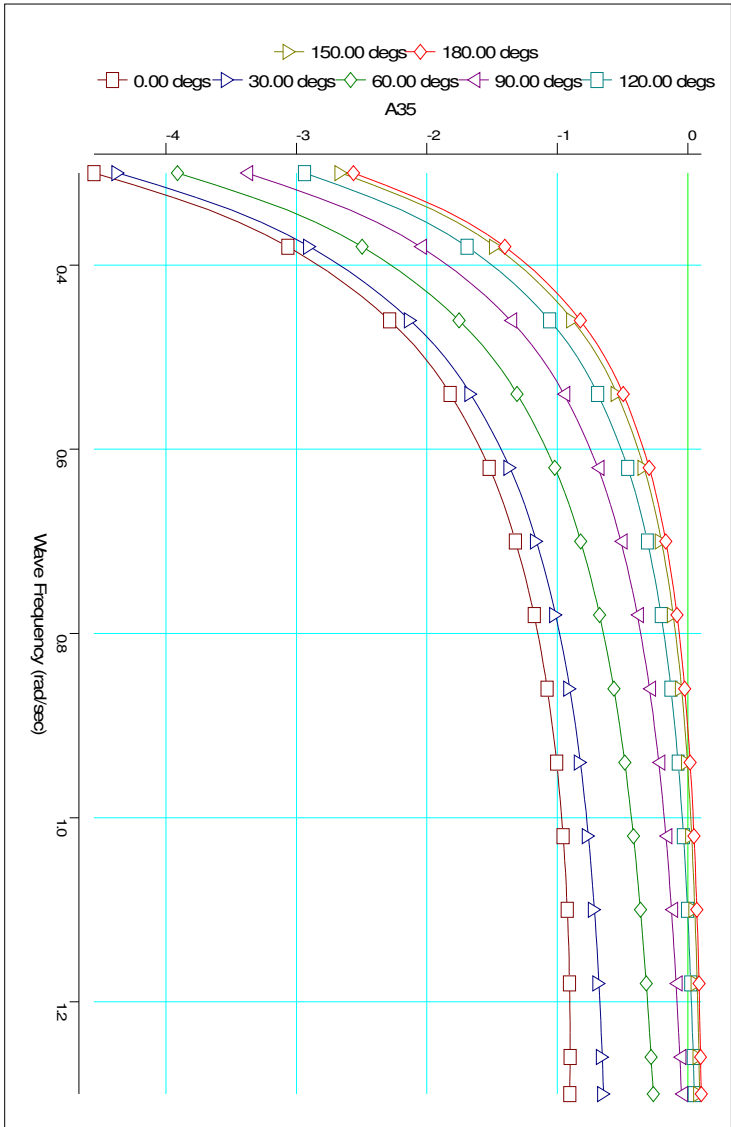
Şekil Ek 2.1 Hız= 0 için A35



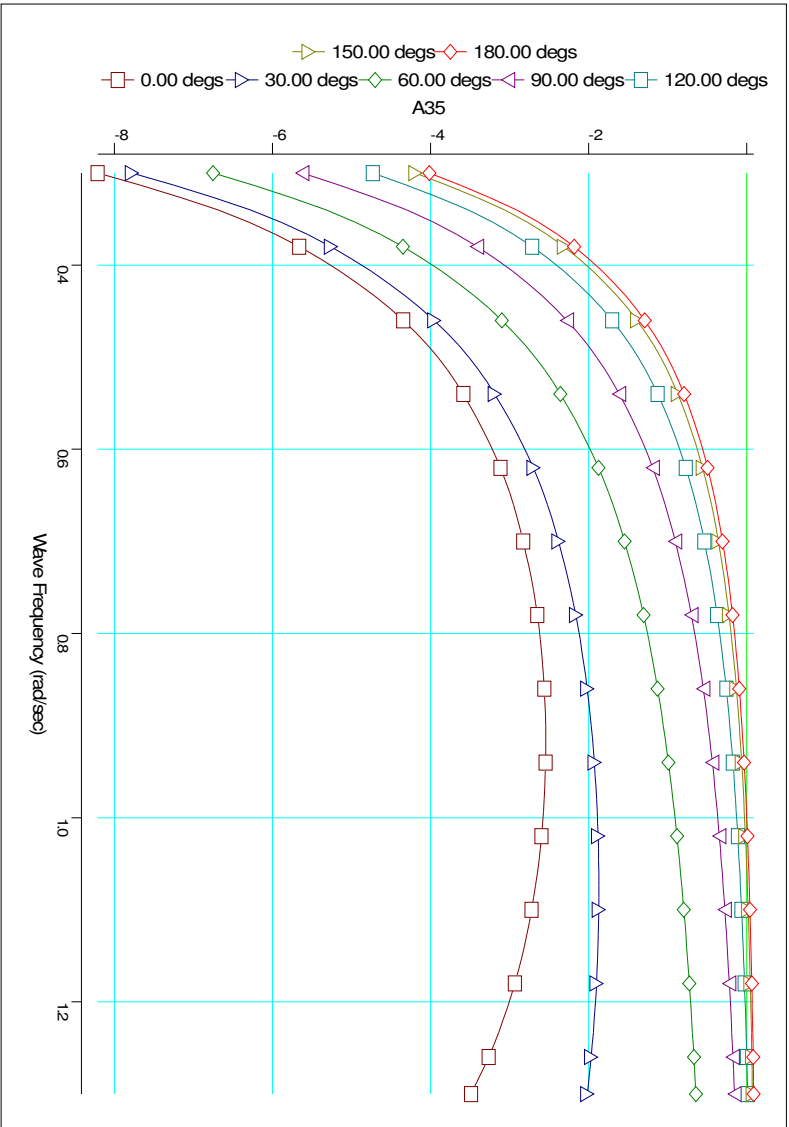
Şekil Ek 2.2 Hız= 2.50 knot için A35



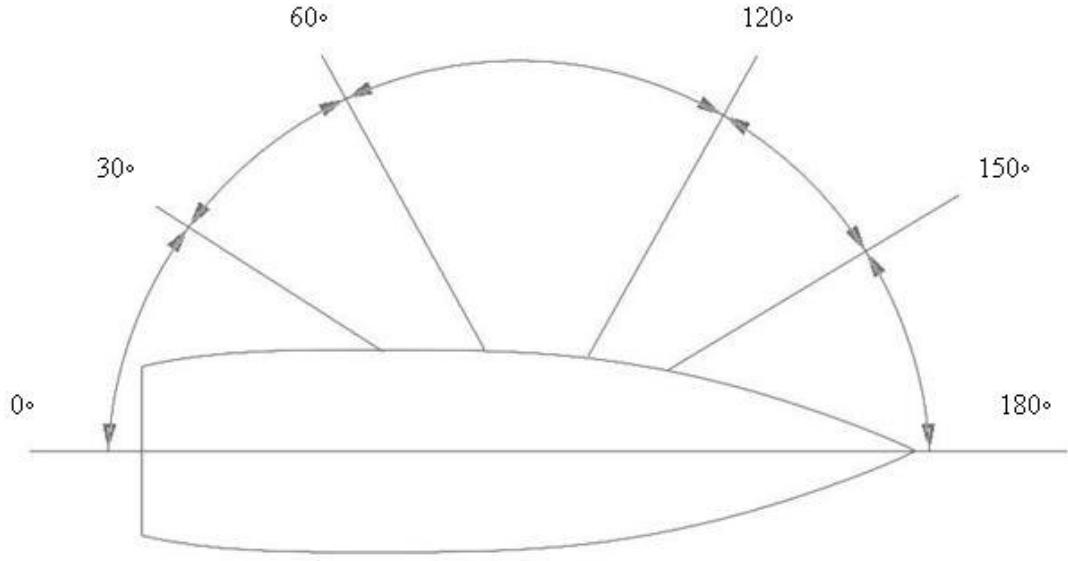
Şekil Ek 2.3 Hız= 5.00 knot için A35



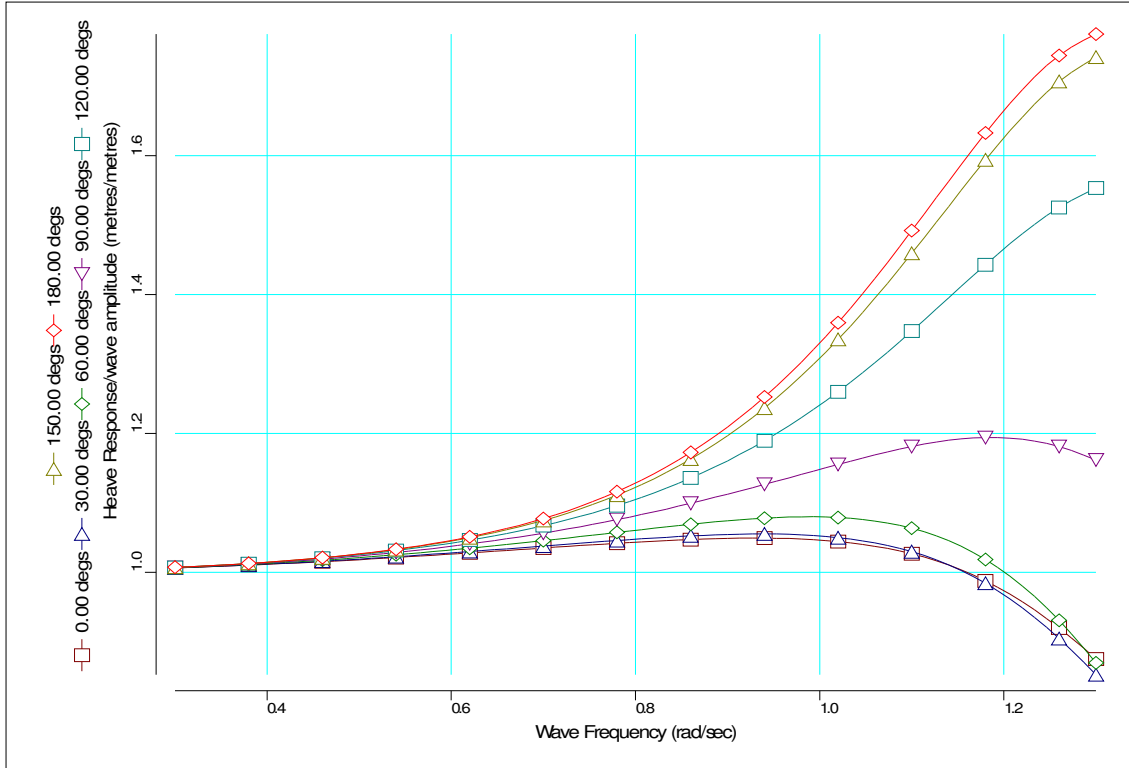
Şekil Ek 2.4 Hız= 7.50 knot için A35



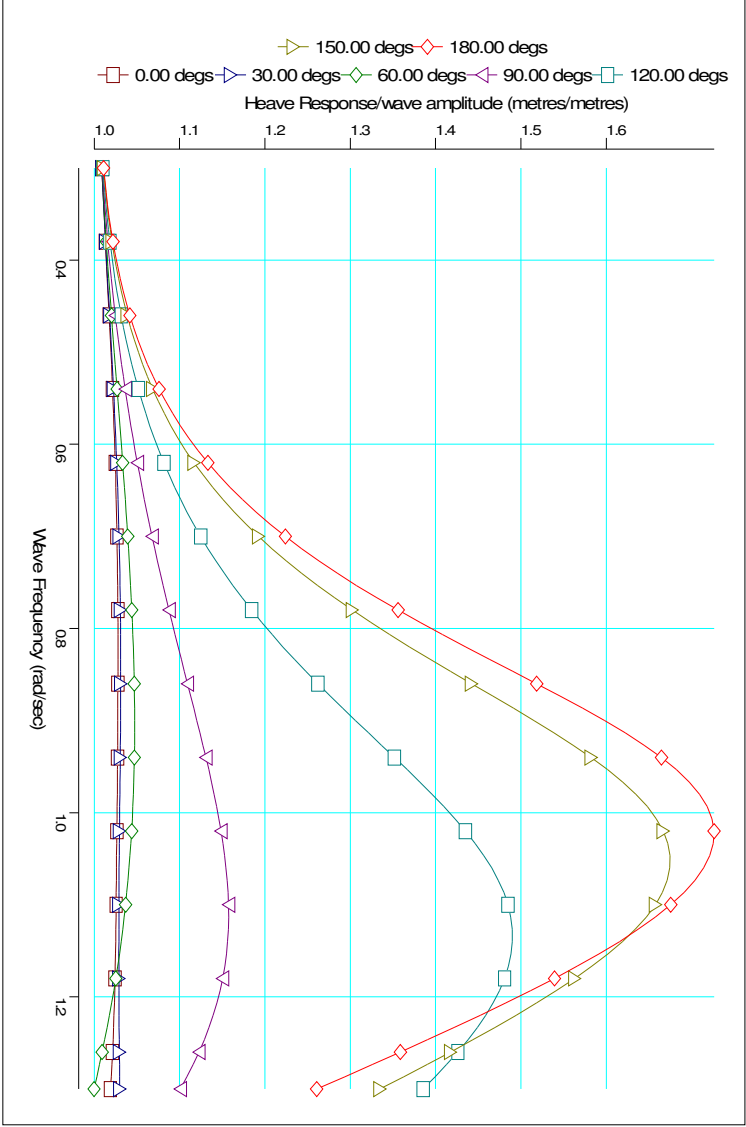
Şekil Ek 2.5 Hız= 10.00 knot için A35



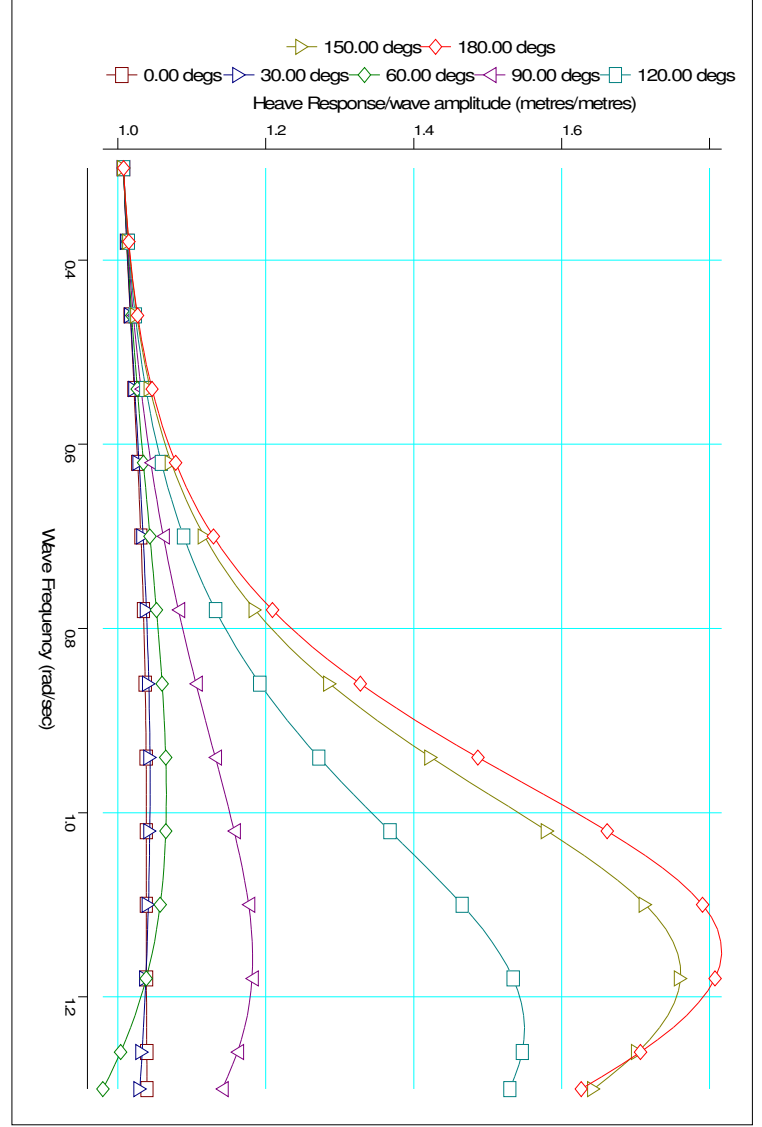
Şekil Ek 2.6 Gemiye gelen dalga açılarının belirtilmesi.



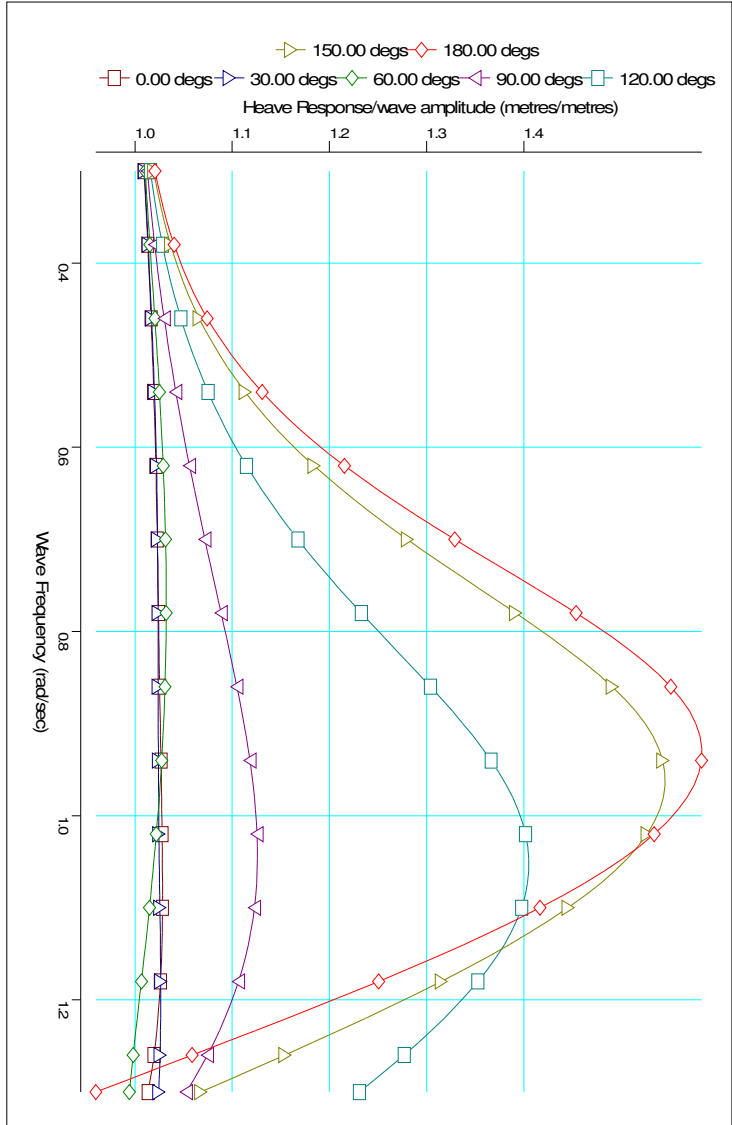
Şekil Ek 2.7 Hız=0 için dalıp çıkma davranışı



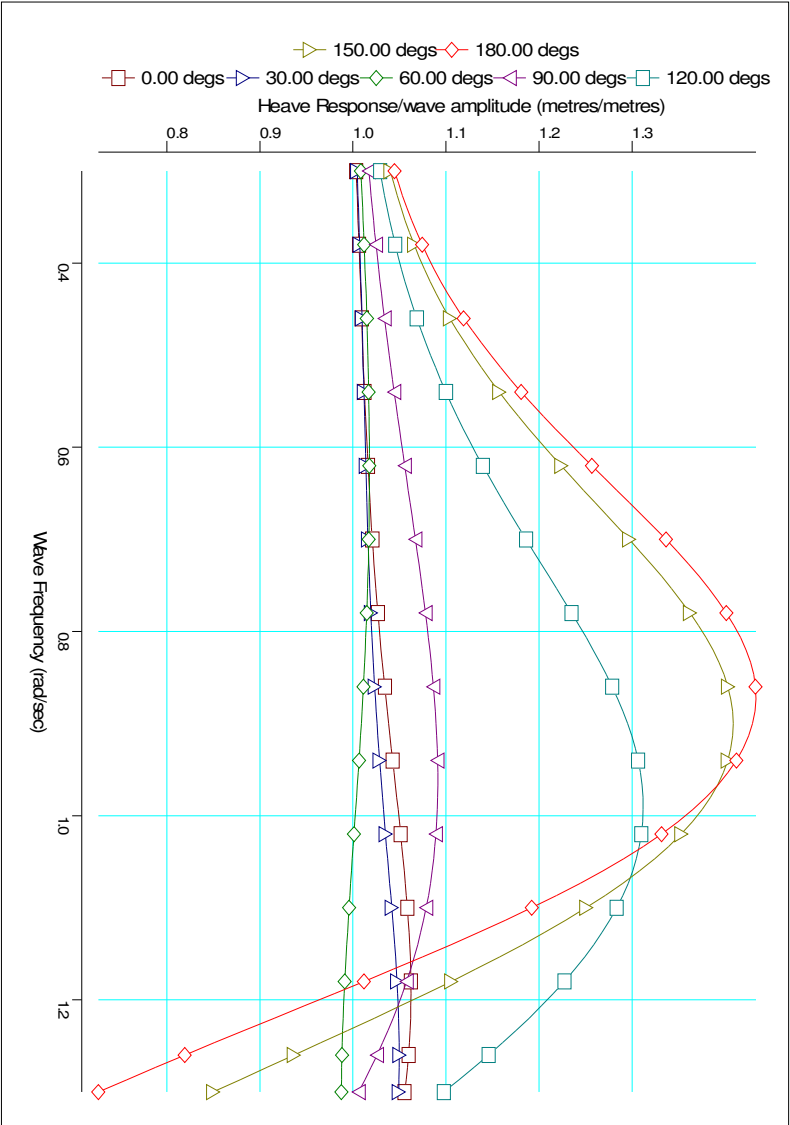
Şekil Ek 2.8 Hız= 2.50 knot için dalgıç çıkma davranışı



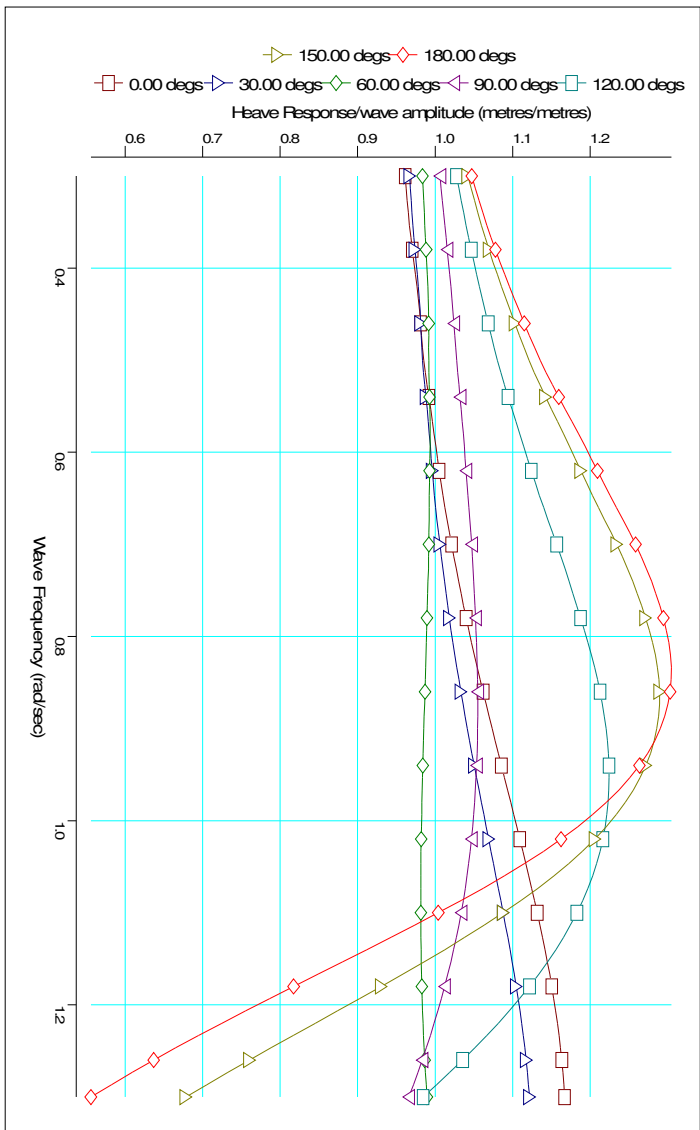
Şekil Ek 2.9 Hız=5.00 knot için dalıp çıkma davranışı



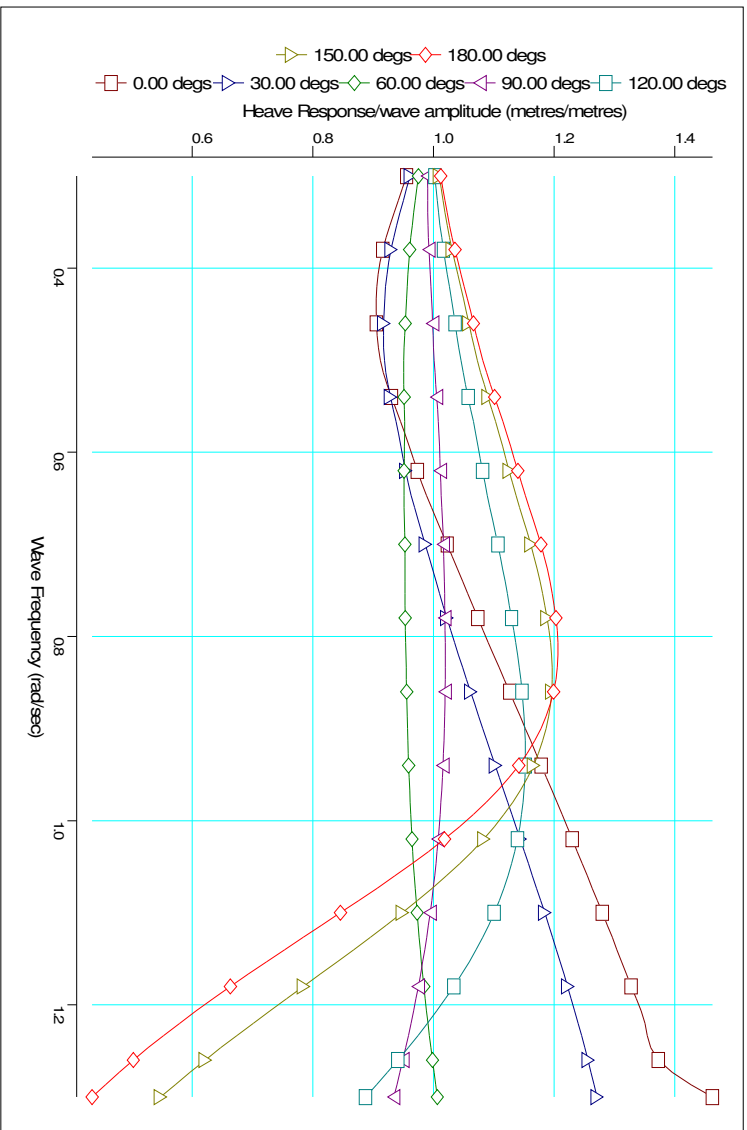
Şekil Ek 2.10 Hız= 7.50 knot için dalıp çıkma davranışı



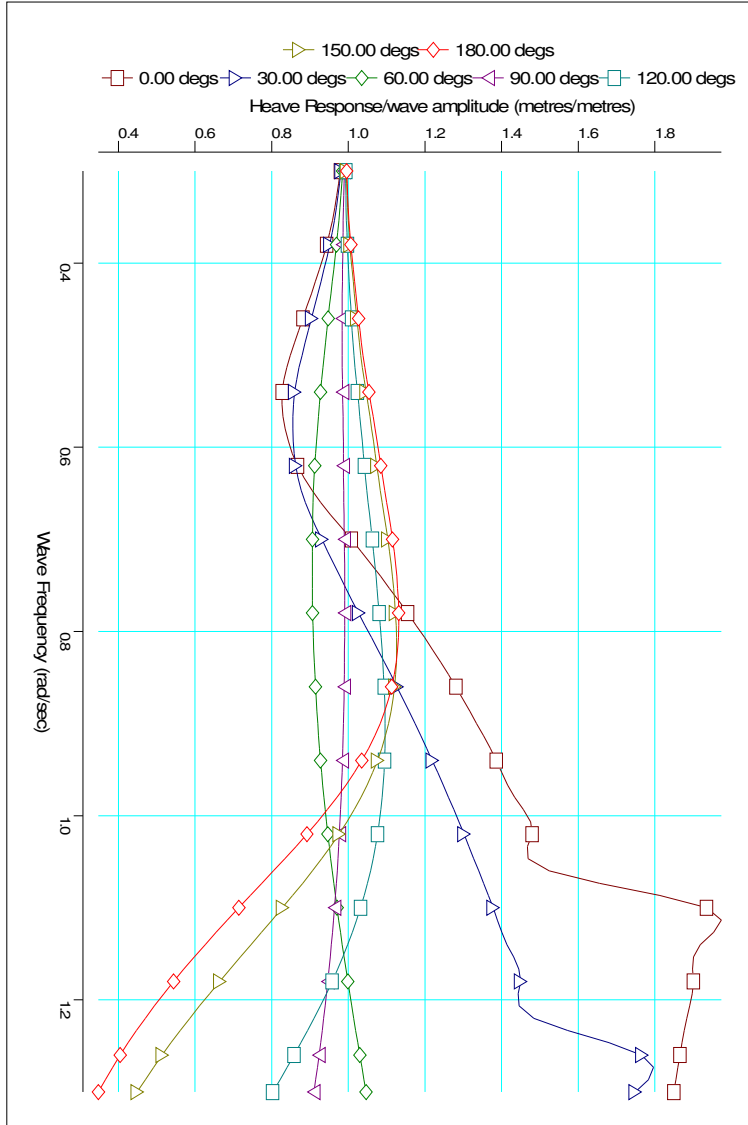
Şekil Ek 2.11 Hız= 10.00 knot için dalıp çıkma davranışı



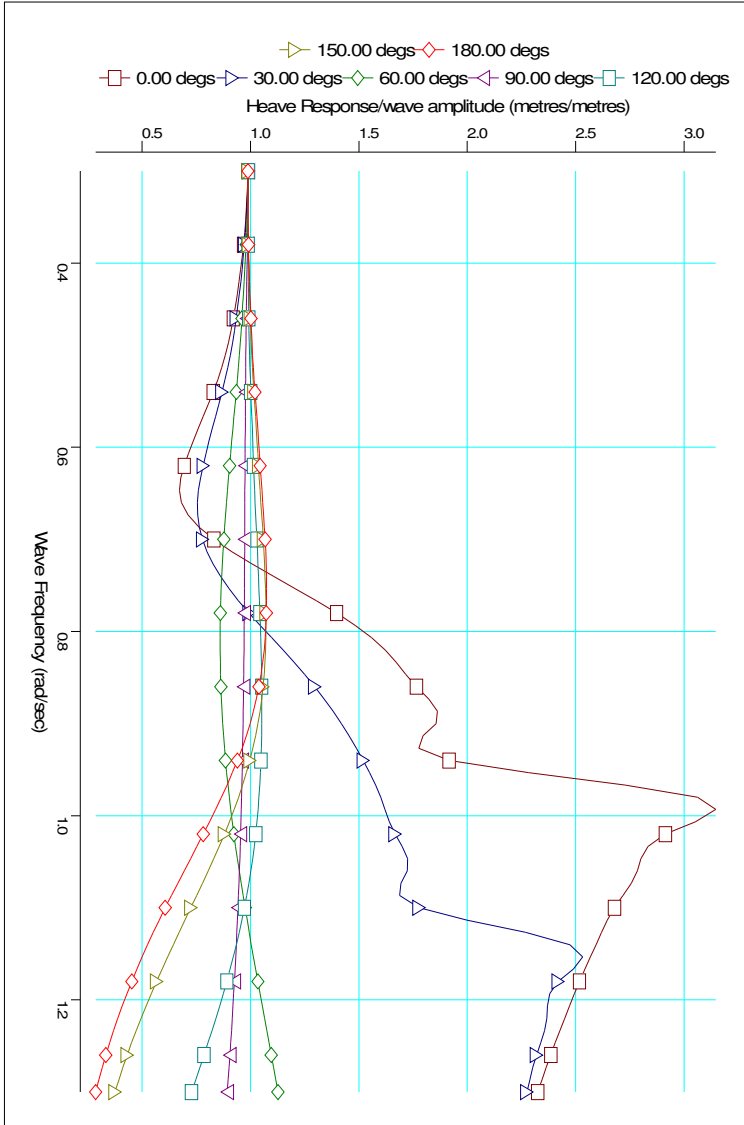
Şekil Ek 2.12 Hız= 12.50 knot için dalıp çıkma davranışı



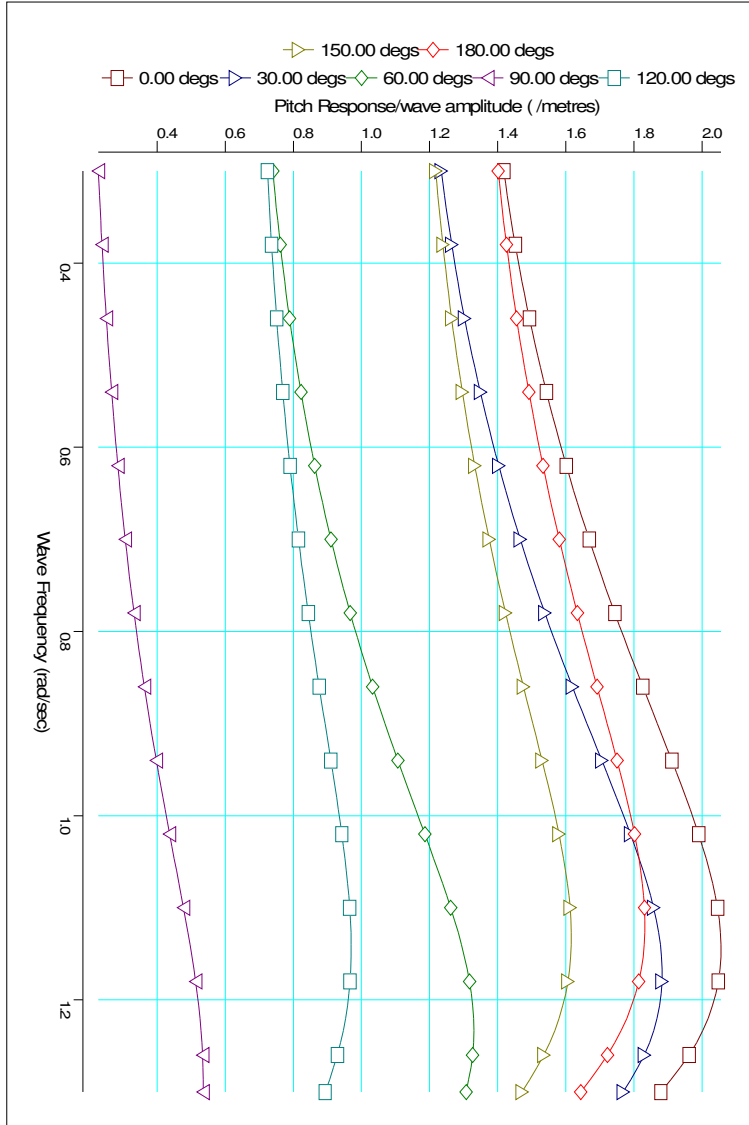
Şekil Ek 2.13 Hız= 15.00 knot için dalıp çıkma davranışı



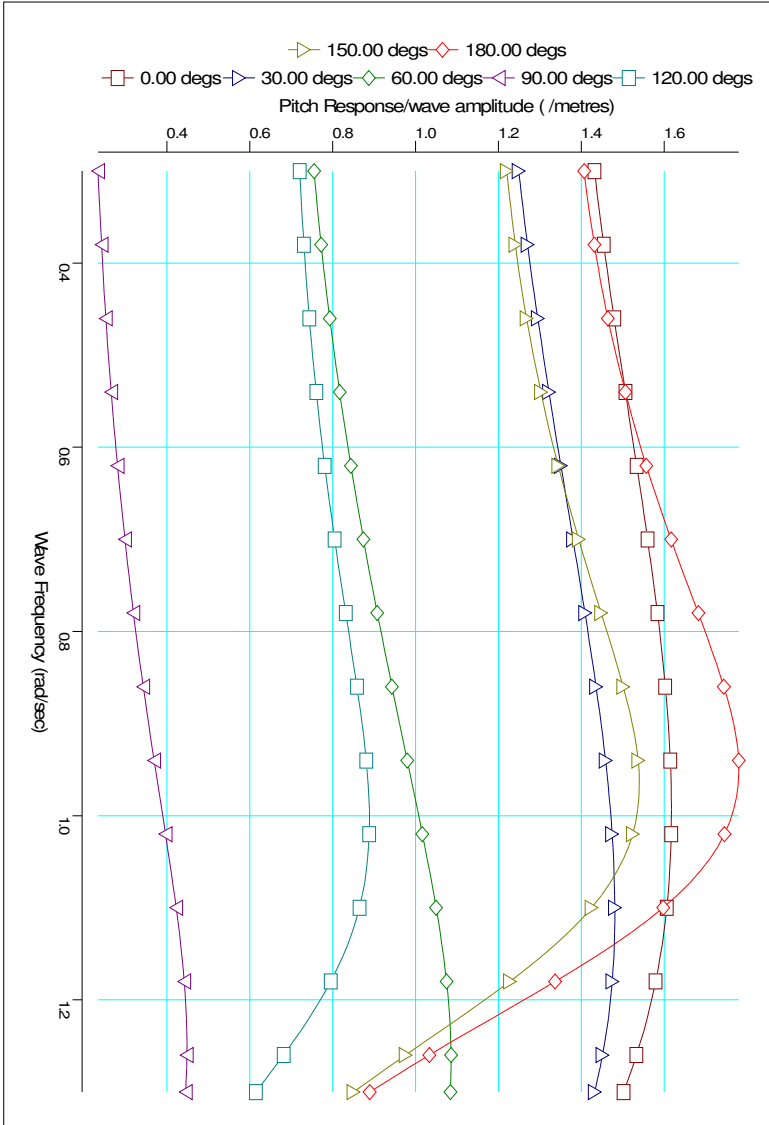
Şekil Ek 2.14 Hız= 17.50 knot için dalıp çıkma davranışı



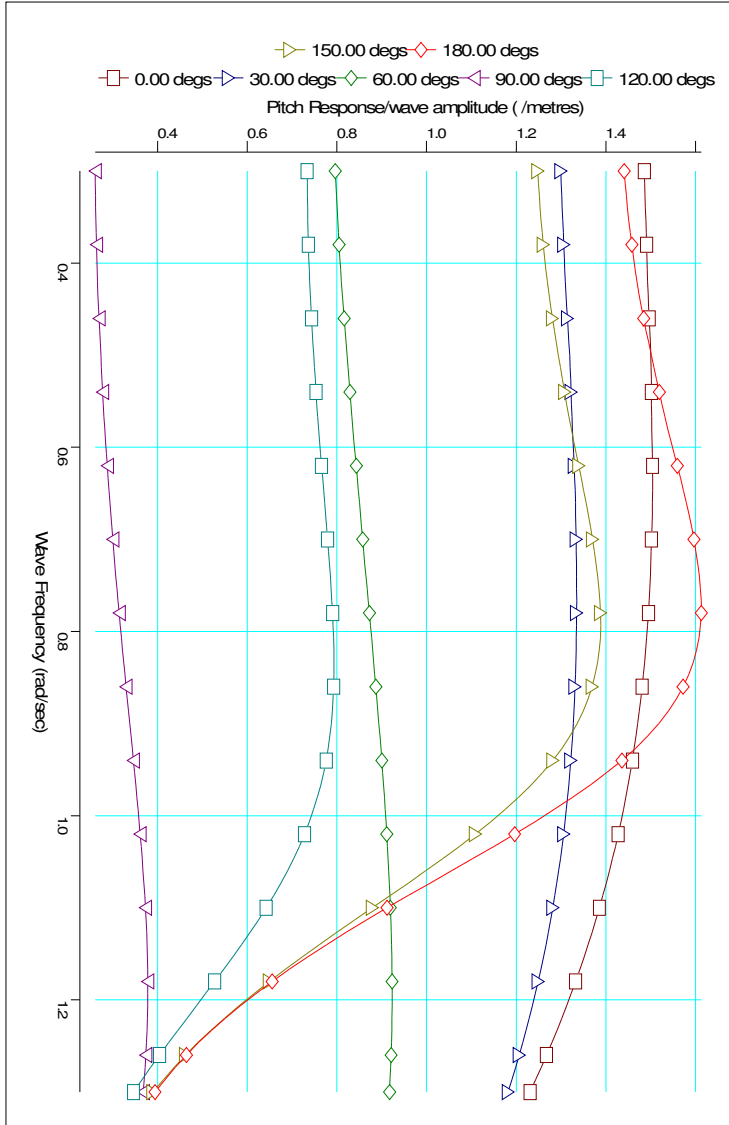
Şekil Ek 2.15 Hız= 20.00 knot için dalıp çıkma davranışı



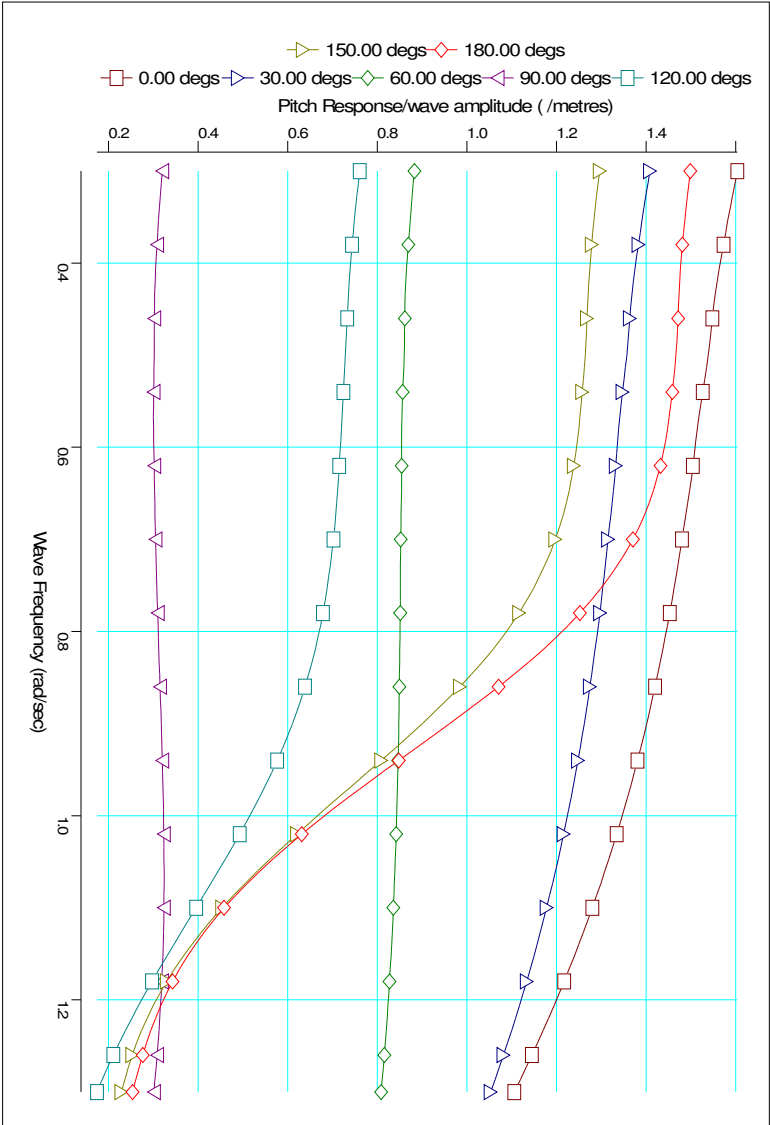
Şekil Ek 2.16 Hız= 0 knot için baş kıç vurma davranışı



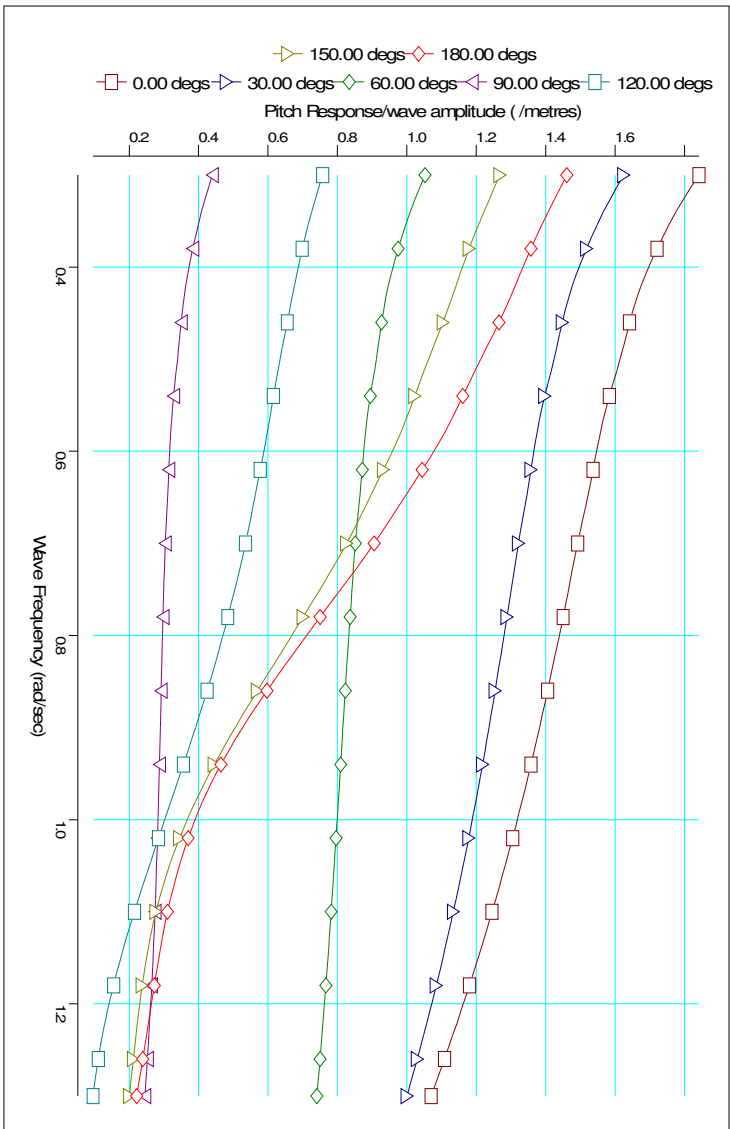
Şekil Ek 2.17 Hız= 2.50 knot için baş kıç vurma davranışı



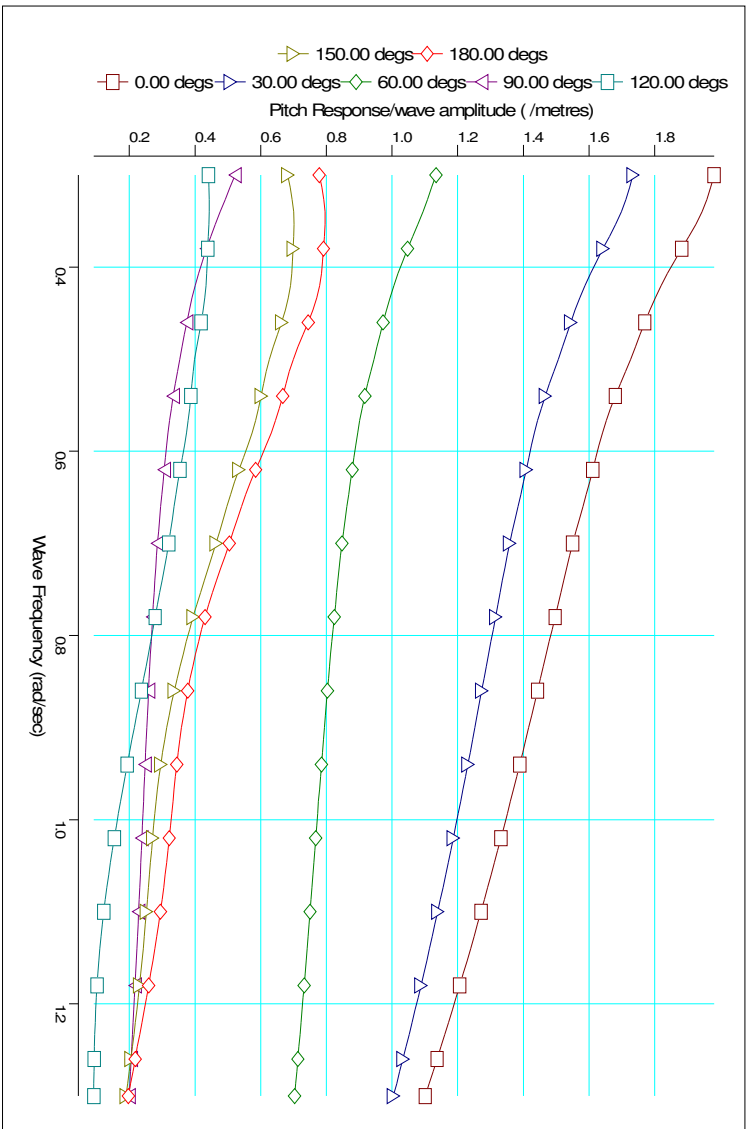
Şekil Ek 2.18 Hız= 5.00 knot için baş kıç vurma davranışı



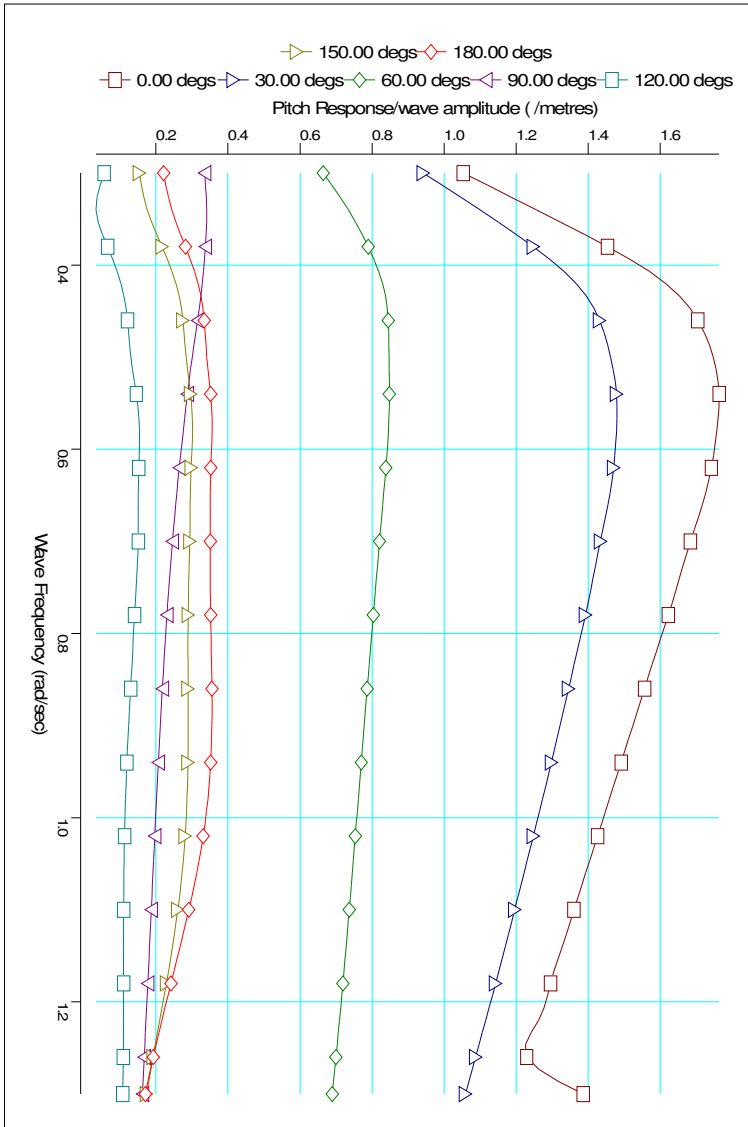
Şekil Ek 2.19 Hız= 7.50 knot için baş kıç vurma davranışı



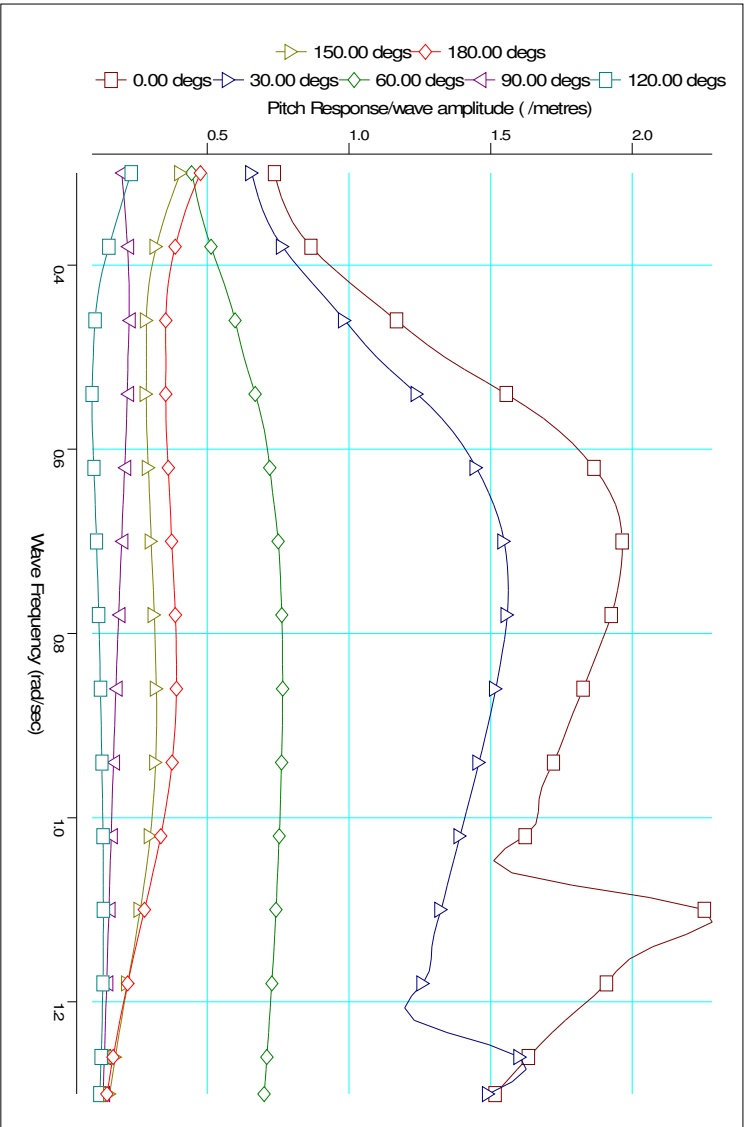
Şekil Ek 2.20 Hız= 10.00 knot için baş kıç vurma davranışı



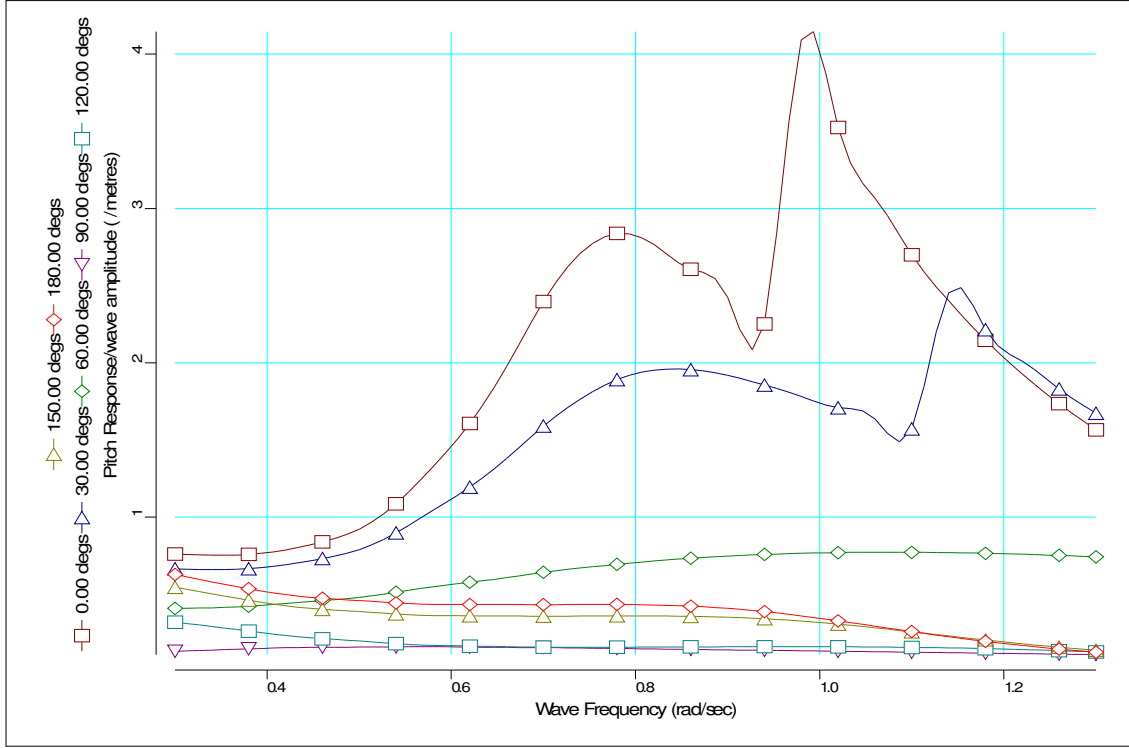
Şekil Ek 2.21 Hız= 12.50 knot için baş kıç vurma davranışı



Şekil Ek 2.22 Hız= 15.00 knot için baş kıç vurma davranışı



Şekil Ek 2.23 Hız= 17.50 knot için baş kıç vurma davranışı



Şekil Ek 2.24 Hız= 20.00 knot için baş kış vurma davranışı

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	14.05.1983	
Doğum yeri	Isparta	
Lise	1997-2000	Akşehir Selçuklu Lisesi
İngilizce Hazırlık	2000-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi İngilizce Hazırlık
Lisans	2001-2005	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2005-2007	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Müh. Anabilim Dalı, Gemi İnşaatı ve Gemi Mak. Müh.

Çalıştığı kurum

2005-Devam ediyor YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi