

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YTÜ YUVARLAK KIÇLI GULET SERİSİNİN DENİZCİLİK ANALİZİ

FERDİ ÇAKICI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Y. DOÇ. DR. MUHSİN AYDIN**

İSTANBUL, 2013

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YTÜ YUVARLAK KIÇLI GULET SERİSİNİN DENİZCİLİK ANALİZİ

Ferdi ÇAKICI tarafından hazırlanan tez çalışması 19.07.2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Y. Doç. Dr. Muhsin AYDIN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Eş Danışman

Prof. Dr. Kadir SARIÖZ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Y. Doç. Dr. Muhsin AYDIN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Kadir SARIÖZ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet Dursun ALKAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Abdi KÜKNER
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Şakir BAL
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

YTÜ Yuvarlak Kıçlı Gulet Serisinin denizcilik davranışlarını incelediğim bu yüksek lisans tez çalışmasında değerli bilgi, tecrübe ve yardımlarını paylaştan tez danışmanlarım Prof. Dr. Kadir SARIÖZ ve Y. Doç. Dr. Muhsin AYDIN'a, değerli hocalarım Prof. Dr. Ahmet Dursun ALKAN ve Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ'a, tezin hazırlanması kısmında bilgi ve deneyimlerini paylaştan Ar. Gör. Yasemin ARIKAN ÖZDEN'e, yapılan hesaplamalarda yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Ar. Gör. Burak YILDIZ ve Ar. Gör. Ömer Faruk SUKAS'a ve en büyük destekçim aileme teşekkürlerimi sunarım. Yapmış oldukları her türlü destekten dolayı Türk Loydu Vakfına teşekkür ederim.

Ayrıca, tez çalışmam boyunca yanımda olan eşim Hilal ÇAKICI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz, 2013

Ferdi ÇAKICI

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTIMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez.....	2
BÖLÜM 2	
GEMİLERİN DENİZCİLİĞİ	5
2.1 Önemli Denizcilik Karakteristikleri	6
2.1.1 Yaşanabilirlik	7
2.1.2 Operasyon Kabiliyeti.....	9
2.1.3 Hareketlilik.....	9
2.1.4 Hayatta Kalabilirlik.....	10
2.2 Gemi Hareketleri.....	10
2.2.1 Dilim Teorisi	10
2.2.2 Düzenli Dalgalarda Gemi Hareketlerinin Tanımlanması.....	23
2.2.3 Frank Close Fit Yöntemi	21
2.2.4 Karışık Denizde Gemi Hareketlerinin Tanımlanması ve Dalga Spektrumları	21

2.3	Gemilerin Denizciliğini Olumsuz Etkileyen Olaylar	26
2.3.1	Güverteye Su Basması	26
2.3.2	Dövünme	26
2.3.3	Alabora	27
2.4	Polar Diyagramlar	27
2.5	Regresyon Analizi	28
2.5.1	Doğrusal Regresyon	29
2.5.2	Çoklu Regresyon	30
BÖLÜM 3		
YTÜ YUVARLAK KIÇLI GULET SERİSİ.....		32
BÖLÜM 4		
YTÜ YUVARLAK KIÇLI GULET SERİSİ İÇİN POLAR DİYAGRAMLARIN ELDE EDİLMESİ.....		36
BÖLÜM 5		
GEOMETRİK PARAMETRELERİN DENİZCİLİĞE OLAN ETKİLERİNİN ÇOKLU REGRESYON YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ.....		41
5.1	Önerilen Çoklu Regresyon Modelleri	41
5.2	Model 1 İçin Elde Edilen Regresyon Katsayıları	44
5.3	Model 2 İçin Elde Edilen Regresyon Katsayıları	45
5.4	Model 3 İçin Elde Edilen Regresyon Katsayıları	47
SONUÇ VE ÖNERİLER		49
KAYNAKLAR		54
EK-A		
YTÜ YUVARLAK KIÇLI GULET SERİSİ ENDAZE PLANLARI		56
EK-B		
SEÇİLEN KRİTERLERDE SERİDEKİ TEKNELER İÇİN DD2, DD3 ve DD4'TEKİ YAŞANABİLİRLİK İNDEKSİ TABLOSU		64
EK-C		
SERİDEKİ TEKNELERİN DD3'TE SALON - KAPTAN KÖŞKÜ DÜŞEY İVME, DALIP ÇIKMA VE BAŞ-KIÇ VURMA RMS GRAFİKLERİ.....		86
ÖZGEÇMİŞ		129

SİMGE LİSTESİ

b_k	Omurga genişliği
B_{OA}	Gemi tam genişliği
B_{WL}	Su hattı genişliği
c	Dalga hızı
C_{B0}	Geometrik blok katsayısı
C_{M0}	Geometrik orta alan katsayısı
C_{P0}	Geometrik prizmatik katsayısı
C_P	Prizmatik katsayı
C_{VP}	Düşey prizmatik katsayı
C_{WP}	Su hattı alan katsayısı
D_0	Geometrik dizayn derinliği
D	Derinlik
F_n	Froude sayısı
GM_T	Enine metasantr yüksekliği
$H_{1/3}$	Karakteristik dalga yüksekliği
h_k	Omurga yüksekliği
KG	Ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği
L_{CB}	Sepiye merkezinin boyuna yeri
L_{CF}	Yüzme merkezinin boyuna yeri
L_{OA}	Geminin tam boyu
L_{PP}	Dikmeler arası boy
L_{WL}	Su hattı boyu
T_0	Geometrik dizayn su çekimi
T	Su çekimi
RAO	Genlik karşılık fonksiyonu
RMS	Kare ortalamasının karekök değeri
λ	Dalga boyu
Δ	Deplasman
∇	Deplasman hacmi
ζ	Dalga genliği
ω	Dalga frekansı

KISALTMA LİSTESİ

BRETS	Bret-Schneider 2-Parameter Usual Formulation
CAD	Computer Aided Design
COG	Center Of Gravity
DD2	Deniz Durumu 2
DD3	Deniz Durumu 3
DD4	Deniz Durumu 4
IMO	International Maritime Organization
ISO	International Organization for Standardization
NATO	North Atlantic Treaty Organization
SS2	Sea State 2
SS3	Sea State 3
SS4	Sea State 4
STANAG	Standardization Agreement
YKAG	Yuvarlak Kıçlı Ana Gulet

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. 1	Tekne rotalarının gösterimi4
Şekil 2. 1	İnşa aşamasında bir gulet (Marmaris), (Brown) 6
Şekil 2. 2	Dizayn ve operasyonda denizcilik performansının etkisi.....7
Şekil 2. 3	ISO düşey ivme sınır değerleri 8
Şekil 2. 4	Artan deniz şiddeti ile ortaya çıkan doğal ve istemli hız kayıpları10
Şekil 2. 5	Altı serbestlik dereceli gemi hareketlerinin gösterimi.....11
Şekil 2. 6	Gulet 11, $F_n=0$ için dalıp çıkma transfer fonksiyonu (180°)20
Şekil 2. 7	Gulet 11, $F_n=0.3$ için dalıp çıkma transfer fonksiyonu (180°)20
Şekil 2. 8	11 nolu gulet için gemi kesitleri ve Close Fit noktalarının gösterimi21
Şekil 2. 9	Düzenli bir dalga21
Şekil 2. 10	Karışık denizi oluşturan dalgalar23
Şekil 2. 11	Tipik bir RAO grafiği25
Şekil 2. 12	Tipik bir dalga spektrum grafiği25
Şekil 2. 13	Cevap fonksiyonu grafiği25
Şekil 2. 14	Bir yolcu gemisinin dövünme olayı27
Şekil 2. 15	Polar diyagram formatı28
Şekil 2. 16	En küçük kareler yöntemi ile eğri uydurma gösterimi.....30
Şekil 3.1	Gulet 14'ün üç boyutlu gösterimi 34
Şekil 3.2	Gulet 11'in üç boyutlu gösterimi35
Şekil 4.1	Gulet 11, DD4, salon, düşey ivmelenme polar diyagramı38
Şekil 4.2	Gulet 11, DD4, baş-kıç vurma polar diyagramı39
Şekil 4.3	Guletlerin profil resminde salon ve kaptan köşkünün gösterimi40
Şekil 4.4	Guletlerin plan resminde salon ve kaptan köşkünün gösterimi40
Şekil 6.1	Seçilen kriterlerde DD3 için yaşanabilirlik indeks değerleri.....50
Şekil 6.2	Seçilen kriterlerde DD4 için yaşanabilirlik indeks değerleri.....51
Şekil 6.3	Seçilen 1.5° Baş-kıç vurma RMS kriterindeki yaşanabilirlik indeks değerleri..52
Şekil 6.4	Seçilen 2° Baş-kıç vurma RMS kriterindeki yaşanabilirlik indeks değerleri.....52

Şekil A.1	Gulet 1'in endaze planı.....	56
Şekil A.2	Gulet 2'nin endaze planı.....	56
Şekil A.3	Gulet 3'ün endaze planı.....	57
Şekil A.4	Gulet 4'ün endaze planı.....	57
Şekil A.5	Gulet 5'in endaze planı.....	57
Şekil A.6	Gulet 6'nın endaze planı.....	58
Şekil A.7	Gulet 7'nin endaze planı.....	58
Şekil A.8	Gulet 8'in endaze planı.....	58
Şekil A.9	Gulet 9'un endaze planı.....	59
Şekil A.10	Gulet 10'un endaze planı.....	59
Şekil A.11	Gulet 11'in endaze planı.....	59
Şekil A.12	Gulet 12'nin endaze planı.....	60
Şekil A.13	Gulet 13'ün endaze planı.....	60
Şekil A.14	Gulet 14'ün endaze planı.....	60
Şekil A.15	Gulet 15'in endaze planı.....	61
Şekil A.16	Gulet 16'nın endaze planı.....	61
Şekil A.17	Gulet 17'nin endaze planı.....	61
Şekil A.18	Gulet 18'in endaze planı.....	62
Şekil A.19	Gulet 19'un endaze planı.....	62
Şekil A.20	Gulet 20'nin endaze planı.....	62
Şekil A.21	Gulet 21'in endaze planı.....	63
Şekil B.1	Gulet 1'nin yaşanabilirlik indeks değerleri.....	65
Şekil B.2	Gulet 2'nin yaşanabilirlik indeks değerleri.....	66
Şekil B.3	Gulet 3'ün yaşanabilirlik indeks değerleri.....	67
Şekil B.4	Gulet 4'ün yaşanabilirlik indeks değerleri.....	68
Şekil B.5	Gulet 5'in yaşanabilirlik indeks değerleri.....	69
Şekil B.6	Gulet 6'nın yaşanabilirlik indeks değerleri.....	70
Şekil B.7	Gulet 7'nin yaşanabilirlik indeks değerleri.....	71
Şekil B.8	Gulet 8'in yaşanabilirlik indeks değerleri.....	72
Şekil B.9	Gulet 9'un yaşanabilirlik indeks değerleri.....	73
Şekil B.10	Gulet 10'un yaşanabilirlik indeks değerleri.....	74
Şekil B.11	Gulet 11'in yaşanabilirlik indeks değerleri.....	75
Şekil B.12	Gulet 12'nin yaşanabilirlik indeks değerleri.....	76
Şekil B.13	Gulet 13'ün yaşanabilirlik indeks değerleri.....	77
Şekil B.14	Gulet 14'ün yaşanabilirlik indeks değerleri.....	78
Şekil B.15	Gulet 15'in yaşanabilirlik indeks değerleri.....	79
Şekil B.16	Gulet 16'nın yaşanabilirlik indeks değerleri.....	80
Şekil B.17	Gulet 17'nin yaşanabilirlik indeks değerleri.....	81
Şekil B.18	Gulet 18'in yaşanabilirlik indeks değerleri.....	82
Şekil B.19	Gulet 19'un yaşanabilirlik indeks değerleri.....	83
Şekil B.20	Gulet 20'nin yaşanabilirlik indeks değerleri.....	84
Şekil B.21	Gulet 21'nin yaşanabilirlik indeks değerleri.....	85
Şekil C.1	Gulet 1'in ilgili hareketler için RMS değerleri.....	88
Şekil C.2	Gulet 2'nin ilgili hareketler için RMS değerleri.....	90
Şekil C.3	Gulet 3'ün ilgili hareketler için RMS değerleri.....	92

Şekil C.4	Gulet 4'ün ilgili hareketler için RMS değerleri.....	94
Şekil C.5	Gulet 5'in ilgili hareketler için RMS değerleri.....	96
Şekil C.6	Gulet 6'nın ilgili hareketler için RMS değerleri.....	98
Şekil C.7	Gulet 7'nin ilgili hareketler için RMS değerleri	100
Şekil C.8	Gulet 8'in ilgili hareketler için RMS değerleri.....	102
Şekil C.9	Gulet 9'un ilgili hareketler için RMS değerleri.....	104
Şekil C.10	Gulet 10'un ilgili hareketler için RMS değerleri.....	106
Şekil C.11	Gulet 11'in ilgili hareketler için RMS değerleri.....	108
Şekil C.12	Gulet 12'nin ilgili hareketler için RMS değerleri.....	110
Şekil C.13	Gulet 13'ün ilgili hareketler için RMS değerleri.....	112
Şekil C.14	Gulet 14'ün ilgili hareketler için RMS değerleri.....	114
Şekil C.15	Gulet 15'in ilgili hareketler için RMS değerleri.....	116
Şekil C.16	Gulet 16'nın ilgili hareketler için RMS değerleri.....	118
Şekil C.17	Gulet 17'nin ilgili hareketler için RMS değerleri.....	120
Şekil C.18	Gulet 18'in ilgili hareketler için RMS değerleri.....	122
Şekil C.19	Gulet 19'un ilgili hareketler için RMS değerleri.....	124
Şekil C.20	Gulet 20'nin ilgili hareketler için RMS değerleri.....	126
Şekil C.21	Gulet 21'in ilgili hareketler için RMS değerleri.....	128

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1	Mevcut yuvarlak kılıçlı guletlerin ve YTÜ Yuvarlak Kılıçlı Gulet Serisinin bazı geometrik değerleri ve deplasmanları..	3
Çizelge 2.1	Seçilen ivme kriterleri.....	8
Çizelge 2.2	Doğu Akdeniz'e ilişkin karakteristik değerleri	26
Çizelge 3.1	Ana boyutlar ve bazı geometrik değerler.....	33
Çizelge 3.2	Form katsayıları ve bazı hidrostatik değerler	34
Çizelge 4.1	DD2 karakteristik özellikleri.	36
Çizelge 4.2	DD3 karakteristik özellikleri.	36
Çizelge 4.3	DD4 karakteristik özellikleri.	37
Çizelge 5.1	Regresyon yöntemi için kullanılan modeller	42
Çizelge 5.2	Analizler için belirlenen tekne parametreleri	42
Çizelge 5.3-a	Model 1 için elde edilen regresyon katsayıları.....	44
Çizelge 5.3-b	Model 1 için elde edilen regresyon katsayıları.....	44
Çizelge 5.3-c	Model 1 için elde edilen regresyon katsayıları.....	45
Çizelge 5.4-a	Model 2 için elde edilen regresyon katsayıları.....	45
Çizelge 5.4-b	Model 2 için elde edilen regresyon katsayıları.....	46
Çizelge 5.4-c	Model 2 için elde edilen regresyon katsayıları.....	46
Çizelge 5.5-a	Model 3 için elde edilen regresyon katsayıları.....	47
Çizelge 5.5-b	Model 3 için elde edilen regresyon katsayıları.....	47
Çizelge 5.5-c	Model 3 için elde edilen regresyon katsayıları.....	48
Çizelge 6.1	İyi denizcilik için olması gereken özellikler.....	53

YTÜ YUVARLAK KIÇLI GULET SERİSİNİN DENİZCİLİK ANALİZİ

Ferdi ÇAKICI

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Y. Doç. Dr. Muhsin AYDIN

Eş Danışman: Prof. Dr. Kadir SARIÖZ

Tekne dizayn aşamasının en önemli adımlarından biri form optimizasyonudur. Bu optimizasyon genellikle; stabilite, direnç ve sevk üzerine yapılmaktadır. Doğada ayna gibi düz bir su yüzeyi bulunamayacağından teknelerin karışık denizdeki cevaplarının da belirlenmesi tasarım açısından büyük önem taşımaktadır. Gemi operatörü deniz durumuna göre istemli veya istemsiz hız kesebilir. Dalgalı denizde hız kaybı, dalgalardan kaynaklanan ek direnç, sevk veriminin düşmesi ve en önemlisi deniz tutması gibi önemli etkenler, mühendisleri daha denizci bir tekne inşa etmeye yöneltmiştir.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında YTÜ yuvarlak kiçli gulet serisinin denizcilik davranışlarına etki eden deplasman değerleri, ana boyutları ve oranları, tekne form parametreleri detaylıca incelenmiştir. Gulet tipi tekneler günümüzde özellikle Akdeniz ve Ege Deniz’inde gezinti tekneleri olarak kullanılmakta olup, denizcilik kabiliyetlerinin geliştirilmesi büyük önem kazanmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmasının ilk kısmında, seride yer alan 21 farklı deplasmana ait teknenin denizcilik hesapları yapılarak, salon-kaptan köşkü düşey ivmelenme ve baş-kıç vurma hareketi için yaşanabilirlik indeksi değerleri hesaplanmıştır. Her bir tekne için yaşanabilirlik indeks değerleri grafiklerle gösterilmiştir. İkinci kısımda ise tüm tekneler eş

bir deplasmana indirgenip; tekne form parametrelerinin belirlenen gemi hareketlerine etkileri saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dilim Teorisi, Düşey Düzlemdeki Gemi Hareketleri, Polar Diyagramlar, Yaşanabilirlik İndeksi

ABSTRACT

SEAKEEPING ANALYSES OF YTU GULETS WITH CRUISER STERN

Ferdi ÇAKICI

Department of Naval Architecture and Marine Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist.Prof. Dr. Muhsin AYDIN

Co-Adviser: Prof. Dr. Kadir SARIÖZ

One of the most important steps of design phase is hull form optimization. This optimization is usually based on stability, resistance and propulsion. It is important to obtain the ship motions in random waves because of the complexity of sea surface. The shipmaster might decrease speed voluntarily or involuntarily as regards to sea conditions. Loss of speed, added resistance, decreasing propulsion efficiency due to waves and the most important one seasickness phenomenon force engineer to build more seaworthy ships.

In this master thesis, displacement values, main dimensions and their proportions ,hull form parameters of YTU cruiser stern gulets which affect seakeeping abilities are investigated in detail. Nowadays, gulets are used as sailing boats in Aegean and Mediterranean, it is important to improve their seakeeping abilities.

Habitability index values of 21 different gulets are calculated for saloon- bridge vertical acceleration and pitch motion in the first part of thesis. Habitability index values are shown in graphs for each gulet. In the second part of the thesis, effects of geometric characteristics on specified ship motions are determined by taking equal displacement values for all ships.

Key Words: Strip Theory, Ship Motions in Vertical Plane, Polar Diagrams, Habitability Index

1.1 Literatür Özeti

Çalışmanın ilk kısmında incelenecek olan denizcilik yaşanabilirlik performansı, gezinti tekneleri için tekne mutlak düşey ivmelenme ve baş-kıç vurma gibi hareketlerin seçilen eşik değerinin altında veya üstünde kalması ile ilgilidir. Bu konuda Sarıöz çeşitli çalışmalar yapmıştır. Sarıöz ve Narlı, (2004), seçilen düşey ivme kriter değerlerinin denizcilik performans değerlendirmesini doğrudan etkilediğini savunmuş, deniz durumu 5 ve 6 için belirlenen limit kriterlerde yaşanabilirlik indeks değerlerini saptamışlardır [1]. Bir diğer çalışmada Sarıöz ve Sarıöz, (2005), dalga dağılım diyagramını kullanarak bir yolcu gemisinin yaşanabilirlik performans indeks değerlerini hesaplamıştır [2]. Her iki çalışmada da bahsi geçen hareket düşey ivme hareketi olup; limit değerler ISO 2631 standardı kullanılarak elde edilmiştir. Arribas ve Fernandez, (2005), hızlı tekneler için dilim teorisini, ek dinamik kuvvetleri de ele alarak, düşey düzlemdaki hareketlerini hesaplamak amacı ile kullanmış; çalışmalarını deneysel verilerle güçlendirmişlerdir [3]. Arribas ve Pinerio, (2007), tasarım aşamasında bir yolcu ferisini kullandıkları analizlerinde genel yerleşim planının denizcilik hesaplamalarına olan etkisini araştırmışlardır [4]. Tello vd., (2011), 11 farklı balıkçı gemisi formu için, güverteyi su basması, dövünme ve pervanenin sudan çıkması gibi uç denizcilik durumları dahil olmak üzere köprüdeki ve çalışma alanındaki düşey ve yatay ivmelenme, yalpalama ve baş-kıç vurma gibi temel denizcilik olaylarını incelemiştir [5]. Tavsiye edilen kriter değerlerini baz alarak balıkçı tekneleri için faydalı pratik bilgiler sunmuştur.

Çalışmanın ikinci kısmında sunulacak olan tekne form parametrelerinin gemi hareketlerine olan etkisi ile ilgili birçok çalışma literatürde mevcuttur. Bales (1980), destroyerler için kriterden bağımsız bir rank çalışması yapmıştır. Söz konusu çalışmada eş deplasmana indirgenmiş 20 adet destroyerin 8 düşey düzlem hareketini (baş-kıç vurma, dalıp-çıkma, baş ve kıç postalardaki bağıl hareketler, tekne başındaki mutlak düşey ivmelenme, tekne kıçında dalıp-çıkma ivmelenmesi ve mutlak düşey hareket değerleri, gemi başındaki dövünme) 5 farklı hız ve modal periyot için baştan gelen dalgalarda tek bir deniz durumunda hesaplamıştır ve yapmış olduğu doğrusal regresyon analizi ile 6 adet tekne form parametresinin söz konusu hareketlere olan etkisini göstermiştir [6]. Kükner ve Sarıöz, (1995), yüksek süratli tekneler için bir çalışma yapmışlar; L, B/T gibi ana boyutların ve ikincil tekne form parametrelerinin düşey hareketlere etkisini araştırmışlardır [7]. Sarıöz vd., (1999) Akdeniz’de çalışması düşünülen bir balıkçı teknesi için konsept dizayn aşamasında faydalı olması amacıyla denizcilik hesaplamaları yapmıştır [8]. Brown (2005), gulet tipi tekneler için direnç ve denizcilik yönünden analizler yapmış ve optimum tekne parametrelerini sunmaya çalışmıştır [9]. Şaylı vd. (2007), tekne form parametrelerinin düzenli dalgalarda dalıp-çıkma baş-kıç vurma ve düşey ivmelenme hareketleri üzerindeki etkilerini çoklu regresyon tekniği ile ortaya koymuştur [10]. Şaylı vd. (2009) , bir sonraki çalışmalarında yine aynı balıkçı tekneleri için lineer olmayan regresyon yöntemini literatüre kazandırmışlardır [11]. Özüm vd. (2011), kavram dizayn aşamasında hızlı teknelerin denizciliğini etkileyen parametreleri incelemişler; ana boyutların ve ikincil form parametrelerinin gemi hareket karakteristiğine olan etkilerini araştırmışlardır [12].

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada Aydın’ın (2012), iteratif yöntemlerle C_{B0} ’a göre elde ettiği yuvarlak kıçlı gulet serisinde yer alan 21 adet teknenin denizcilik hesapları belirtilen gemi hareketleri için yapılmıştır. Çizelge 1.1’de mevcut yuvarlak kıçlı guletler ile YTÜ yuvarlak kıçlı gulet serisinin ana boyutları bazı form katsayıları ve deplasman değerleri verilmiştir [13].

Çizelge 1.1 Mevcut yuvarlak kıçlı guletlerin ve YTÜ Yuvarlak Kıçlı Gulet Serisinin bazı geometrik değerleri ve deplasmanları.

	Mevcut Yuvarlak Kıçlı Guletler	YTÜ Yuvarlak Kıçlı Gulet Serisi
L_{OA} (m)	18 - 33	15 - 35
B_{OA} (m)	5.4 - 7.8	4.839 - 7.543
D (m)	2.35 - 4.1	2.634 - 4.556
T (m)	1.65 - 2.76	1.558 - 2.665
C_B	0.230 - 0.315	0.256 - 0.334
C_{WP}	0.705 - 0.810	0.738 - 0.823
C_P	0.646 - 0.730	0.654 - 0.689
Δ (ton-f)	35 - 155	21.5 - 186.1

Yapılan denizcilik hesapları sayesinde bu tip teknelerin kavram dizayn aşamasında denizcilik yönünden optimize edilmesi mümkün olacaktır.

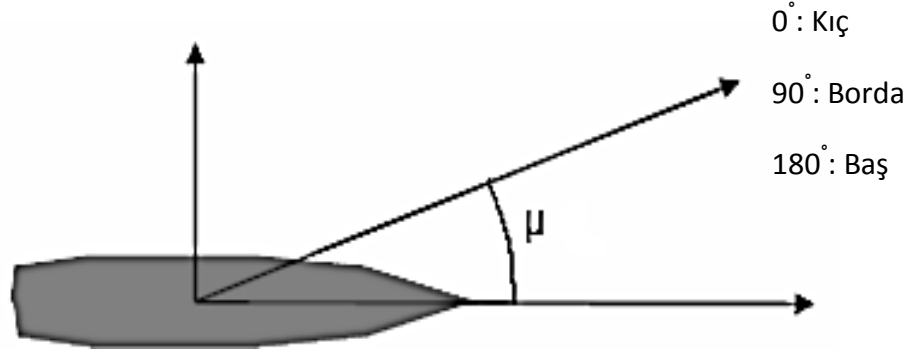
Tez çalışmasının ilk kısmında her bir teknenin orijinal deplasman değerinde, 3 farklı deniz durumunda; DD2, DD3 ve DD4 ve bütün rotalarda; 0°:10°:180° yolcu salonu-kaptan köşkü düşey ivmelenme ve baş-kıç vurma hareketi için yaşanabilirlik indeks değerleri hesaplanmıştır. Böylelikle tasarlanması ve inşa edilmesi planlanan gulet için, seyredeceği deniz durumuna göre yeterli yaşanabilirlik indeks değerinde olması için sahip olması gereken deplasman değerleri saptanabilecektir.

Baş-kıç vurma hareketi; teknenin ağırlık merkezinden geçen enine eksen etrafında yaptığı harmonik bir harekettir. Düşey ivmelenme ise tekne boyunca herhangi bir noktanın dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketlerinin bileşkesi olan mutlak düşey hareketlerin frekans havuzunda zamana göre ikinci türevi ile elde edilir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise tekneler eş bir deplasmana getirilerek, 1. Modelde ana boyutlar, 2. Modelde ana boyutlar ve ikincil form parametreleri, 3. Modelde ise ana boyutlar, ikinci form parametreleri ve ek olarak üçüncü form parametreleri göz önüne alınarak; gemi hareketlerini azaltmak için seçilmesi gereken geometrik özellikler belirlenecektir.

1.3 Hipotez

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, çok yoğun ve özenle yapılmış olan iteratif çalışmalar sonucunda elde edilen YTÜ Yuvarlak Kıçlı Gulet Serisinde yer alan 21 adet teknenin su altı formu denizcilik açısından incelenmiştir. İlk olarak tekne deplasmanının seçilen gemi hareketlerine olan etkisi, her bir teknenin belirtilen deniz durumlarında yaşanabilirlik indeks değerleri hesaplanarak ortaya konulmuştur. Tekne Froude sayısı, gulet tipi teknelerin deplasman tipi tekneler olmasından dolayı azami 0.3 alınarak; 0:0.05:0.3 aralığında tanımlanmıştır. Teknelerin seyir rotası ise, her bir rotanın eşdeğer olarak kabul edilmesi ile $0^{\circ}:10^{\circ}:180^{\circ}$ olacak şekilde alınıp analizler yapılmıştır. Tekne rotaları Şekil 1.1'de gösterilmektedir:



Şekil 1.1 Tekne rotalarının gösterimi

Çalışmanın ikinci kısmında ise en kritik durum olan baştan gelen dalgalarda, dalıp-çıkma, baş-kıç vurma ve yolcu salonu düşey ivmelenme RMS değerleri her bir gulet için DD3'te hesaplanarak regresyon denklemleri elde edilmiştir. Regresyon denklemlerinden elde edilen katsayılara göre de yuvarlak kıçlı guletler için form parametrelerinin denizciliğe olan etkileri saptanmış olacaktır. Hesaplamalarda dilim teorisini taban alan ve Frank-Close Fit yaklaşımı ile tekne formlarının ifade edildiği bir yazılım kullanılmıştır.

BÖLÜM 2

GEMİLERİN DENİZCİLİĞİ

Denizcilik hesaplarının yapılmasının asıl sebebi deniz araçlarının seyir süresince çeşitli deniz durumlarında güvenli ve konforlu yolculuk yapmalarını sağlamaktır. Gemi hareketlerinde genlikleri azaltmanın en iyi yolunun deplasman değerini arttırmak olduğu bilinmektedir. Teknenin görev profilini yerine getirmesi için hangi deniz durumunda kaç tonluk bir deplasmana sahip olacağı gemi mühendisleri tarafından bilinen bir gerçektir. Sağlıklı bir görev profili elde etmek amacıyla gemilerin DD4 için 600, DD5 için 3000 ve DD6 için 6000 tonluk deplasmana sahip olmaları pratikte bilinmektedir.

Her teknenin görev profili farklı tanımlanabilir. Geminin denizcilik performansını belirlemek için o geminin görevinin iyi tanımlanmış olması gerekir; eğer gemi sismik araştırma gemisi ise o gemi için en önemli yetenek düşük hızda sonar taraması yapabilmesidir. Eğer gemi yolcu gemisi ise gemi görevinin operasyonel kabiliyete dönüşmesi için deniz tutması üzerinde durulması gerekir. Bu konu ilgili çeşitli bilimsel kriterler bulunmaktadır. Bu kriterlerden düşey ivmelenme kriterleri gibi bazı kriterler standartlaştırılarak ISO kriterine dönüşmüştür. Şekil 2.1’de inşa aşamasında ahşap bir gulet verilmiştir:

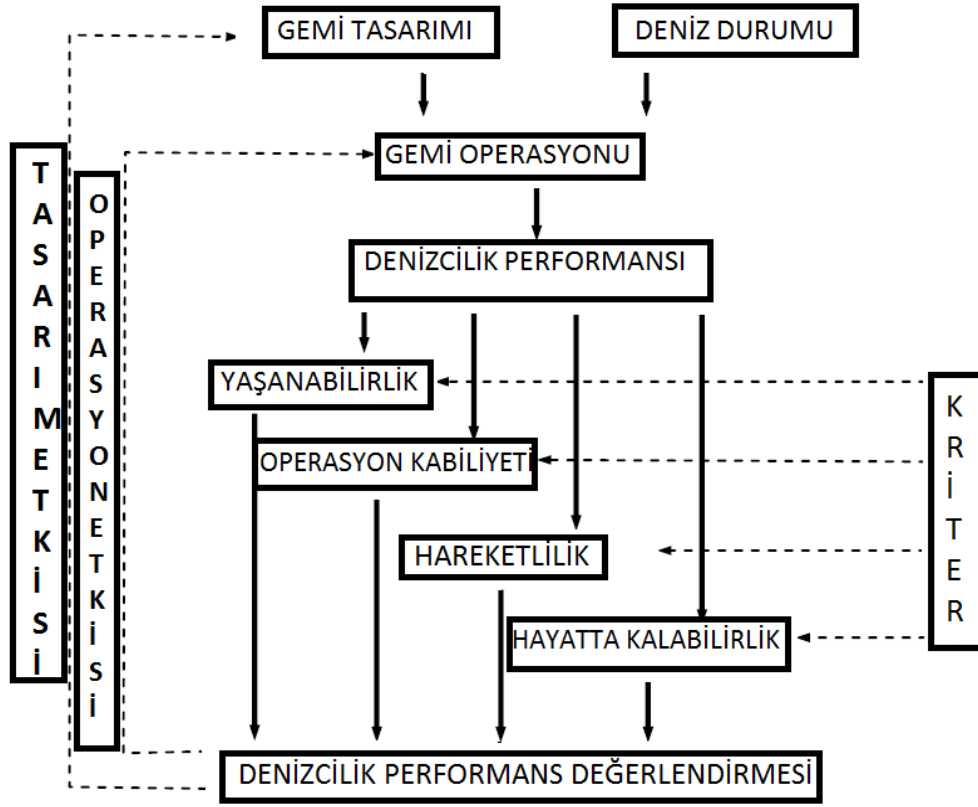


Şekil 2.1 İnşa aşamasında bir gulet (Marmaris), (Brown)

2.1 Önemli Denizcilik Karakteristikleri

Deniz koşullarının gemi üzerinde çeşitli etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler 4 ana başlıkta toplanabilir. Bunlar; yaşanabilirlik, operasyon kabiliyeti, hayatta kalabilirlik ve hareketlilik. Bir yolcu gemisinde yaşanabilirlik yani insanların konforu birinci öncelikteyken; bir yük gemisi veya tanker için hız kaybetmeme (hareketlilik) daha fazla önem az etmektedir. Savaş gemilerinde ise bu karakteristiklerin hepsi önemli ve eşdeğerdir.

Denizcilik, tek bir harekete bağlı olarak ifade edilemeyen bir kavramdır. Denizci bir tekne güvertesine fazla su almayan, yalpa ve baş-kıç vurma hareketlerini makul düzeyde yapan, yolcuların ve mürettebatın dayanabileceği düşey ve yanal ivme değerlerini aşmayan, yüksek deniz durumlarında fazla hız kesmeyen bir teknedir. Şekil 2.2'de dizayn ve operasyonda denizcilik performansının etkisi şematik olarak gösterilmiştir.



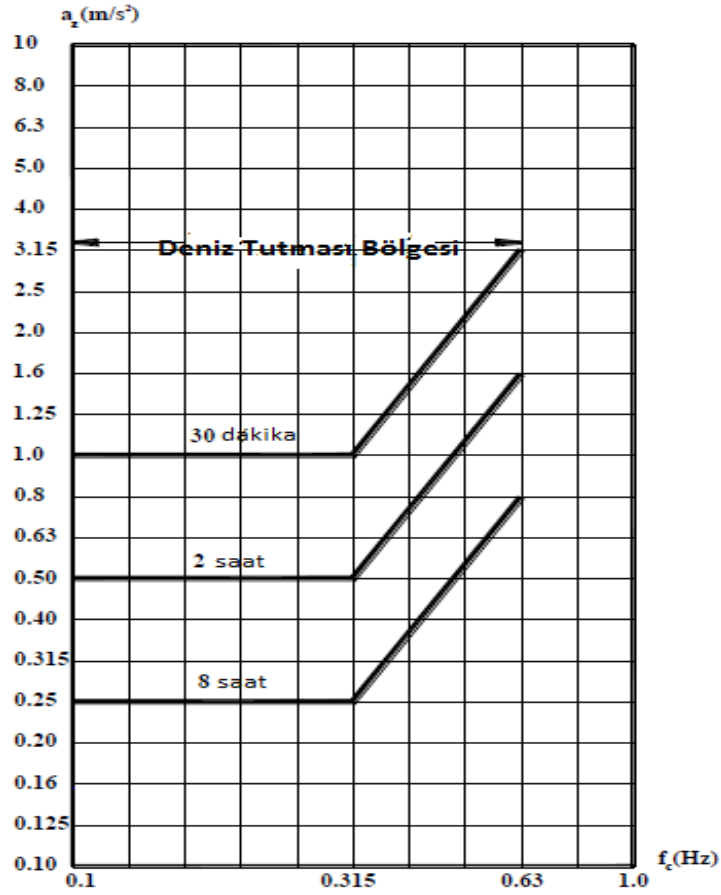
Şekil 2.2 Dizayn ve operasyonda denizcilik performansının etkisi

2.1.1 Yaşanabilirlik

Gemi mürettebatının her zaman yüksek verimde performans göstermesi istenir. Fakat gemi mürettebatının verimi, deniz tutması ve yorulmaya neden olan gemi hareketleri ile beraber düşer, bazı görevlerin yerine getirilmesi imkânsız hale gelir. Yaşanabilirlik deyince yolcuların ve mürettebatın gemi hareketlerinden en az etkileneceği durum akla gelmelidir. Bu kavram özellikle yolcu ve gezinti tipi teknelerde ön plana çıkmaktadır. Benzer bir şekilde savaş gemileri için de bu kavram oldukça önemlidir. Savaş gemisindeki mürettebatın görevini yerine getirebilmesi için görevine odaklanabilmesi gerekir. Bu da denizci bir savaş gemisi tasarlanması ile mümkündür.

Baş-kıç vurma ve yalpa hareketleri için limit kriterler NATO'nun STANAG dokümanlarında sunulmuştur (Yalpa 4°, baş-kıç vurma 1.5°, RMS). Limit kriterler Amerikan Donanmasının, kaptanları arasında yapmış olduğu anketler yardımıyla oluşturulmuştur [14]. Yolcu ve gezinti tipi teknelerde yaşanabilirlik özelliği ve denizcilik performansı düşey ve yanal ivmelenmelerle

yakından ilgilidir. Deniz tutmasına neden olabilecek düşey ivmelenme değerleri salınım frekansı ve salınıma maruz kalınan süre cinsinden standartlaştırılmıştır (Şekil 2.3) [15]:



Şekil 2.3 ISO Düşey ivme sınır değerleri

Yüksek lisans tez çalışmasında baş-kıç vurma hareketi için limit kriter 1.5° ve 2° RMS olarak seçilmiştir. Seçilen ivme kriterleri ise maruz kalınan süre ve RMS düşey ivmelenme cinsinden Çizelge 2.1'de verilmiştir. Bir gulet seyrinin azami 2 saat, en az ise 30 dakika süreceği kabulü ile, ilgili kriter değerler Çizelge 2.1'deki gibi alınmıştır:

Çizelge 2.1 Seçilen ivme kriterleri [1 ve 2]

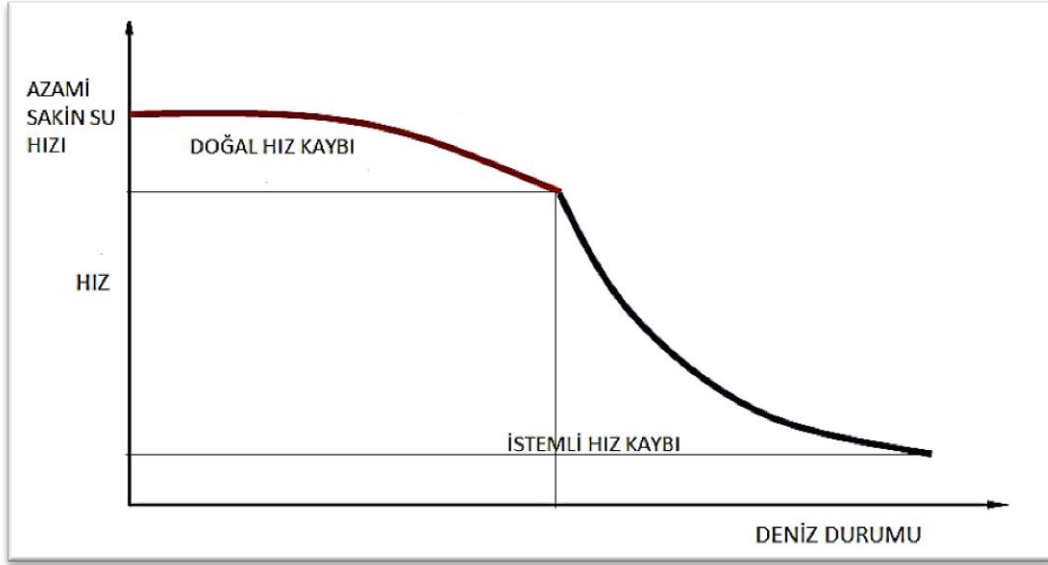
Maruz Kalınan Süre	RMS düşey ivmelenme (m/s^2)
2 saat	0.500
1 saat	0.707
30 dakika	1

2.1.2 Operasyon Kabiliyeti

Bir geminin operasyon kabiliyeti tüm mekanik ve elektronik aksamının düzen içinde çalışması, taşınan yükün emniyeti ve gerekli görevlerin yerine getirilmesini kapsamaktadır. Yüksek deniz durumlarında gemi başının dövünmesi, güverteyi su basması gibi gemi hareketleri geminin ve ekipmanlarının zarar görmesine sebep olabilir. Ayrıca mürettebatı zorlayarak deniz tutması ve yorulma gibi olumsuz etkiler ortaya çıkacaktır. Bir savaş gemisinde silah ve sensör sistemlerinin arızalanması, bir yük gemisinde konteynerlerin vinç operasyonlarının aksaması, balıkçı teknelerinde ağ operasyonlarının aksaması, petrol çıkarma platformlarında dalıp çıkma genliklerinin istenilen düzeyde olmaması gibi durumlar o geminin operasyon kabiliyetini olumsuz etkiler.

2.1.3 Hareketlilik

Doğada çarşaf gibi düz bir deniz yüzeyi yoktur. Bu sebeple belirlenmesi gereken, gemi araçlarının durgun suda değil belli bir deniz durumunda hangi hızla seyredebileceğidir. Denizde hız kaybı iki şekilde olabilir; kaptanın istemli olarak hız kesmesi ve doğal olarak gerçekleşen hız kaybı. İstemli hız kesimi personel ve taşınan yükün güvenliğinin sağlanması amacıyla ile kaptan tarafından gerçekleştirilir. Rahatsız edici gemi hareketlerinden kaçınmak için kaptan tarafından hız düşürülür veya rota değiştirilir. Doğal olarak gerçekleşen hız kaybının nedeni ise dalga kaynaklı ek direnç ve sevk sisteminin veriminin düşmesidir. Hız kayıpları şüphesiz istenmeyen bir şeydir. Şekil 2.4'te artan deniz şiddeti ile ortaya çıkan doğal ve istemli hız kayıpları verilmiştir.



Şekil 2.4 Artan deniz şiddeti ile ortaya çıkan doğal ve istemli hız kayıpları

2.1.4 Hayatta Kalabilirlik

Bu denizcilik karakteristiği beka durumunu ifade etmektedir. Çok şiddetli deniz durumlarında geminin kaybedilmesi, yaralanması, mürettebatın ve yolcuların yaralanması bu kısımda tartışılabilir. Bir gemi için yapısal mukavemet, yalpa hareketinde doğrultucu moment değerleri ve yaralı bölme boyları, hayatta kalabilirlik kriterleri ile güvence altına alınmalıdır. Bununla ilgili çeşitli klas kuruluş kuralları ve IMO kriterleri mevcuttur.

2.2 Gemi Hareketleri

2.2.1 Dilim Teorisi

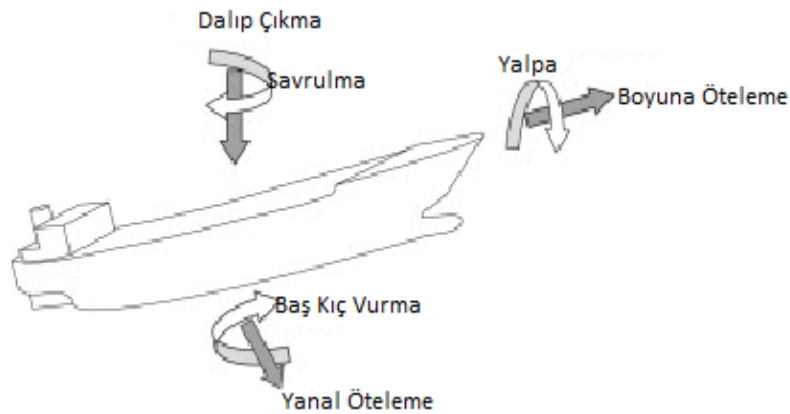
Denizcilik problemlerinde hareket denklemlerini çözmek amacıyla, gemiyi uygun sayıda dilimlere bölerek, her bir dilim için çeşitli yöntemlerle hesaplanan hidrodinamik katsayıların, gemi boyunca herhangi bir nümerik yöntemle toplanması ve böylelikle geminin sahip olduğu hidrodinamik katsayıların hesaplanmasını sağlayan yöntemdir. Teknelerin dilimlere bölünmesini esas alan bu teori sayesinde problem iki boyutlu hal alır. Dilimlerin birbirinden etkilenmeyeceği kabulü yapılır. Hesaplanan hidrodinamik katsayıların elde edilmesi potansiyel teoriye dayanmaktadır. Potansiyel teoride hız, hız potansiyelinden türetilebilir. Potansiyel teori kabulleri;

- Akışın sürekli olması $(\nabla \cdot \vec{V}) = 0$,
- Viskoz etkilerin ihmalı,
- Akışın çevrintisiz olmasıdır $(\nabla \times \vec{V}) = 0$.

Buna ek olarak dilim teorisinin aşağıdaki varsayımlarla daha gerçekçi sonuçlar verdiği doğrulanmıştır:

- Teknenin narin olması ($L \gg B$, $T \ll \lambda$, $B \ll \lambda$)
- Teknenin rijit olması
- Froude sayısının azami 0.4 olması
- Hareketlerin küçük genlikte olması
- Derin su kabulü

Teknenin sabit bir hızda ilerlediği ve tekneye herhangi bir açıdan küçük genlikli düzenli bir sinüzoidal dalga gönderildiği varsayıldığında hareketlerin lineer ve harmonik olması beklenir. Hareketlerin modunu $k = 1, 2, \dots, 6$ olarak ifade edersek; 1, 2 ve 3 modundaki hareketler öteleme; 4, 5 ve 6 modundaki hareketler ise dönme hareketlerini temsil eder. 1 boyuna öteleme, 2 yanal öteleme, 3 dalıp-çıkma, 4 yalpa, 5 baş-kıç vurma, 6 ise savrulma hareketini gösterir (Şekil 2.5):



Şekil 2.5 Altı serbestlik dereceli gemi hareketlerinin gösterimi

Gemi hareketlerinin dinamiği Newton'ın hareket kanunlarından elde edilmektedir. Zorlayıcı kuvvet veya momentler geminin doğrusal ve açısal momentumunu değiştirecektir. Gemi

statik durumda dengede iken ağırlığı hidrostatik basınç kuvveti tarafından dengelenmektedir. Toplam sabit direncinde pervane tarafından karşılandığı bilindiğine göre sabit kuvvetlerin ihmal edilmesi olağandır. Öyleyse zamana bağlı dalgadan gelen hidrodinamik kuvvetlerin dikkate alınması gerekir. Zamana bağlı olan ve altı serbestlik derecesinde olan tekneye etkiyen kuvvet ve momentlerin kaynağı hidrostatik ve viskoz olmayan hidrodinamik kuvvetlerin tekne ıslak yüzeyi normaline etkimesidir. Tekneye etkiyen hidrodinamik basınç kuvvetini hesaplamak için tekne su altı kısmına k yönünde etkiyen normal basınç bileşeni $P_k(x, y, z; t)$ her bir hareket yönü k için su altı yüzeyi üzerinde toplanmalıdır.

$$F_k(t) = \iint_S P(x, y, z; t) n_k(x, y, z) ds \quad (2.1)$$

Burada;

$F_k(t)$, Hidrodinamik basınç kuvvetini

S , Su altı yüzeyini

$n_k(x, y, z)$ Birim normal vektörü temsil etmektedir.

Akışın viskoz olmaması ve çevrintisiz olması kabulüyle tekne yüzeyine etkiyen hidrodinamik basınç Bernoulli eşitliğinden elde edilir:

$$P(x, y, z; t) = -\rho \left(\frac{\partial \Phi(x, y, z; t)}{\partial t} + \frac{1}{2} |\Delta \Phi(x, y, z; t)|^2 + gz \right) \quad (2.2)$$

Burada ρ deniz suyu yoğunluğunu g ise yerçekimi ivmesini temsil etmektedir.

Problemi daha basit hale indirmek için hız potansiyeli $\Phi(x, y, z; t)$ zamana bağlı olmayan ve zamana bağlı olan olmak üzere iki parçaya ayrılır. Zamana bağlı olmayan hız potansiyeli gemi hızından kaynaklanmaktadır. Zamana bağlı kısım ise gelen dalga sistemini ve geminin tepkisini içinde barındıran bir potansiyelle ifade edilir:

$$\Phi(x, y, z; t) = [-V_x + \Phi_s(x, y, z)] + \Phi_T(x, y, z) e^{i\omega_e t} \quad (2.3)$$

Burada $-V_x + \Phi_s$ ifadesi zamandan bağımsızdır. V tekne ilerleme hızını Φ_T ise zamana bağlı olan potansiyeli ifade eder. Yukarıda ifade edilen ω_e ise dalgalarla karşılaşma frekansı olup eşitlik (2.4) yardımı ile hesaplanabilir.

$$\omega_e = \omega - \frac{\omega^2}{g} V \cos \mu \quad (2.4)$$

Dalgalarla karşılaşma açısı μ ile gösterilmiştir.

Problemin matematiksel çözümünün elde edebilmek için Bernoulli denklemi lineerleştirilmelidir. Dolayısı ile denklemdeki ikinci dereceden terim atılır. Bu ihmal teorisinin küçük dalga genliklerinde doğru sonuç vereceği anlamına gelir.

$$P = -\rho \left(i\omega_e - V \frac{\partial}{\partial x} \right) \Phi_T e^{i\omega_e t} - \rho g (\eta_3 + \eta_4 y + \eta_5 x) e^{i\omega_e t} \quad (2.5)$$

Burada ilk terim hidrodinamik basınç kuvvetini, ikinci terim ise hidrostatik kuvveti teslim etmektedir. Hidrodinamik katsayıların hesaplanabilmesi için ilk etapta hidrostatik kuvvet ihmal edilir. Hidrodinamik basıncın entegre edilmesi ile tekne yüzeyine etkiyen hidrodinamik kuvvet ve momentler hesaplanabilir.

$$F_k = -\rho \iint_S n_k \left(i\omega_e - V \frac{\partial}{\partial x} \right) \Phi_T ds \quad (2.6)$$

Yukarıda belirtilen toplam hız potansiyelini üçe ayırmak mümkündür:

- Tekneye gelen dalganın potansiyeli,(tekne yokmuş gibi), Φ_I
- Tekneden yansıyan dalganın potansiyeli (teknenin gelen dalgayı etkilemesi), Φ_D
- Gemi hareketlerinin potansiyeli (k. hareketten kaynaklanan akım alanını potansiyeli), Φ_k

Φ_I ve Φ_D potansiyellerinin toplamı tekneye etkiyen uyarıcı kuvveti hesaplarken kullanılır.

Φ_k ise sakin su yüzeyinde salınım yapan tekneye ait hız potansiyelini ifade eder.

$$\Phi_T = \Phi_I + \Phi_D + \sum_{k=1}^6 \Phi_j \bar{\eta}_k \quad (2.7)$$

2.2.2 Düzenli Dalgalarda Gemi Hareketlerinin Tanımlanması

Gemiler dalgalar içinde ilerlerken altı serbestlik derecesinde hareket yapmaktadırlar. Bu hareketler düşey düzlem ve yatay düzlemdeki hareketler olarak ikiye ayrılabilir. Bu iki düzlemdeki hareketlerin birbirini etkilemeyeceği kabulü yapılabilir. Bu çalışmada incelenen

hareketler düşey düzlemde olduğu için; yatay düzlemdeki yalpa, savrulma ve yan öteleme hareketleri dikkate alınmayacaktır. Düşey düzlemdeki hareketler dalıp -çıkma, baş- kış vurma ve boyuna öteleme hareketleridir. Boyuna öteleme hareketinin genlikleri diğer iki harekete göre çok düşük olduğu için denizciliği etkilemediği kabulü yapılır. Dolayısıyla düşey düzlemde baş-kış vurma ve dalıp- çıkma ikilisinden oluşan bir hareket söz konusudur. Aşağıdaki eşitlikte altı serbestlik dereceli gemi hareketleri için genelleştirilmiş eşitlik verilmiştir.

$$\sum_{k=1}^6 (-\omega_e (M_{jk} + A_{jk}) + C_{jk} + i\omega_e B_{jk}) \bar{\eta}_k = F_j \quad j = 1, \dots, 6 \quad (2.8)$$

Bu eşitlikte;

M_{jk} , Genelleştirilmiş atalet matrisini

A_{jk} , Genelleştirilmiş ek su kütlesi matrisini

C_{jk} , Genelleştirilmiş hidrostatik geri getirme matrisini

B_{jk} , Genelleştirilmiş sönüm matrisini

F_j ise zorlayıcı kuvveti/momenti temsil etmektedir.

Bu hareket denklemi reel ve sanal kısımlar olmak üzere ikiye ayrılabilir:

$$\sum_{k=1}^6 (G_{jk} + iH_{jk}) \bar{\eta}_k = F_j \quad j = 1, \dots, 6 \quad (2.9)$$

Eşitlik (2.9)'de ifade edilen denklemin çözümü eşitlik (2.10) transfer fonksiyonu denklemindeki gibi elde edilir:

$$\bar{\eta}_k = \frac{1}{|D|} \sum_{k=1}^6 D_{jk} F_j = T_j + iU_j \quad (2.10)$$

Burada $|D|$, $G + iH$ matrisinin determinantıdır ve j modundaki hareketin genliği $|\bar{\eta}_j|$ ve hareketin faz farkı ε_j eşitlik (2.11)'den hesaplanabilir:

$$|\bar{\eta}_k| = \sqrt{T_j^2 + U_j^2} \quad (2.11)$$

$$\varepsilon_k = \tan^{-1}\left(\frac{U_j}{T_j}\right)$$

Lineer teoride hareketlerin harmonik olduğu varsayılır. Geminin uyarıcı kuvvetle aynı frekansta fakat bir faz farkı ile hareket ettiği ön görülür. Sonuç olarak hareket genliği, hızı ve ivmesi eşitlik (2.12)'deki gibi olur:

$$\begin{aligned}\eta_k(t) &= \bar{\eta}_k e^{i\omega_e t} \\ \dot{\eta}_k(t) &= i\omega_e \bar{\eta}_k e^{i\omega_e t} \\ \ddot{\eta}_k(t) &= -\omega_e^2 \bar{\eta}_k e^{i\omega_e t}\end{aligned}\tag{2.12}$$

Gemi hareketlerinin harmonik olduğu kabulü ile hareketin zamana bağlılığı kısmen giderilir. $e^{i\omega_e t}$ terimi hareketin harmonikliğini belirtir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer husus hareket ile hız arasında faz farkı olduğu, hareket ile ivme arasında ise yön farkı olmasıdır.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında düşey düzlemdeki hareketlerin yatay düzlemdeki hareketlerden etkilenmeyeceği kabulü yapılmıştır. Ayrıca genlikleri diğer hareketlere göre düşük olan boyuna öteleme hareketi ihmal edilmiştir. Dolayısıyla (2.13) ile (2.14) eşitliklerindeki hareket denklemlerini çözmek yeterlidir.

Dalıp-çıkma hareketi için;

$$(M + A_{33})\ddot{\eta}_3 + B_{33}\dot{\eta}_3 + C_{33}\eta_3 + A_{35}\ddot{\eta}_5 + B_{35}\dot{\eta}_5 + C_{35}\eta_5 = F_3 e^{i\omega_e t}\tag{2.13}$$

Baş-kıç vurma hareketi için;

$$(I_5 + A_{55})\ddot{\eta}_5 + B_{55}\dot{\eta}_5 + C_{55}\eta_5 + A_{53}\ddot{\eta}_3 + B_{53}\dot{\eta}_3 + C_{53}\eta_3 = F_5 e^{i\omega_e t}\tag{2.14}$$

Burada ise;

M Teknenin kütlesini,

A_{33} , Dalıp-çıkma hareketinden kaynaklanan ek su kütlesini,

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

B_{33} , Dalıp-çıkmadan dolayı oluşan sönüm kuvveti katsayısını,

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

- C_{33} Dalıp-çıkma hareketinden kaynaklanan geri getirici hidrostatik kuvveti katsayısını,
- η_3 Dalıp-çıkma hareketindeki anlık yer değiştirmeyi,
- A_{35} Baş-kıç vurmanın dalıp-çıkma hareketi üzerindeki etkisinden oluşan ek su kütlesini,
- $\ddot{\eta}_5$ Baş-kıç vurma hareketindeki anlık ivmeyi,
- B_{35} Baş-kıç vurmanın dalıp-çıkma hareketi üzerindeki etkisinden oluşan sönüm kuvveti katsayısını,
- $\dot{\eta}_5$ Baş-kıç vurma hareketindeki anlık hızı,
- C_{35} Baş-kıç vurmanın dalıp-çıkma hareketi üzerindeki etkisinden oluşan geri getirici hidrostatik kuvvet katsayısını,
- η_5 Baş-kıç vurma hareketindeki anlık yer değiştirmeyi,
- F_3 Dalıp-çıkma zorlayıcı kuvvetini,
- $e^{i\omega_e t}$ Hareketin harmonik olduğunu,
- I_5 Baş-kıç vurma hareketi için atalet momentini,
- A_{55} Baş-kıç vurmada kaynaklanan ek kütle atalet momentini,
- B_{55} Baş-kıç vurmada kaynaklanan sönüm momenti katsayısını,
- C_{55} Baş-kıç vurmada kaynaklanan geri getirici hidrostatik moment katsayısını,
- A_{53} Dalıp-çıkmanın baş-kıç vurma hareketi üzerindeki etkisinden oluşan ek su kütlesini,
- B_{53} Dalıp-çıkma hareketinin baş-kıç vurma hareketi üzerindeki etkisinden oluşan sönüm kuvveti katsayısını,
- C_{53} Dalıp-çıkmanın baş-kıç vurma hareketi üzerindeki etkisinden oluşan geri getirici hidrostatik moment katsayısını,
- F_5 Baş-kıç vurma zorlayıcı momentini temsil etmektedir.

Eşitlik (2.13) ve (2.14)'de yer alan terimlerden F_3 , F_5 , η_3 ve η_5 terimleri karmaşık sayılardır ve eşitlik (2.15)'deki ifade edilebilir:

$$F_3 = F_{3r} + iF_{3i} \quad \eta_3 = \eta_{3r} + i\eta_{3i} \quad (2.15)$$

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

Eşitlik (2.13) ve (2.14), (2.12)'deki eşitlikten yararlanılarak eşitlik (2.16)'daki gibi yazılabilir:

$$[-\omega_e^2(M_{33} + A_{33}) + i\omega_e B_{33} + C_{33}]\eta_3 + [-\omega_e^2 A_{35} + i\omega_e B_{35} + C_{35}]\eta_5 = F_3^I + F_3^D = F_3 \quad (2.16)$$

$$[-\omega_e^2 A_{53} + i\omega_e B_{53} + C_{53}]\eta_3 + [-\omega_e^2(I_5 + A_{55}) + i\omega_e B_{55} + C_{55}]\eta_5 = F_5^I + F_5^D = F_5$$

Denklemleri daha kolay ifade edebilmek için eşitlik (2.17) yazılabilir:

$$P\eta_3 + Q\eta_5 = F_3 \quad (2.17)$$

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

Kuvvet ve hareketin karmaşık terimleri dolayısıyla denklem tekrar yazılırsa;

$$[P_R + iP_I](\eta_{3R} + i\eta_{3I}) + [Q_R + iQ_I](\eta_{5R} + i\eta_{5I}) = F_{3R} + iF_{3I} \quad (2.18)$$

$$[R_R + iR_I](\eta_{3R} + i\eta_{3I}) + [S_R + iS_I](\eta_{5R} + i\eta_{5I}) = F_{5R} + iF_{5I} \quad (2.19)$$

Burada;

$$P = P_R + iP_I = [-\omega_e^2(M_{33} + A_{33}) + C_{33}] + i\omega_e B_{33} \quad (2.20)$$

$$Q = Q_R + iQ_I = [-\omega_e^2 A_{35} + C_{35}] + i\omega_e B_{35}$$

$$R = R_R + iR_I = [-\omega_e^2 A_{53} + C_{53}] + i\omega_e B_{53}$$

$$S = S_R + iS_I = [-\omega_e^2(I_5 + A_{55}) + C_{55}] + i\omega_e B_{55}$$

Yukarıdaki eşitliklerin yardımı ile dalıp çıkma genliği aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\bar{\eta}_3 = \bar{\eta}_{3R} + i\bar{\eta}_{3I} = \frac{F_3S - F_5Q}{PS - QR} \quad (2.21)$$

$$\bar{\eta}_3 = \bar{\eta}_{3R} + i\bar{\eta}_{3I} = \frac{(F_{3R} + iF_{3I})(S_R + iS_I) - (F_{5R} + iF_{5I})(Q_R + iQ_I)}{(P_R + iP_I)(S_R + iS_I) - (Q_R + iQ_I)(R_R + iR_I)}$$

Kompleks aritmetik kuralı uygulanırsa $(a+bi)(c+di) = (ac-bd) + i(bc+ad)$

$$\bar{\eta}_3 = \bar{\eta}_{3R} + i\bar{\eta}_{3I} = \frac{(F_{3R}S_R - F_{3I}S_I - F_{5R}Q_R + F_{5I}Q_I) + i(F_{3R}S_I + F_{3I}S_R - F_{5R}Q_I - F_{5I}Q_R)}{(P_RS_R - P_IS_I - Q_RR_R + Q_IR_I) + i(P_RS_I + P_IS_R - Q_RR_I - Q_IR_R)} \quad (2.22)$$

Bir başka kompleks aritmetik kuralı, $a+bi/c+di = ac+bd/c^2+d^2 + i(bc-ad/c^2+d^2)$, uygulanırsa:

$$\bar{\eta}_3 = \bar{\eta}_{3R} + i\bar{\eta}_{3I} = \frac{ac+bd}{c^2+d^2} + i \frac{bc-ad}{c^2+d^2} \quad (2.23)$$

Burada

$$a = F_{3R}S_R - F_{3I}S_I - F_{5R}Q_R + F_{5I}Q_I \quad (2.24)$$

$$b = F_{3R}S_I - F_{3I}S_R - F_{5R}Q_I + F_{5I}Q_R$$

$$c = P_RS_R - P_IS_I - Q_RR_R + Q_IR_I$$

$$d = P_RS_I - P_IS_R - Q_RR_I + Q_IR_R \quad \text{olmaktadır.}$$

$$\text{Dalıp-çıkma genliği (RAO)} \quad |\bar{\eta}_3| = \sqrt{\bar{\eta}_{3R}^2 + \bar{\eta}_{3I}^2} \quad (2.25)$$

$$\text{Dalıp-çıkma fazı} \quad \varepsilon_3 = \tan^{-1}\left(\frac{\bar{\eta}_{3I}}{\bar{\eta}_{3R}}\right)$$

Benzer şekilde baş-kıç vurma hareketi için de genlik ve faz değerleri elde edilir.

Kesitlere etkileyen hidrodinamik kuvvetleri hesaplamak amacı ile dilim teorisi yardımıyla her bir kesitteki ek su kütlesi/atalet momenti ve sönüm kuvveti/momenti (2.26)'deki eşitlik takımlarından yararlanılarak hesaplanabilir:

$$A_{33} = \int_0^L a_{33} dx \quad B_{33} = \int_0^L b_{33} dx \quad (2.26)$$

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

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

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

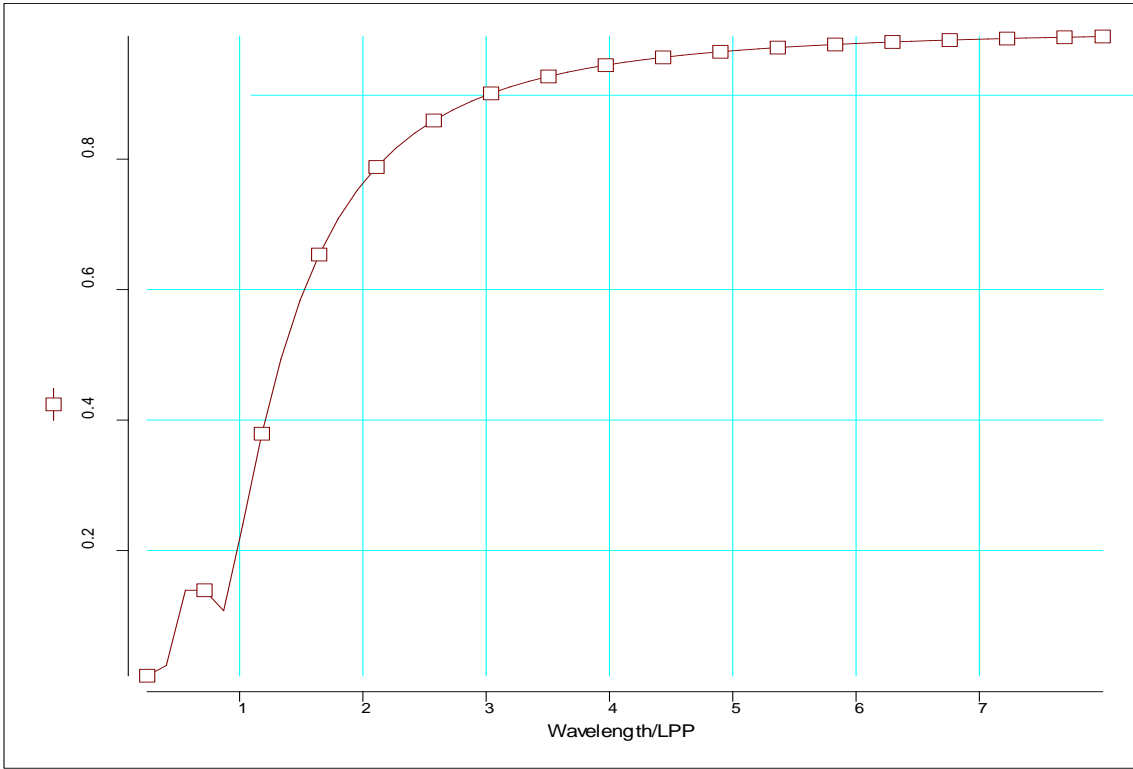
$$C_{33} = \rho g A_{WP} \quad C_{35} = -\rho g \int_0^L x B(x) dx \quad C_{55} = \rho g \int_0^L x^2 B(x) dx$$

Burada;

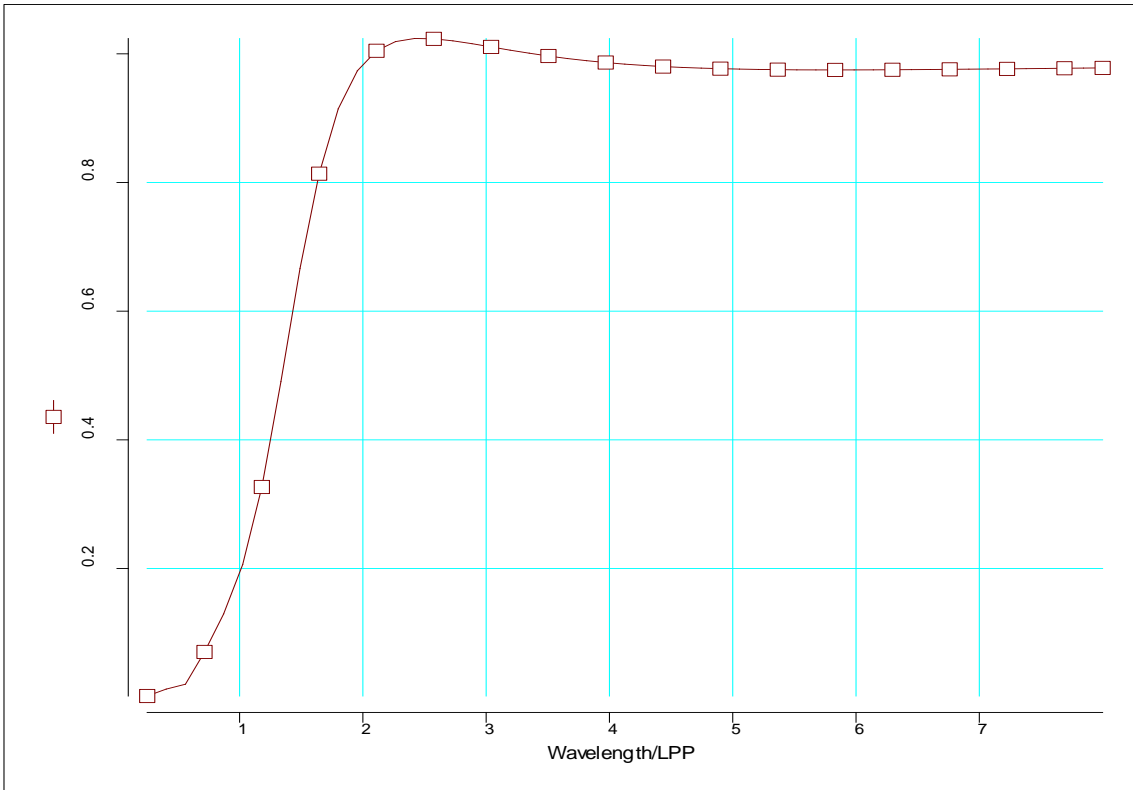
X, Kesitin tekne su altı hacim merkezine olan uzaklığını; B(x) ise x mesafesindeki kesitin su hattı genişliğini ifade etmektedir [16].

Eşitlik (2.8)'deki genelleştirilmiş hareket denklemi çözüldüğünde birim genlikteki düzenli dalgalar içindeki teknenin nasıl tepki vereceği belirlenir. Dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma genlikleri hesaplanabilir. Dalıp çıkma hareketi birim dalga genliği ile boyutsuzlaştırılabilirken; baş-kıç vurma hareketi dalga eğimi ile boyutsuzlaştırılır.

Her bir gulete su hattı boyunun 0.25 katından başlayıp; 7 katı dalga boyuna kadar 180° rotada birim genlikli düzenli dalga ayrı ayrı frekanslarda gönderilip hesaplar tekrarlanırsa aşağıdaki gibi bir transfer fonksiyonu grafiği elde edilir. Düzenli dalganın boyu gulet L_{WL} 'sinin 7 katı civarı kadar seçildiğinde hareketin genliği dalga genliğine eşit çıkmaktadır. Düzenli dalga boyu gulet L_{WL} 'sinin 0.25 katı civarında ise dalga frekansı artmakta ve gulet gönderilen düzenli dalgayı hissetmemektedir.



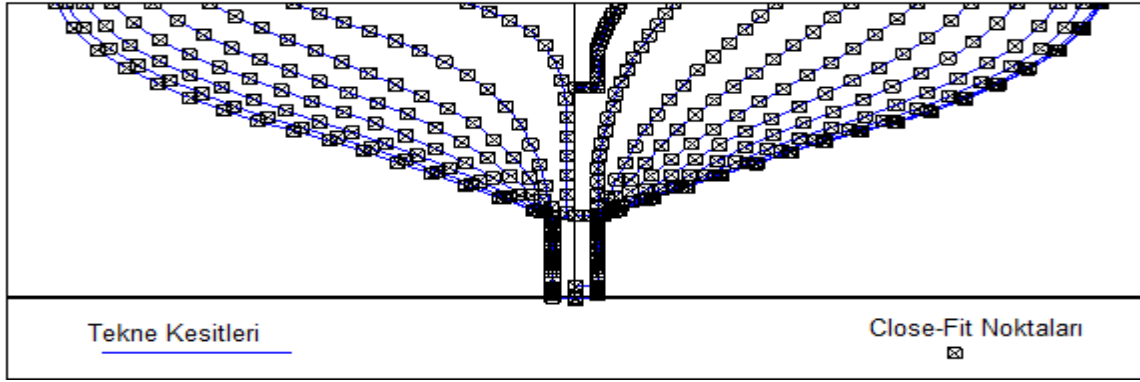
Şekil 2.6 Gulet 11, $F_n=0$ için dalıp çıkma transfer fonksiyonu (180°)



Şekil 2.7 Gulet 11, $F_n=0.3$ için dalıp çıkma transfer fonksiyonu (180°)

2.2.3 Frank-Close Fit Yöntemi

Frank-Close Fit yönteminde hidrodinamik katsayıları hesaplamak için dilim teorisini taban alan bir yazılım kullanılmıştır. Dilim teorisi hesap yapılması istenen tekne geometrisini dilimlere böler ve üç boyutlu akış iki boyutlu akışa indirgenmiş olur. Kesitlerin her biri segmentlere ayrılır ve bu segmentlerin ortasına bir kaynak yerleştirilerek bu bölgedeki kinematik sınır koşullarını sağlayan hız potansiyelleri hesaplanır. Hız potansiyelinden hidrodinamik kuvvete geçilir ve buradan ek su ve sönüm katsayıları bulunur. Bu yüksek lisans tez çalışmasında gulet formunu daha iyi temsil edebilen Frank-Close Fit Yöntemi kullanılmıştır.

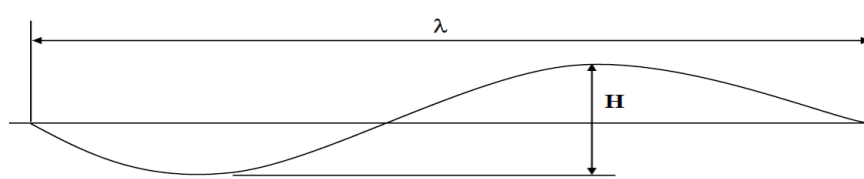


Şekil 2.8 11 nolu gulet için gemi kesitleri ve Close Fit noktalarının gösterimi

2.2.4 Karışık Denizde Gemi Hareketlerinin Tanımlanması ve Dalga Spektrumları

Tasarlanan gemi ne kadar başarılı olursa olsun performansı çevre şartlarından etkilenecektir. Karışık denizdeki gemi hareketlerini çözebilmek için öncelikle denizi doğru modellemek gerekmektedir. Karışık denizi oluşturan dalgaların büyük çoğunluğunun nedeni rüzgârlardır ve doğası gereği serbest su yüzeyinde düzensiz hareketliliğe sebep olurlar.

Düzenli bir dalga ele alındığında;



Şekil 2.9 Düzenli bir dalga

Dalga boyu, $\lambda = \frac{gT^2}{2\pi}$ (2.27)

Dalga frekansı, $\omega = \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda}}$ (2.28)

Dalga periyodu, $T = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}}$ (2.29)

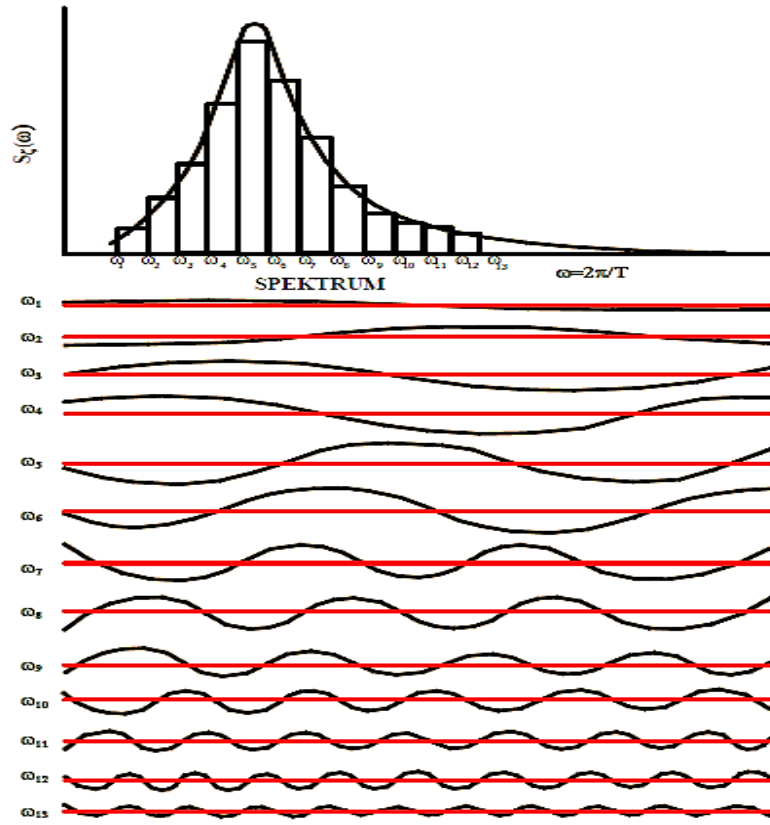
Dalga hızı, $c = \frac{\lambda}{T}$ (2.30)

Dalga yüksekliği, $H = 2\zeta$ ζ : Dalga genliği (2.31)

Dalga sayısı, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ (2.32)

olarak verilmektedir.

Sonsuz sayıdaki düzenli dalganın süperpoze edilmesi ile karışık denizi temsil edebilen dalga spektrumları kullanılır. Bu spektrum deniz yüzeyinin birim alanı başına düşen enerjinin düzeni dalga bileşenlerinin frekansına göre dağılımın ifade eder (Şekil 2.10). Dalga spektrumları yardımı ile karışık deniz lineerleştirilmiş olur.



Şekil 2.10 Karışık denizi oluşturan düzenli dalgalar

Denizcilik hesapları geminin çalışacağı deniz durumu ve karakteristiğine göre yapılmalıdır. Okyanusta seyreden bir tekne için tek bir dalga spektrumu problemi çözebilirken; ülkemizde üç farklı deniz olduğu için, her bir deniz için ayrı bir deniz modeli kullanılmalıdır. Bu çalışmada gulet tipi teknelerin seyirlerinin büyük bir kısmını Akdeniz’ de geçirdikleri göz önüne alınarak Doğu Akdeniz için STANAG 4194’de önerilen iki parametrelili ITTC (BRETS) spektrumu kullanılmıştır.

Denizcilik hesaplarında kullanılan “iki parametrelili ITTC dalga spektrumu” formülü eşitlik (2.33)’teki gibi tanımlanmıştır [17]:

$$S(\omega) = \frac{A}{\omega^5} e^{(-B/\omega^4)} \quad (2.33)$$

A ve B katsayıları aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$A = 487.75 \frac{H_1^3}{T_m^2} \quad B = \frac{1948.18}{T_m^4} \quad (2.34)$$

Burada T_m modal periyodu ifade etmektedir. Spektrumda enerjisi en yüksek olan dalganın periyodu o spektrumun modal periyodudur. $H_{1/3}$ ise gözlemlenen (karakteristik) dalga yüksekliğidir. Yapılan birçok dalga yüksekliği ölçümleri içerisindeki en yüksek 1/3 yüksekliğin aritmetik ortalamasıdır. Bu dalga yüksekliğinin önemi, gözlemcilerin ortalama dalga yüksekliği olarak raporladığı dalga yüksekliğine en yakın istatistiksel değerde olmasıdır.

Dalga spektrumun karakteri o spektrumun şekli ve büyüklüğü ile alakalıdır.

$$m_n = \int_0^\alpha \omega^n S_\zeta(\omega) d\omega \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (2.35)$$

Burada m_0 spektrum altında kalan alanı ifade etmektedir;

$$m_0 = \int_0^\alpha S_\zeta(\omega) d\omega \quad (2.36)$$

Spektrum altında kalan alan dalga genliğinin kareleri ortalamaları olduğu için; $\sqrt{m_0}$ değeri kara kökleri ortalaması (RMS), yani en sık görülen dalganın genliğini ifade eder. Aşağıdaki eşitlikler yardımı ile gözlemlenen dalga yüksekliğine geçilebilir:

$$\zeta_{1/3} = 2 \times RMS = 2\sqrt{m_0} \quad (2.37)$$

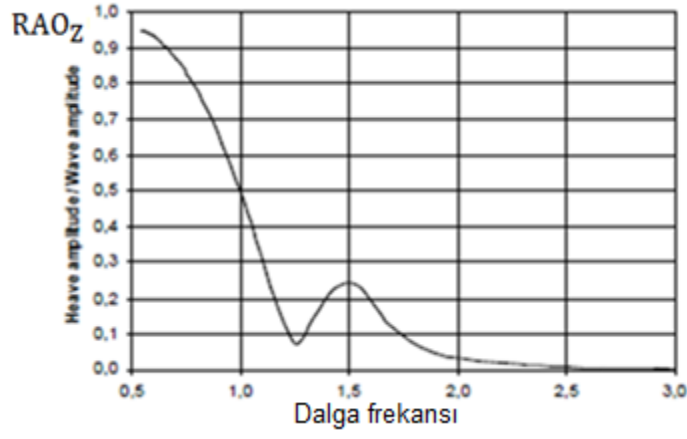
$$H_{1/3} = 4 \times RMS = 4\sqrt{m_0} \quad (2.38)$$

Spektrumun ikinci ve dördüncü momentleri ise sırasıyla dalga hızının ve ivmesinin ortalama karesini ifade eder:

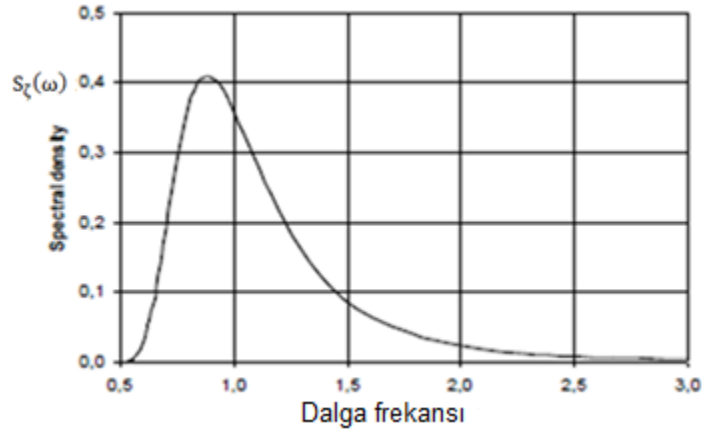
$$m_2 = \int_0^\alpha \omega^2 S_\zeta(\omega) d\omega \quad (2.39)$$

$$m_4 = \int_0^\alpha \omega^4 S_\zeta(\omega) d\omega \quad (2.40)$$

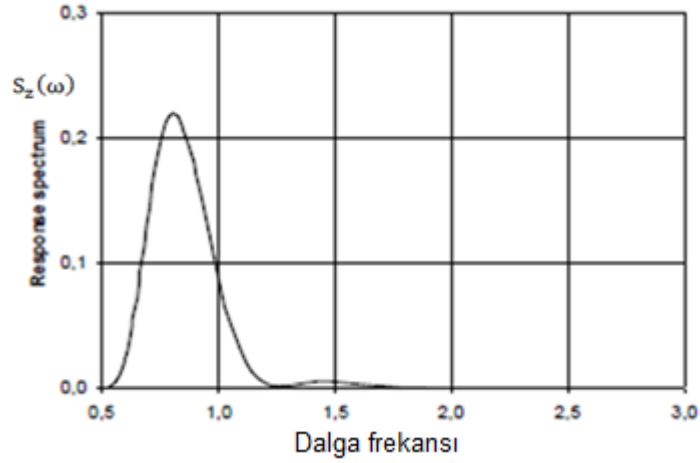
Teknenin düzenli dalgalandaki tepkisi (Şekil 2.11) ile elde edilen transfer fonksiyonu eğrisi (Şekil 2.12) ve karışık denizin normal dağılım ile gösterildiği dalga spektrumu eğrisi eşitlik (2.39) göz önüne alınarak süperpoze edildiğinde teknenin seçilen deniz durumundaki cevap fonksiyonu belirlenebilir (Şekil 2.13).



Şekil 2.11 Tipik bir RAO grafiği



Şekil 2.12 Tipik bir dalga spektrum grafiği



Şekil 2.13 Cevap fonksiyonu grafiği

$$S_z(\omega) = S_\zeta(\omega) \times |RAO_z|^2 \quad (2.41)$$

Çizelge 2.2’de Doğu Akdeniz için temsili dalga parametreleri verilmiştir. Analizlerde DD2, DD3 ve DD4 kullanılmıştır.

Çizelge 2.2 Doğu Akdeniz’e ilişkin karakteristik değerler

Deniz Durumu (DD)	Karakteristik Dalga Yüksekliği (m)	Modal Periyot (s)
2	0.30	5.00
3	0.88	6.25
4	1.88	8.15

2.3 Gemilerin Denizciliğini Olumsuz Etkileyen Olaylar

2.3.1 Güverteyi Su Basması

Güverteyi su basması tekne başının dalgaya girmesi ve suyun marjin hattını geçerek güverteye ulaşmasını ifade eder. Oldukça tehlikeli bir olaydır. Güvertede istenmeyen bir ağırlığa sebep olduğu gibi bazı stabilite problemlerine ve mürettebatın can güvenliğinin tehlikeye girmesine sebep olur. Bu etkinin önüne geçilmesi için yapılacak ilk şey kaptanın hızı kesmesidir. Çünkü güverteyi su basması düşey göreceli hareketle alakalıdır. Tasarım aşamasında ise tekne baş kısımlarının flare’e sahip olması ve tekne fribordunun yüksek tutulması gibi önlemler düşünülebilir. Tekne güvertesinde aktif çalışmalar gerçekleşen balıkçı gemilerinde su basması olayı oldukça tehlikeli bir olaydır.

2.3.2 Dövünme

Özellikle ağır hava şartlarında dalga etkisi ile tekne başının sudan çıkması ve deneysel yolla hesaplanan bir hız değerinden daha fazla bir şiddette tekrar suya girmesi olayıdır. Dövünme sırasında tekne baş kısmında ciddi bir biçimde yapısal zorlanma söz konusudur. Dövünme olaylarından kaçınmak için hız azaltılması ve rota değiştirilmesi sıkça başvurulan yöntemlerin başında gelir. Şekil 2.14’de bir yolcu gemisinin dövünme olayı gösterilmiştir:



Şekil 2.14 Bir yolcu gemisinin dövünme olayı

2.3.3 Alabora

Geminin çeşitli sebeplerden dolayı büyük açılardaki meyiliyle ters dönmesidir.

Bu sebeplerden başlıcaları;

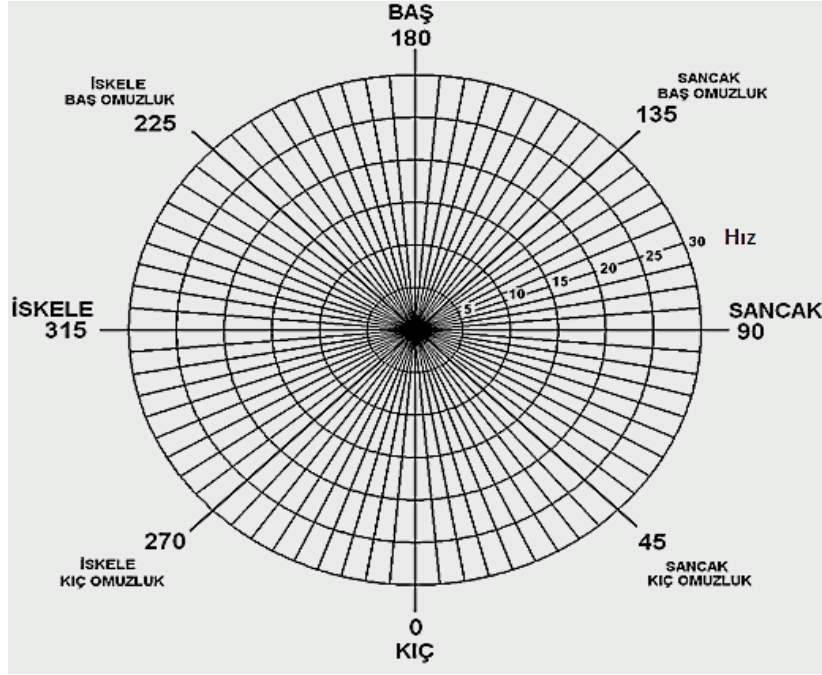
- Parametrik rezonans
- Stabilitenin ani kaybolması
- Dalga tepesinde dönme-devrilmedir.

Parametrik yalpa rezonansı dalgalarla karşılaşma frekansı tekne doğal frekansına eşit veya iki katı olduğunda gerçekleşmektedir. Stabilitenin ani kaybolması ise kıç ve kıç omuzluktan gelen dalgalarda gemi hızı dalga hızına yaklaştığında meydana gelmektedir. Dalga tepesindeki dönme ve devrilme tamamen yön stabilitesi ile ilgili olup; kıç ve kıç omuzluktan gelen dalgalarda gemi hızı dalga hızına yaklaştığında etkili olmaktadır.

2.4 Polar Diyagramlar

İleri düzeyde denizcilik değerlendirmesi yapılması amacıyla denizcilik matrisi de denilen bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemle göre farklı hız ve rota kombinasyonlarında teknenin hareketleri elde edilebilmektedir. Bu çalışmanın 4. Bölümünde YTÜ yuvarlak kıçlı gulet serisini için geliştirilen polar diyagramlardan bazıları sunulmuştur. Bu polar diyagramlar sayesinde belirtilen kriter ve deniz durumları baz alınmış ve belirtilen hareketlerde güvenli

olan bölgeler gösterilmiş; bu doğrultuda yaşanabilirlik indeks değerleri her bir tekne için hesaplanmıştır. Şekil 2.15'te polar diyagram formatı verilmiştir. Bu çalışmada; DD2, DD3, ve DD4'te, dalıp çıkma, salondaki düşey ivmelenme ve kaptan köşkündeki düşey ivmelenme en sık görülen (RMS) değerleri, Bölüm 2'de belirtilen kriterler baz alındığında yeterli/yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Şekil 2.15'de polar diyagram formatı verilmiştir:



Şekil 2.15 Polar diyagram formatı

2.5 Regresyon Analizi

Değişik parametrelerin gulet tipi teknelerdeki gemi hareketlerini nasıl etkileyeceğini saptamak için çoklu regresyon yöntemi kullanılmıştır. Üzerinde durulan değişkenlerden birinin bağımlı (y) diğerinin veya diğerlerinin bağımsız (x) olması durumunda y'nin x'in bir fonksiyonu olarak ifade edilen ilişkiye regresyon, bağımlı değişken ile bir veya daha çok bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek üzere kullanılan sayısal analiz yöntemine ise regresyon analizi denmektedir. Bu analizler sayesinde bağımlı değişken ile bağımsız değişken veya değişkenler arasında bağlantı olup olmadığı, var ise bu ilişkinin gücü ve ne tür bir ilişki olduğu saptanır.

2.5.1 Doğrusal Regresyon

Doğrusal regresyon, en küçük kareler yöntemi ile gözlemlenen değerlerin oluşturduğu noktaları kullanarak düz bir doğru oluşturmaktır. $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ gözlem çiftlerini oluşturan değerlerdir.

Bu değerleri kullanarak elde edilen model eşitlik (2.42)'deki gibi alındığında:

$$f(x) = ax + b \qquad y_i = f(x) + e_i \qquad (2.42)$$

Aşağıdaki denklemdeki e_i hatayı göstermektedir ve minimum olmalıdır.

$$S_r = \sum_1^n (e_i)^2 \qquad (2.43)$$

$$S_r = \sum_1^n (f(x) - (y_i))^2 \qquad (2.44)$$

$$S_r = \sum_1^n (a(xi) + b - y_i)^2 \qquad (2.45)$$

Yukarıdaki eşitlikte gösterildiği üzere S_r , hataların karesinin toplamı; y 'nin gerçek değeri ile doğrusal denklemi arasındaki farkın karelerinin toplamı olarak ifade edilebilir. Gözlem verilerinden en iyi doğruyu geçirmenin yolu, bütün veriler için hataların toplamını en aza indirmektir. Hatanın minimum olmasını sağlayacak olan a ve b değerlerini bulmak için $\frac{dS_r}{da} = 0, \frac{dS_r}{db} = 0$ olmalıdır.

$$\frac{dS_r}{da} = \sum_1^n 2(a(xi) + b - (y_i))(xi) = 0, \text{ yani } \sum (a(xi)^2 + b(xi) - yixi) = 0$$

$$\frac{dS_r}{db} = \sum_1^n 2(a(xi) + b - y_i)(1) = 0, \text{ yani } \sum (a(xi) + b - y_i) = 0$$

Yukarıdaki denklemler toparlanırsa;

$$a \sum (xi)^2 + b \sum xi = \sum yixi \qquad (2.46)$$

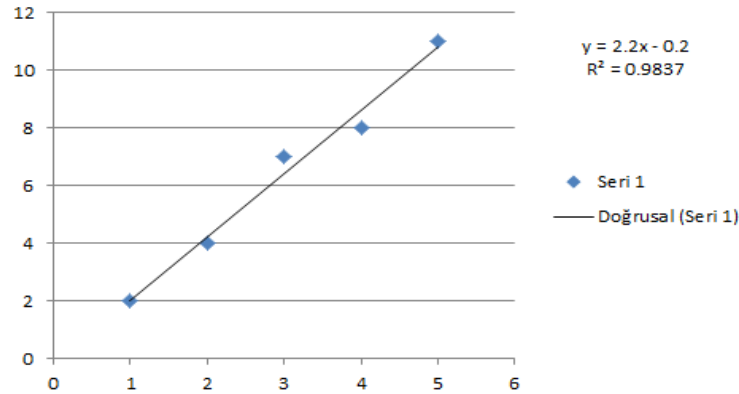
$$a \sum xi + \sum b = \sum yi \quad (2.47)$$

denklemleri elde edilir. Bu denklemlerin çözümü ile a ve b katsayıları bulunur. Daha sonra çözümün uyumluluk kontrolü yapılmalıdır.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n yi}{n} \quad \text{olmak üzere } S_t = \sum_{i=1}^n (a(xi) + b - \bar{y})^2;$$

$$R^2 = 1 - \left(\frac{Sr}{St}\right) \quad (2.48)$$

R^2 (Belirleme Katsayısı) değerinin 1'e yakın olması uyumun iyi olduğunu gösterir. Şekil 2.16'da 5 adet gözlem çiftinden oluşan doğrunun denklemi verilmiştir. Bu doğru en küçük kareler yöntemi kullanılarak elde edilen, R^2 değeri 0,9837 olan bir doğrudur.



Şekil 2.16 En küçük kareler yöntemi ile eğri uydurma gösterimi

2.5.2 Çoklu Regresyon Yöntemi

Regresyon denklemleri belirtildiği gibi en küçük kareler yöntemini kullanılarak elde edilmiştir. Mantık olarak iki değişkenli regresyona benzemektedir. Tek bir bağımsız değişken yerine birden fazla bağımsız değişken vardır. Aşağıdaki denklemde regresyon denkleminin temeli verilmiştir.

$$R = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \dots + A_nX_n \quad (2.49)$$

Bu denklemde R bağımlı değişken olup; tekne dalgayı baştan aldığı takdirde belirtilen hareketlerin DD3'teki RMS hareket genliğini temsil etmektedir. Bağımsız değişkenlerin

bağımlı değişkenleri çok iyi temsil etmesi gerekir. Aksi halde uyumsuz sonuçlar elde edilecektir. Genel olarak gemi hareketleri teknenin ana boyutları ve hidrostatik özelliklerinden etkileneceği için bu büyüklükler üzerinden modellenmiştir. Dolayısıyla X_1, X_2, \dots, X_n bağımsız değişkenleri ana boyutlar ve oranları, form katsayıları vb. nicelikleri ifade etmektedir. Denklemde yer alan A_1, A_2, \dots, A_n ise bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni nasıl etkilediğini ifade edecek olan regresyon katsayılarını temsil etmektedir. Regresyon katsayıları, belirlenebilmesi için bağımlı ve bağımsız değişkenlerle birlikte matris formatında yazılmalıdır.

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \dots \\ r_n \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} A_0 \\ A_1 \\ \dots \\ A_M \end{bmatrix}$$

Regresyon katsayılarını hesaplamak için eşitlik (2.50) kullanılmalıdır [10]:

$$A = (X^T X)^{-1} (X^T R) \quad (2.50)$$

Burada m bağımsız değişken sayısını, n denklem sayısını, X^T ise X matrisinin transpozisini göstermektedir. Bağımsız değişken sayısı, m , seçilen regresyon modeli ile belirlenmektedir.

Çoklu regresyon katsayıları bir regresyon çözücüsü ile belirli bir R^2 ile hesaplanmıştır. Belirtilen her bir hareket ve her bir regresyon modeli için 21 adet denklem elde edilmiştir. Kullanılan çoklu regresyon modelleri Bölüm 5'te verilmiştir. Bu denklemlerin belirli bir yaklaşımla çözümü ile regresyon katsayıları elde edilmiştir.

YTÜ YUVARLAK KIÇLI GULET SERİSİ

Türkiye'deki küçük tekne ve yat imalatçıları ağırlıklı olarak Ege Denizi, Karadeniz, Marmara Denizi ve Akdeniz kıyılarında ve civarında yer almaktadır. Ülkemizde Mavi Yolculuğun yapıldığı Ege Denizi ve Akdeniz kıyılarında gezinti teknelerinin ve yatların büyük çoğunluğu guletlerdir. Türkiye'ye hem döviz getiren hem de Türkiye'nin tanıtımına katkı sağlayan bu tekneler, ilk kullanım gayelerinin dışında gezinti teknesi ve yat olarak kullanılmaya başlanmış ve o günden günümüze kadar önemli gelişmeler göstererek, bugün dünyada Türk Guletleri olarak anılmaya başlanmıştır.

Bu seri, çok yoğun ve özenle yapılmış olan iteratif çalışmalar sonucunda elde edilen 21 adet yuvarlak kiçli özgün ana guletlerden oluşturulmuştur. Daha sonra önemli dizayn istekleri ve bu seri için bir geometrik dizayn süreci belirlenerek, geometrik dizaynda kullanılması için önemli birtakım bağıntılar ve grafikler elde edilmiştir. Ayrıca bu seriye özgü olarak yuvarlak kiç bodoslama, iki farklı baş bodoslama, temel hattı ve güverte eğrisi de geliştirilmiştir. Tekne formunun belirlenmesinde, ana parametre olarak geometrik dizayn blok katsayısı (C_{BO}) seçilmiştir.

Bu bölümde seride yer alan teknelerin ana boyutları, bazı geometrik - hidrostatik değerleri, ayrıca form katsayıları Çizelge 3.1 ve 3.2'de verilmiştir. Ek-A'da seride yer alan her bir teknenin endaze planı verilmiştir. Bu endaze planları yardımı ile ticari bir CAD yazılımı kullanılarak her bir tekne üç boyutlu olarak modellenmiştir. Guletler üç boyutlu olarak

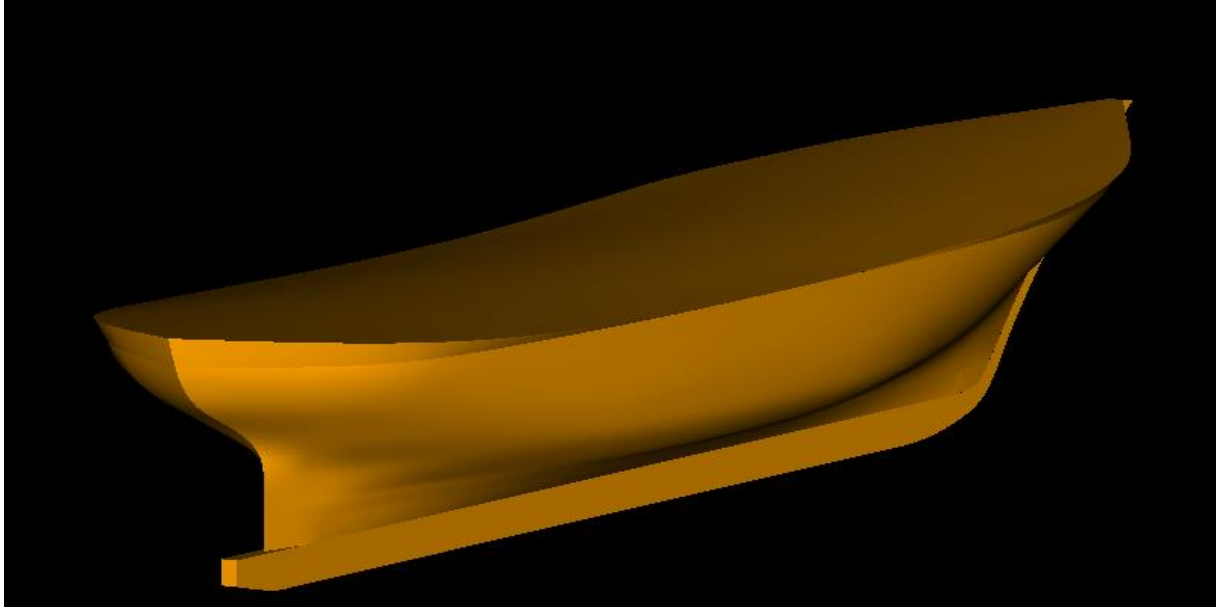
modellenirken; her bir guletin deplasmanı, geometrik-hidrostatik değerleri ve form katsayıları azami % 0.5 hata ile gerçek değerine yaklaşmıştır.

Çizelge 3.1 Ana boyutlar ve bazı geometrik değerler

Ana Gulet Kodu	L_{OA} (m)	L_{WL} (m)	L_{PP} (m)	B_{OA} (m)	B_{WL} (m)	T_0 (m)	D_0 (m)	b_k (m)	h_k (m)	T (m)	D (m)	L_{OA}/B_{OA}	B_{OA}/T_0
YKAG-1	15	11.976	11.976	4.839	4.389	1.098	2.174	0.200	0.460	1.558	2.634	3.100	4.407
YKAG-2	16	12.774	12.774	5.036	4.571	1.152	2.281	0.200	0.460	1.612	2.741	3.177	4.372
YKAG-3	17	13.573	13.573	5.224	4.746	1.205	2.385	0.200	0.460	1.665	2.845	3.254	4.335
YKAG-4	18	14.371	14.371	5.404	4.915	1.256	2.486	0.220	0.506	1.762	2.992	3.331	4.303
YKAG-5	19	15.170	15.170	5.575	5.078	1.305	2.584	0.220	0.506	1.811	3.090	3.408	4.272
YKAG-6	20	15.968	15.968	5.739	5.237	1.353	2.679	0.220	0.506	1.859	3.185	3.485	4.242
YKAG-7	21	16.766	16.766	5.896	5.391	1.399	2.771	0.240	0.552	1.951	3.323	3.562	4.214
YKAG-8	22	17.565	17.565	6.046	5.541	1.444	2.860	0.240	0.552	1.996	3.412	3.639	4.187
YKAG-9	23	18.363	18.363	6.189	5.688	1.488	2.947	0.240	0.552	2.040	3.499	3.716	4.159
YKAG-10	24	19.162	19.162	6.327	5.832	1.531	3.031	0.260	0.598	2.129	3.629	3.793	4.133
YKAG-11	25	19.960	19.960	6.460	5.973	1.572	3.113	0.260	0.598	2.170	3.711	3.870	4.109
YKAG-12	26	20.758	20.758	6.587	6.112	1.612	3.192	0.260	0.598	2.210	3.790	3.947	4.086
YKAG-13	27	21.557	21.557	6.710	6.249	1.651	3.269	0.280	0.644	2.295	3.913	4.024	4.064
YKAG-14	28	22.355	22.355	6.828	6.385	1.689	3.345	0.280	0.644	2.333	3.989	4.101	4.043
YKAG-15	29	23.154	23.154	6.941	6.519	1.726	3.418	0.280	0.644	2.370	4.062	4.178	4.021
YKAG-16	30	23.952	23.952	7.051	6.652	1.762	3.489	0.300	0.690	2.452	4.179	4.255	4.002
YKAG-17	31	24.750	24.750	7.156	6.784	1.797	3.559	0.300	0.690	2.487	4.249	4.332	3.982
YKAG-18	32	25.549	25.549	7.258	6.916	1.832	3.627	0.300	0.690	2.522	4.317	4.409	3.962
YKAG-19	33	26.347	26.347	7.356	7.047	1.865	3.693	0.320	0.736	2.601	4.429	4.486	3.944
YKAG-20	34	27.146	27.146	7.451	7.178	1.897	3.757	0.320	0.736	2.633	4.493	4.563	3.928
YKAG-21	35	27.944	27.944	7.543	7.310	1.929	3.820	0.320	0.736	2.665	4.556	4.640	3.910

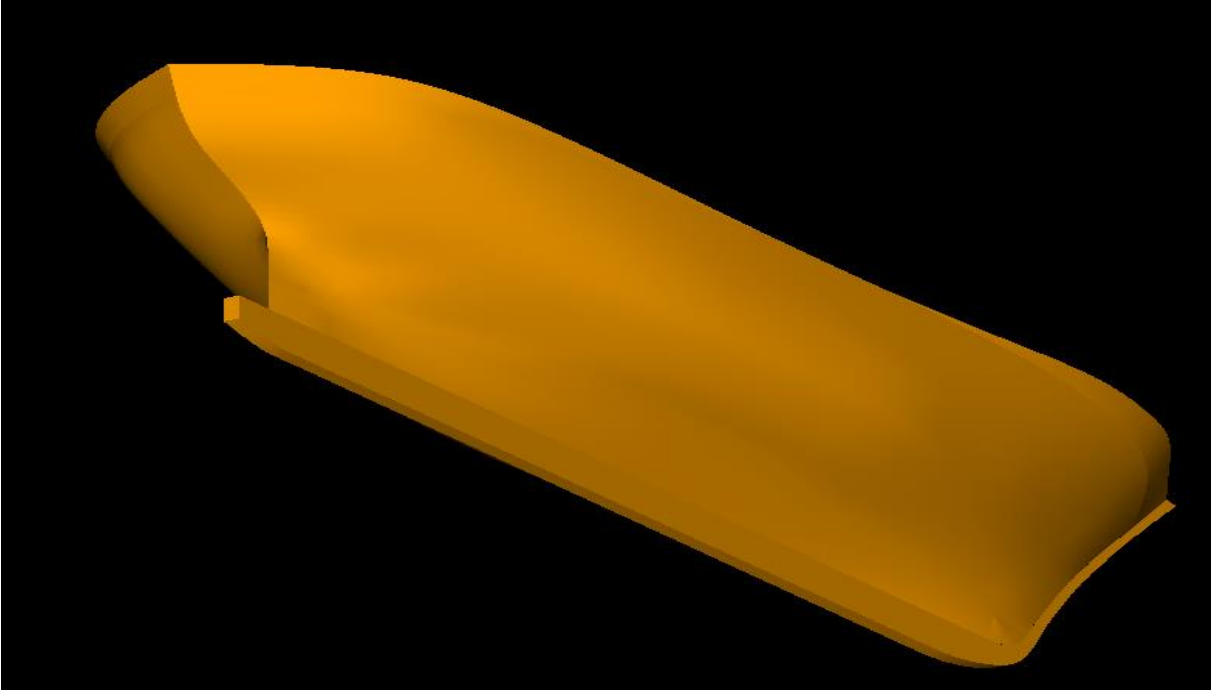
Çizelge 3.2 Form katsayıları ve bazı hidrostatik değerler

Ana Gulet Kodu	C_{B0}	C_{M0}	C_{P0}	C_B	C_M	C_{WP}	C_P	C_{VP}	$\%L_{CF}$	$\%L_{CB}$	∇ (m ³)	Δ (W) (ton-f)
YKAG-1	0.345	0.537	0.643	0.256	0.392	0.738	0.654	0.347	0.067	2.209	20.970	21.495
YKAG-2	0.350	0.547	0.640	0.262	0.403	0.731	0.650	0.358	-0.407	1.423	24.661	25.278
YKAG-3	0.355	0.556	0.638	0.268	0.414	0.725	0.647	0.369	-0.850	0.725	28.716	29.434
YKAG-4	0.360	0.566	0.637	0.269	0.416	0.720	0.646	0.373	-1.254	0.064	33.445	34.282
YKAG-5	0.365	0.574	0.635	0.274	0.426	0.717	0.644	0.383	-1.625	-0.452	38.280	39.237
YKAG-6	0.370	0.582	0.635	0.280	0.435	0.715	0.643	0.392	-1.956	-0.883	43.513	44.601
YKAG-7	0.375	0.590	0.635	0.281	0.436	0.714	0.644	0.393	-2.240	-1.266	49.538	50.776
YKAG-8	0.380	0.598	0.636	0.286	0.444	0.714	0.644	0.401	-2.484	-1.531	55.620	57.010
YKAG-9	0.385	0.605	0.637	0.292	0.452	0.716	0.645	0.407	-2.684	-1.719	62.134	63.687
YKAG-10	0.390	0.611	0.638	0.292	0.452	0.718	0.647	0.407	-2.835	-1.858	69.567	71.307
YKAG-11	0.395	0.617	0.640	0.298	0.459	0.722	0.648	0.412	-2.943	-1.897	77.002	78.927
YKAG-12	0.400	0.623	0.643	0.303	0.466	0.727	0.650	0.416	-3.007	-1.869	84.904	87.027
YKAG-13	0.405	0.628	0.646	0.304	0.464	0.734	0.654	0.414	-3.023	-1.797	93.864	96.211
YKAG-14	0.410	0.632	0.649	0.309	0.470	0.741	0.657	0.416	-3.001	-1.639	102.761	105.330
YKAG-15	0.415	0.636	0.652	0.314	0.475	0.750	0.660	0.418	-2.938	-1.421	112.162	114.966
YKAG-16	0.420	0.640	0.657	0.314	0.473	0.759	0.665	0.414	-2.833	-1.171	122.770	125.839
YKAG-17	0.425	0.644	0.661	0.319	0.477	0.770	0.668	0.414	-2.696	-0.842	133.243	136.574
YKAG-18	0.430	0.646	0.666	0.324	0.481	0.782	0.673	0.414	-2.526	-0.461	144.260	147.866
YKAG-19	0.435	0.649	0.671	0.324	0.478	0.794	0.679	0.408	-2.322	-0.060	156.643	160.559
YKAG-20	0.440	0.651	0.676	0.329	0.481	0.808	0.684	0.407	-2.094	0.414	168.811	173.032
YKAG-21	0.445	0.652	0.682	0.334	0.484	0.823	0.689	0.405	-1.841	0.933	181.564	186.103



Şekil 3.1 Gulet 14'ün üç boyutlu gösterimi

Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de seride yer alan iki guletin üç boyutlu görünümü verilmiştir.



Şekil 3.2 Gulet 11’in üç boyutlu gösterimi

BÖLÜM 4

YTÜ YUVARLAK KIÇLI GULET SERİSİ İÇİN POLAR DİYAGRAMLARIN ELDE EDİLMESİ

Bu kısımda seride yer alan 21 teknenin seçilen hareket, deniz durumu ve seçilen kriterlere göre yaşanabilirlik indeksinin belirlenmesini içermektedir. Çizelge 3.2’de görüldüğü gibi teknelerin deplasmanı 21.495 tondan 186.103 tona kadar değişmektedir. Çalışmanın ilk kısmında bütün teknelerin çeşitli cevaplara göre denizcilik indeksleri saptanmıştır. Söz konusu cevaplar salon RMS düşey ivmelenme, kaptan köşkü RMS düşey ivmelenme ve RMS baş-kıç vurma şeklindedir. Teknelerin hızı boyutsuz olarak Froude sayısı cinsinden $F_n=0:0.1:0.3$ olacak şekilde alınmıştır. Teknelerin rotası ise $0^\circ:10^\circ:180^\circ$ derece olacak şekilde alınmıştır. Her bir cevap için polar diyagramlar çıkarılmıştır fakat sadece iki tanesi tezde verilmiştir.

Çizelge 4.1 DD2 karakteristik özellikleri

Spektrum	2 parametrelili Bret-Schneider
Gözlemlenen Dalga Yüksekliği	0.3 metre
Modal Dalga Periyodu	5 saniye

Çizelge 4.2 DD3 karakteristik özellikleri

Spektrum	2 parametrelili Bret-Schneider
Gözlemlenen Dalga Yüksekliği	0.88 metre
Modal Dalga Periyodu	6.25 saniye

Çizelge 4.3 DD4 karakteristik özellikleri

Spektrum	2 parametrelili Bret-Schneider
Gözlemlenen Dalga Yüksekliği	1.88 metre
Modal Dalga Periyodu	8.15 saniye

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g \times L_{WL}}} \quad (4.1)$$

$$Y_i = \frac{1}{2\pi V_0} \int_0^{2\pi} V_{lim}(H_{\frac{1}{3}}, T_m, \mu) d\mu \quad (4.2)$$

Eşitlik (4.2), ilgili deniz durumunda belirlenen kriter için elde edilecek olan yaşanabilirlik indeksinin hesaplanması için kullanılır. Burada;

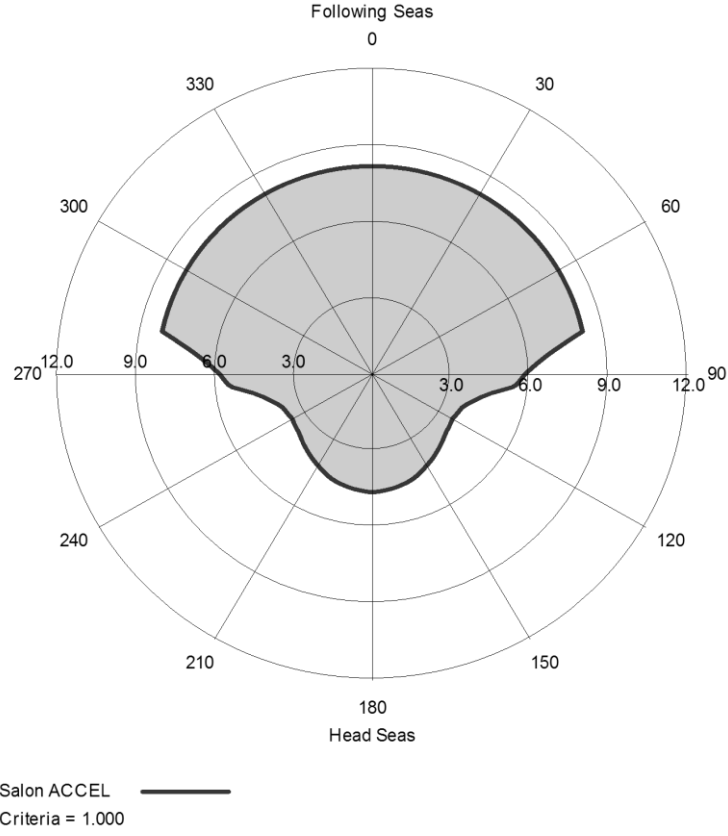
Y_i =Yaşanabilirlik İndeksi

$H_{1/3}$ =Karakteristik Dalga Yüksekliği

T_m =Modal Dalga Periyodu

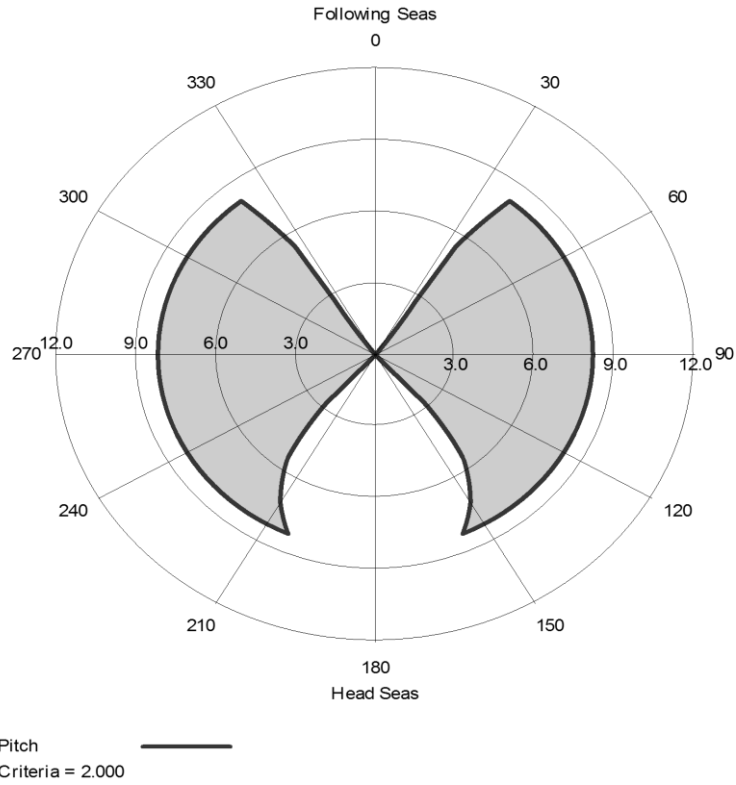
μ =Karşılaşma Açısı

V_{lim} = Kriter Limit Hızı ifade etmektedir.



Şekil 4.1 Gulet 11, DD4, salon, düşey ivmelenme polar diyagramı

Şekil 4.1’de 11 nolu guletin DD4’te salon lokasyonunda düşey ivmelenmeler için polar diyagram verilmiştir. Taralı alan, RMS düşey ivmelenme kriter değeri 1 m/s^2 alındığı takdirde, güvenli olan bölgedir. Yani taralı alanda seyreden guletin RMS düşey ivme değeri 1 m/s^2 ’nin altındadır. Bu diyagramdan kolayca hesaplanacağı gibi (Taralı alan/Bütün alan) yaşanabilirlik indeksi 0.623 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.2 Gulet 11, DD4, baş-kıç vurma polar diyagramı

Şekil 4.2'deki polar diyagram analiz edildiğinde; taralı alanın RMS baş-kıç vurma kriter değeri 2° seçildiği takdirde, güvenli olan bölge olduğu anlaşılır. Yani taralı alanda seyreden guletin RMS baş-kıç vurma değeri 2° 'nin altındadır. Dolayısı ile tekne seçilen bu kriterde DD4'te seyrederse baştan ve kıçtan hangi hızda giderse gitsin seçilen limit değerine göre sınıfta kalmaktadır. Seçilen kriter bakımından güvenli bölgede seyretmek için kaptanın dalgaları 30 derece ile 150 derece arasında alması gerekmektedir. Bu gulet için DD4'te yaşanabilirlik indeksi baş-kıç vurma hareketi için 0.608 olarak elde edilmiştir. Yukarıdaki yöntem seride yer alan bütün guletler uygulanmıştır. EK-B' de serideki bütün tekneler için, seçilen kriterler için belirlenen yaşanabilirlik indeksleri tablolar halinde verilmiştir.

Ayrıca belirtilmelidir ki; her bir gulet için;

Ağırlık merkezinin boyuna yeri LCB noktası ile aynı yerde alınmıştır. Yani sakin suda bütün tekneler trimsizdir. Ağırlık merkezinin karından düşey mesafesi KG ise, Gulet 1 için 1.5 metre alınmış; diğer teknelerde ise geometrik derinlikle doğru orantılı olarak kademeli

arttırılmıştır. Tekneler için GM_T değerleri bu doğrultuda hesaplanmıştır. Her bir tekne için baş-kıç vurma jirasyon yarıçapı, k_{yy} , gulet tam boyunun % 25'i olarak alınmıştır.

Salon Lokasyonu, Boyuna yeri 4. Posta, (5. Posta teknelerin mastorisindedir.)

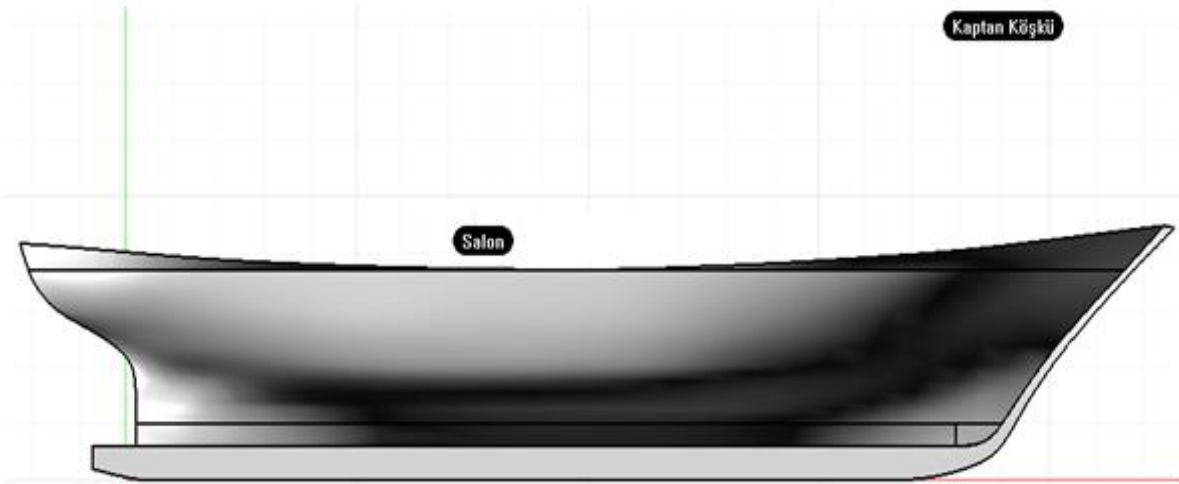
Enine Yeri ($B_{OA} * 0.30$),

Yüksekliği ($1.20 * D$),

Kaptan Köşkü Lokasyonu, Boyuna yeri 8.5'inci Posta,

Enine Yeri ($B_{OA} * 0.30$),

Yüksekliği ($1.90 * D$) olarak alınmıştır. Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te yolcu salonu ve kaptan köşkü lokasyonlarının gösterimi verilmiştir:



Şekil 4.3 Guletlerin profil resminde salon ve kaptan köşkünün gösterimi



Şekil 4.4 Guletlerin plan resminde salon ve kaptan köşkünün gösterimi

GEOMETRİK PARAMETRELERİN DENİZCİLİĞE OLAN ETKİLERİNİN ÇOKLU REGRESYON YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Bu bölümde YTÜ yuvarlak kıçlı gulet serisinde yer alan teknelerin bazı geometrik özelliklerinin denizcilik davranışlarına etkisi incelenecektir. Söz konusu denizcilik karakteristikleri;

- Dalıp-çıkma hareketi
- Baş-kıç vurma hareketi
- Salondaki düşey ivmelenme

Olarak belirlenmiştir. Bu bölümdeki hesaplamalarda yolcu salon düşey ivme boyuna lokasyonu 4. posta, enine lokasyonu ise kaide hattı üzerinde alınmıştır. Salonun düşey konumu ise güverte hattı civarında bir nokta olarak; bütün eş değer deplasmana getirilmiş tekneler için tekne derinliklerinin 1.2 katı olarak alınmıştır.

5.1 Önerilen Regresyon Modelleri

Bağımsız parametrelerin bağımlı değişkene olan etkilerini saptamak amacı ile 3 farklı regresyon modeli sunulmuştur. Bu modeller Çizelge 5.1’de verilmiştir. Öncelikle deplasman lar bütün guletler için eş bir değere getirilmiştir. Bu deplasman değeri Gulet 11’in deplasman değeri olan 78.920 ton-f’dur. Regresyon denklemlerinde kullanılan bağımlı değişken, eş deplasmana getirilmiş her bir guletin, DD3’te belirtilen gemi hareketinin, tekne dalgaları baştan aldığı takdirde hesaplanan RMS değeri olarak belirtilmiştir. RMS değeri o deniz

durumunda en sık görülen hareketi ifade etmektedir. Ayrıca her bir modelde $F_n=0:0.05:0.3$ olmak üzere 7 farklı Froude sayısı için regresyon katsayıları hesaplanmıştır.

Çizelge 5.1 Regresyon yöntemi için kullanılan modeller

Model No	Kullanılan Parametreler
1	$L_{WL}/B_{WL}, B_{WL}/T, L_{WL}/(\nabla^{1/3})$
2	$L_{WL}/B_{WL}, B_{WL}/T, L_{WL}/(\nabla^{1/3}), C_{wp}, C_{vp}, C_p$
3	$L_{WL}/B_{WL}, B_{WL}/T, L_{WL}/(\nabla^{1/3}), C_{wp}, C_{vp}, C_p, L_{CB}/L_{OA}, L_{CF}/L_{OA}$

Model 1'i kullanarak boyutsuz oranların belirtilen gemi hareketine etkisi anlaşılacaktır. Model 2'de ise boyutsuz oranlara ek olarak; düşey düzlemdeki hareketleri etkileyecek C_{wp} , C_{vp} ve C_p kullanılmıştır. Son olarak LCB ve LCF 'nin yerinin belirtilen gemi hareketlerine etkisi Model 3'te incelenebilecektir.

Çizelge 5.2 Analizler için belirlenen tekne parametreleri

Gulet No	L_{WL}/B_{WL}	$L_{WL}/(\nabla^{1/3})$	B_{WL}/T	C_{vp}	C_p	C_{vp}	L_{CF}/L_{OA}	L_{CB}/L_{OA}
1	3.1	5.439	3.106	0.347	0.654	0.347	0.492	0.509
2	3.177	5.497	3.124	0.358	0.65	0.358	0.491	0.505
3	3.254	5.551	3.138	0.369	0.647	0.369	0.484	0.497
4	3.331	5.587	3.067	0.373	0.646	0.373	0.481	0.491
5	3.408	5.638	3.078	0.383	0.644	0.383	0.478	0.487
6	3.485	5.686	3.087	0.392	0.643	0.392	0.476	0.484
7	3.562	5.718	3.022	0.393	0.644	0.393	0.473	0.480
8	3.639	5.763	3.029	0.401	0.644	0.401	0.472	0.479
9	3.716	5.807	3.034	0.407	0.645	0.407	0.47	0.476
10	3.793	5.835	2.972	0.407	0.647	0.407	0.469	0.475
11	3.87	5.876	2.977	0.412	0.648	0.412	0.468	0.475
12	3.947	5.916	2.981	0.416	0.65	0.416	0.467	0.476

Çizelge 5.2 Analizler için belirlenen tekne parametreleri (devamı)

13	4.024	5.941	2.924	0.414	0.654	0.414	0.464	0.476
14	4.101	5.978	2.927	0.416	0.657	0.416	0.464	0.477
15	4.178	6.013	2.929	0.418	0.66	0.418	0.468	0.479
16	4.255	6.036	2.876	0.414	0.665	0.414	0.465	0.481
17	4.332	6.069	2.877	0.414	0.668	0.414	0.47	0.484
18	4.409	6.101	2.878	0.414	0.673	0.414	0.471	0.487
19	4.486	6.122	2.828	0.408	0.679	0.408	0.473	0.490
20	4.563	6.152	2.83	0.407	0.684	0.407	0.475	0.494
21	4.64	6.181	2.83	0.405	0.689	0.405	0.477	0.498

Aşağıda ise eşitliklerde kullanılan regresyon modelleri denklemler halinde verilmiştir:

Model 1;

$$RMS Dalıp - Çıkma = A_0 + \frac{LWL}{BWL} A_1 + \frac{BWL}{T} A_2 + \frac{LWL}{\sqrt[3]{1}} A_3 \quad (5.1)$$

$$RMS Baş - Kıç Vurma = B_0 + \frac{LWL}{BWL} B_1 + \frac{BWL}{T} B_2 + \frac{LWL}{\sqrt[3]{1}} B_3 \quad (5.2)$$

$$RMS Salon Düşey İvme = C_0 + \frac{LWL}{BWL} C_1 + \frac{BWL}{T} C_2 + \frac{LWL}{\sqrt[3]{1}} C_3 \quad (5.3)$$

Model 2;

$$RMS Dalıp - Çıkma = A_0 + \frac{LWL}{BWL} A_1 + \frac{BWL}{T} A_2 + \frac{LWL}{\sqrt[3]{1}} A_3 + C_{WP} A_4 + C_{VP} A_5 + C_P A_6 \quad (5.4)$$

$$RMS Baş - Kıç Vurma = B_0 + \frac{LWL}{BWL} B_1 + \frac{BWL}{T} B_2 + \frac{LWL}{\sqrt[3]{1}} B_3 + C_{WP} B_4 + C_{VP} B_5 + C_P B_6 \quad (5.5)$$

$$RMS Salon Düşey İvme = C_0 + \frac{LWL}{BWL} C_1 + \frac{BWL}{T} C_2 + \frac{LWL}{\sqrt[3]{1}} C_3 + C_{WP} C_4 + C_{VP} C_5 + C_P C_6 \quad (5.6)$$

Model 3;

$$RMS \text{ Dalıp - Çıkma} = A_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} A_1 + \frac{B_{WL}}{T} A_2 + \frac{L_{WL}}{\sqrt[3]{1}} A_3 + C_{WP} A_4 + C_{VP} A_5 + C_P A_6 + LCBA_7 + LCFA_8 \quad (5.7)$$

$$RMS \text{ Baş - Kıç Vurma} = B_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} B_1 + \frac{B_{WL}}{T} B_2 + \frac{L_{WL}}{\sqrt[3]{1}} B_3 + C_{WP} B_4 + C_{VP} B_5 + C_P B_6 + LCBB_7 + LCFB_8 \quad (5.8)$$

$$RMS \text{ Salon Düşey İvme} = C_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} C_1 + \frac{B_{WL}}{T} C_2 + \frac{L_{WL}}{\sqrt[3]{1}} C_3 + C_{WP} C_4 + C_{VP} C_5 + C_P C_6 + LCBC_7 + LCFC_8 \quad (5.9)$$

5.2 Model 1 için Elde Edilen Regresyon Katsayıları

Çizelge 5.3-a Model 1 için elde edilen regresyon katsayıları

Dalıp-Çıkma RMS regresyon katsayıları					
$RMS \text{ Dalıp - Çıkma} = A_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} A_1 + \frac{B_{WL}}{T} A_2 + \frac{L_{WL}}{\sqrt[3]{1}} A_3$					
Fn	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	R ²
0	0.05458	-0.05174	-0.01862	0.07368	0.99272
0.05	0.08565	-0.04725	-0.02005	0.06485	0.99066
0.1	0.05758	-0.05174	-0.01863	0.07368	0.99272
0.15	-0.03303	-0.07165	-0.02556	0.112029	0.99189
0.20	-0.08939	-0.08586	-0.03349	0.139697	0.97022
0.25	-0.30422	-0.13283	-0.04971	0.229335	0.96689
0.30	-0.48008	-0.17095	-0.06389	0.302915	0.95049

Çizelge 5.3-b Model 1 için elde edilen regresyon katsayıları

Baş-Kıç Vurma RMS regresyon katsayıları					
$RMS \text{ Baş - Kıç Vurma} = B_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} B_1 + \frac{B_{WL}}{T} B_2 + \frac{L_{WL}}{\sqrt[3]{1}} B_3$					
Fn	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	R ²
0	-7.30407	-2.38309	-0.85888	4.06644	0.98396
0.05	-9.73931	-2.97627	-1.1268	5.167702	0.974811
0.1	-11.9409	-3.49667	-1.36312	6.14378	0.965463
0.15	-26.7037	-6.08902	-1.42956	11.17113	0.880762
0.20	-14.3716	-4.09559	-1.69989	7.266226	0.957896
0.25	-14.7846	-4.20654	-1.7856	7.46882	0.957451
0.30	-13.3589	-3.8644	-1.63679	6.817753	0.916856

Çizelge 5.3-c Model 1 için elde edilen regresyon katsayıları

Salon Düşey İvme RMS regresyon katsayıları					
$RMS \text{ Salon Düşey İvme} = C_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} C_1 + \frac{B_{WL}}{T} C_2 + \frac{L_{WL}}{\sqrt[1]{3}} C_3$					
Fn	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	R ²
0	-0.05178	-0.13558	-0.03679	0.19503	0.995034
0.05	-0.20116	-0.19946	-0.07797	0.30313	0.995239
0.1	-0.45584	-0.27584	-0.10696	0.435638	0.993954
0.15	-0.66091	-0.35464	-0.15711	0.572685	0.988465
0.20	-1.04248	-0.45742	-0.20043	0.761594	0.983071
0.25	-1.44078	-0.56439	-0.24984	0.961304	0.970915
0.30	-1.84422	-0.6769	-0.3054	1.169851	0.951592

5.3 Model 2 için Elde Edilen Regresyon Katsayıları

Çizelge 5.4-a Model 2 için elde edilen regresyon katsayıları

Dalıp-Çıkma RMS regresyon katsayıları								
$RMS \text{ Dalıp - Çıkma} = A_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} A_1 + \frac{B_{WL}}{T} A_2 + \frac{L_{WL}}{\sqrt[1]{3}} A_3 + C_{WP} A_4 + C_{VP} A_5 + C_P A_6$								
Fn	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	R ²
0	0.18924	-0.00403	0.003924	-0.00884	-0.0881	0.00368	0.14372	0.9950
0.05	0.06641	-0.03224	-0.01245	0.02059	-0.0536	0.107367	0.23202	0.9929
0.1	0.19224	-0.00403	0.003924	-0.00884	-0.0881	0.003684	0.14372	0.9950
0.15	0.334001	0.00320	-0.00003	-0.0094	-0.0104	-0.0453	-0.1414	0.9933
0.20	0.287769	0.000274	-0.01228	-0.05232	0.03222	0.24680	0.08131	0.9826
0.25	-0.16779	-0.0806	-0.03524	0.08926	-0.0254	0.287263	0.31870	0.9853
0.30	-0.35926	-0.10256	-0.03611	0.13996	-0.1188	0.26175	0.48886	0.9813

Çizelge 5.4-b Model 2 için elde edilen regresyon katsayıları

Baş-Kıç Vurma RMS regresyon katsayıları								
$RMS \text{ Baş - Kıç Vurma} = B_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} B_1 + \frac{B_{WL}}{T} B_2 + \frac{L_{WL}}{\nabla^{\frac{1}{3}}} B_3 + C_{WP} B_4 + C_{VP} B_5 + C_P B_6$								
Fn	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	R ²
	-8.68182	-2.4191	-1.0390	2.96599	0.80444	0.80444	5.92036	0.99292
0.05	-10.0274	-2.8042	-1.3376	3.29396	1.54734	9.00386	6.57440	0.99043
0.1	-9.92095	-2.88256	-1.50423	3.23306	2.13343	10.5508	6.30929	0.98770
0.15	-16.437	-1.9344	2.39190	11.8739	-21.825	-44.493	-5.99798	0.93890
0.20	-9.50781	-2.88792	-1.69998	3.09119	2.48106	11.9083	6.165582	0.98724
0.25	-7.18742	-2.54693	-1.6897	2.46995	3.03361	12.13304	4.416281	0.988295
0.30	1.689633	-0.09448	-0.30916	-0.2735	-2.0444	-0.27359	3.170058	0.953357

Çizelge 5.4-c Model 2 için elde edilen regresyon katsayıları

Salon Düşey İvme RMS regresyon katsayıları								
$RMS \text{ Salon Düşey İvme} = C_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} C_1 + \frac{B_{WL}}{T} C_2 + \frac{L_{WL}}{\nabla^{\frac{1}{3}}} C_3 + C_{WP} C_4 + C_{VP} C_5 + C_P C_6$								
Fn	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	R ²
0	-0.8767	-0.2279	-0.0393	0.35103	-0.3338	0.03330	0.98125	0.99601
0.05	-1.1753	-0.34207	-0.12129	0.46696	-0.1189	0.47966	1.06418	0.99667
0.1	-0.8529	-0.32705	-0.14512	0.376816	0.10606	0.84303	0.81085	0.99655
0.15	-0.1670	-0.24584	-0.15627	0.218975	0.23731	0.94333	0.37052	0.99267
0.20	-0.1075	-0.24969	-0.18398	0.150635	0.34128	1.43546	0.54760	0.99407
0.25	0.21885	-0.21296	-0.20418	0.034176	0.47466	1.82021	0.46030	0.99175
0.30	0.83092	-0.16507	-0.25839	-0.18206	0.92713	2.65122	0.10391	0.98774

5.4 Model 3 için Elde Edilen Regresyon Katsayıları

Çizelge 5.5-a Model 3 için elde edilen regresyon katsayıları

Dalıp-Çıkma RMS regresyon katsayıları										
$RMS\ Dalıp - \text{Çıkma} = A_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} A_1 + \frac{B_{WL}}{T} A_2 + \frac{L_{WL}}{\sqrt[3]{1}} A_3 + C_{WP} A_4 + C_{VP} A_5 + C_P A_6 + LCBA_7 + LCFA_8$										
Fn	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	R ²
0	-0.156	-0.0543	-0.020	0.075	-0.134	0.103	0.2632	0.1370	0.079	0.996
0.05	-0.396	-0.1203	-0.055	0.169	-0.045	0.239	0.215	0.3003	-0.036	0.995
0.10	-0.153	-0.0543	-0.020	0.075	-0.134	0.103	0.2632	0.1370	0.079	0.996
0.15	0.471	0.0064	0.002	-0.013	0.064	-0.085	-0.3313	0.0400	-0.146	0.995
0.20	0.350	-0.0211	-0.021	-0.013	0.143	0.228	-0.2001	0.14735	-0.224	0.989
0.25	0.046	-0.0661	-0.027	0.066	0.059	0.225	0.1025	0.00929	-0.164	0.990
0.30	0.193	-0.0195	0.004	0.0006	-0.05	0.102	0.3206	-0.2337	-0.1088	0.987

Çizelge 5.5-b Model 3 için elde edilen regresyon katsayıları

Baş-Kiç Vurma RMS regresyon katsayıları										
$RMS\ Baş - Kiç\ Vurma = B_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}} B_1 + \frac{B_{WL}}{T} B_2 + \frac{L_{WL}}{\sqrt[3]{1}} B_3 + C_{WP} B_4 + C_{VP} B_5 + C_P B_6 + LCBB_7 + LCFB_8$										
Fn	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	R ²
0	-2.102	-1.495	-0.581	1.421	1.800	4.7609	3.3661	-2.4189	-1.743	0.9954
0.05	-2.429	-1.750	-0.815	1.533	2.742	6.8176	3.5105	-2.7178	-2.105	0.9938
0.10	-0.890	-1.629	-0.882	1.139	3.551	7.9525	2.6737	-3.2341	-2.4976	0.9922
0.15	-45.73	-8.238	-0.664	22.59	-18.8	-36.10	-13.218	23.104	-7.295	0.9660
0.20	-0.113	-1.567	-1.045	0.882	3.898	9.2055	2.5299	-3.4613	-2.4797	0.9914
0.25	1.062	-1.425	-1.132	0.596	4.405	9.7587	0.9026	-2.827	-2.4375	0.9917
0.30	-23.89	-4.772	-2.594	7.639	-2.26	10.725	3.8911	15.516	-0.6811	0.9873

Çizelge 5.5-c Model 3 için elde edilen regresyon katsayıları

Salon Düşey İvmelenme RMS regresyon katsayıları										
$RMS\ Salon\ Düşey\ İvme = C_0 + \frac{L_{WL}}{B_{WL}}C_1 + \frac{B_{WL}}{T}C_2 + \frac{L_{WL}}{\nabla^{\frac{1}{3}}}C_3 + C_{WP}C_4 + C_{VP}C_5 + C_P C_6 + LCBC_7 + LCFC_8$										
Fn	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	R ²
0	-0.753	-0.206	-0.029	0.315	-0.327	-0.002	0.9641	-0.0659	-0.0077	0.9960
0.05	-1.252	-0.350	-0.125	0.481	-0.138	0.502	1.113	0.0154	0.0364	0.9966
0.10	-1.578	-0.467	-0.213	0.614	0.124	1.050	0.768	0.4813	-0.0698	0.9970
0.15	-0.181	-0.263	-0.164	0.249	0.287	0.947	0.243	0.0934	-0.1036	0.9927
0.20	-0.675	-0.390	-0.251	0.390	0.459	1.597	0.253	0.5504	-0.266	0.9949
0.25	0.029	-0.299	-0.245	0.183	0.647	1.873	0.0268	0.4057	-0.3603	0.9928
0.30	0.768	-0.249	-0.297	-0.035	1.170	2.667	-0.510	0.4464	-0.500	0.9896

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yüksek lisans tez çalışmasının bu kısmında elde edilen sonuçlar sunulacaktır. YTÜ Yuvarlak Kıçlı Gulet Serisi için elde edilen polar diyagramlar vasıtasıyla, Bölüm 4'te bahsedilen teknikler kullanılarak, elde edilen yaşanabilirlik indeks değerleri Ek-B'de verilmiştir. Ek-B detaylıca incelendiğinde; seride yer alan 21 guletin belirtilen gemi hareketleri için seçilen kriterlerdeki denizcilik değerleri yaşanabilirlik açısından elde edilebilir. Elde edilen grafiklere göre deniz durumunun şiddeti arttıkça yaşanabilirlik indeks değerleri düşmektedir. Guletler için verilen Şekil 6.1 ve 6.2 incelendiğinde (salon düşey ivme) deniz şiddetinin artması yaşanabilirlik indeks değerlerini düşürdüğü görülmektedir. Her bir gulet için yolcu salonu lokasyonu gulet ana boyutlarının bir yüzdesi olarak alınmıştır. Her bir gulet için yolcu salonu lokasyonunun boyuna yeri gulet tam boyunun %10'u kadar gemi ortasının arkasındadır. Gulet LOA' sının serinin başından sonuna gittikçe artması salondaki düşey ivmelenmeler için deplasman değerleri ile yaşanabilirlik indeksi arasında doğrudan bir ilişki kurulamamasına sebep olmuştur. Çünkü salon lokasyonunda dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma bileşik hareketinin sonucunda elde edilen hareketler doğrudan ağırlık merkezine olan uzaklığa bağlıdır.

$$X_s = \eta_3 + \gamma \eta_4 + x \eta_5$$

Burada;

X_s : Salondaki mutlak hareketi,

η_3 : Dalıp-çıkma hareket genliğini,

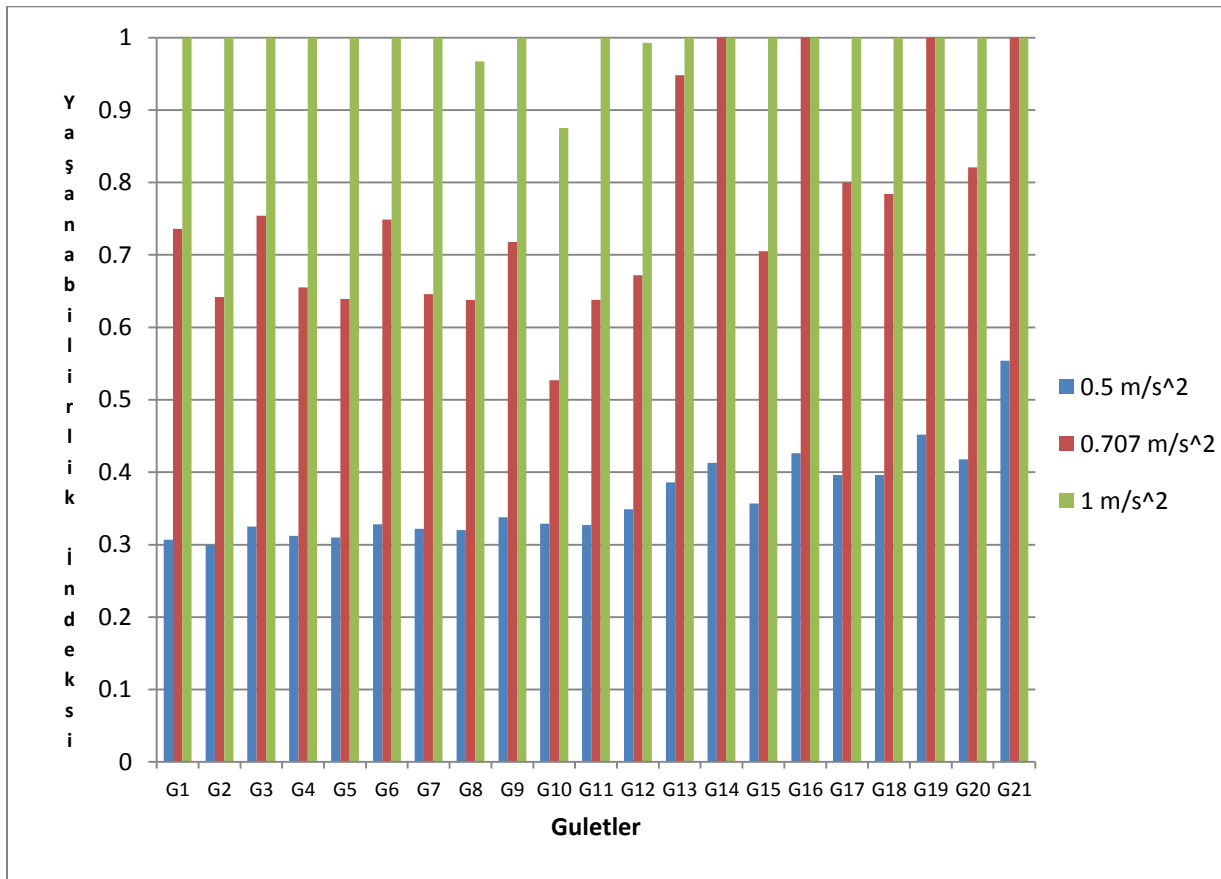
η_4 : Yalpa hareket genliğini,

η_5 : Baş-kıç vurma hareket genliğini,

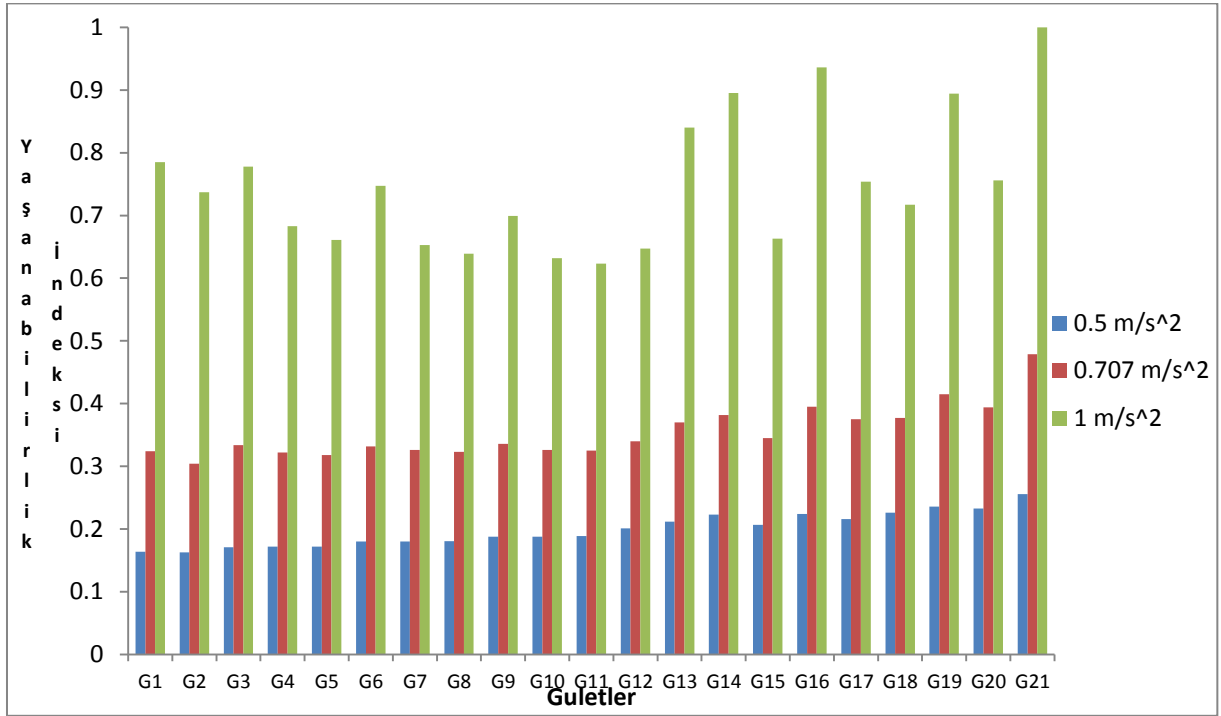
x: Yolcu salonundan ağırlık merkezine olan boyuna mesafeyi ve

y: Yolcu salonundan ağırlık merkezine olan enine mesafeyi temsil eder.

Seçilen kriter değeri düştüğünde ise yaşanabilirlik indeks değerleri paralel olarak düşmektedir. Seride yer alan bütün tekneler DD2'de, seçilen bütün kriterlerde ve belirlenen gemi hareketlerinde yaşanabilirlik açısından % 100 indekse sahipken; bu değer, DD4'e gittikçe çok daha aşağı seviyelere inmektedir.

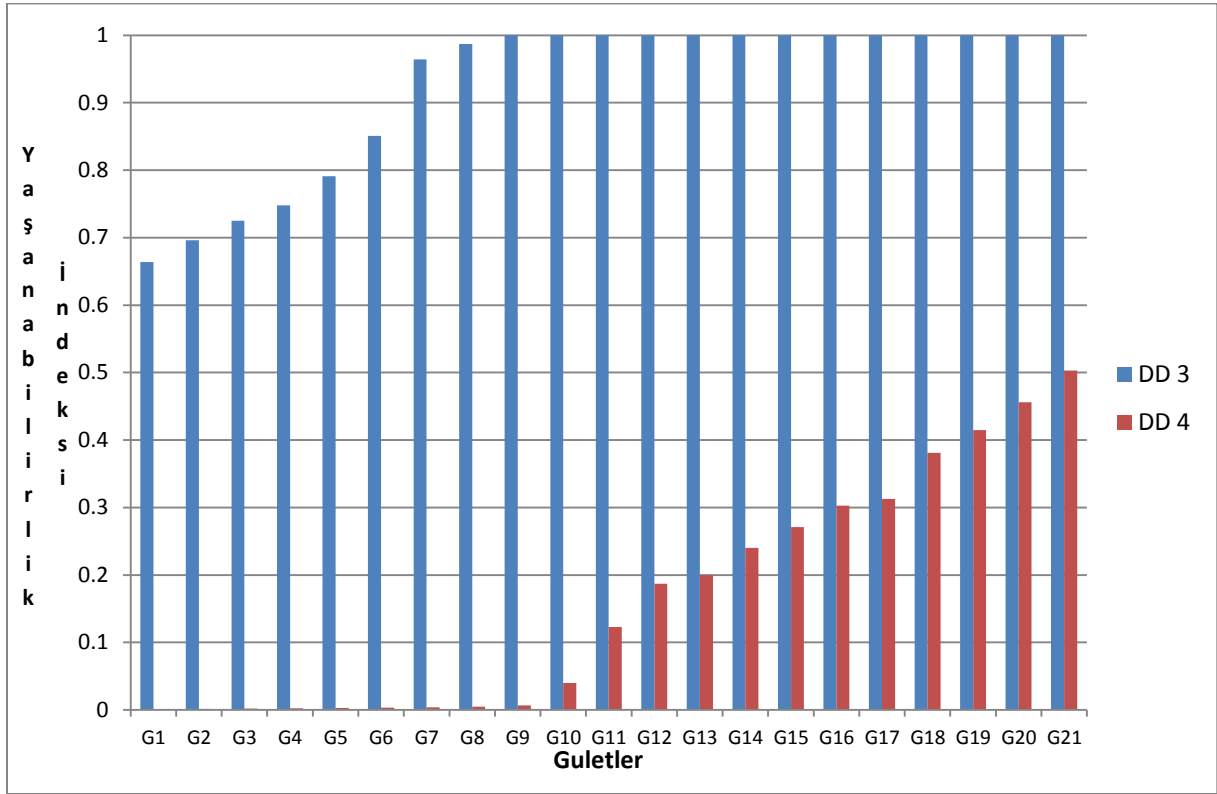


şekil 6.1 Seçilen kriterlerde DD3 için yaşanabilirlik indeks değerleri

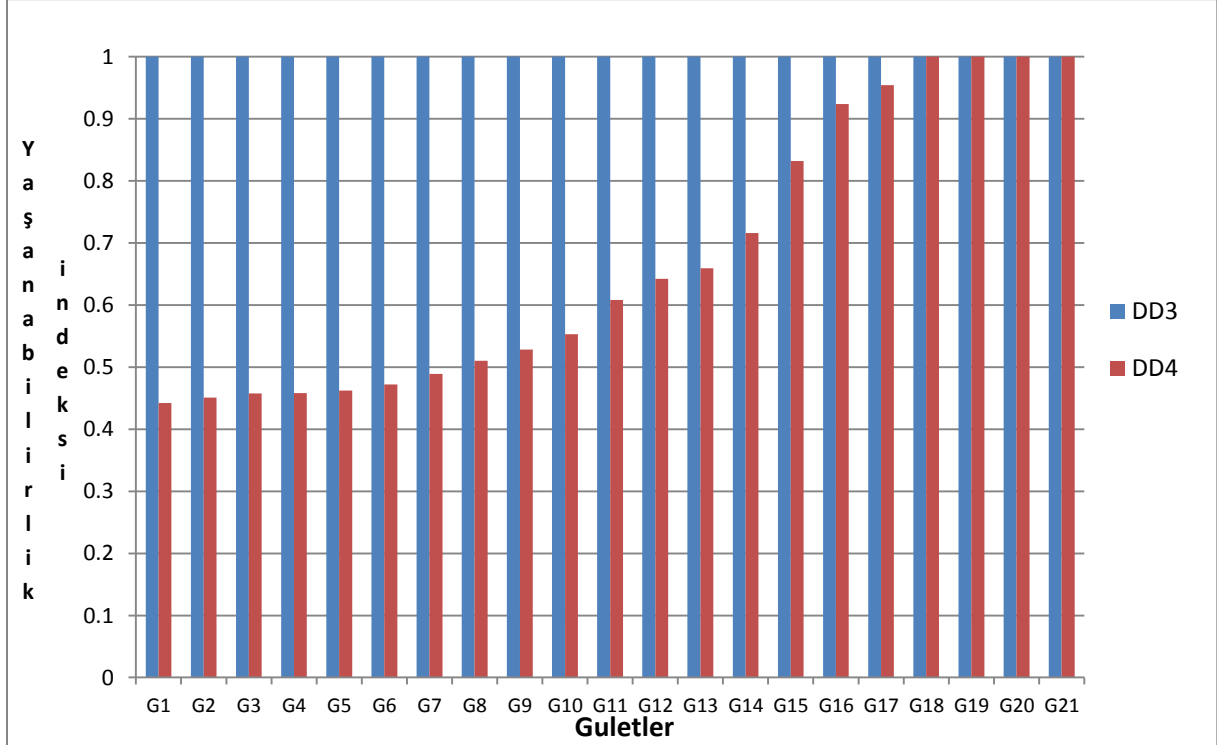


Şekil 6.2 Seçilen kriterlerde DD4 için yaşanabilirlik indeks değerleri

Baş kıç vurma hareketi ağırlık merkezi etrafında gerçekleşen bir dönme hareketi olması sebebiyle gulet deplasmanlarının yaşanabilirlik indeks değerlerine etkisini inceleyebilmek için baş-kıç vurma RMS değerlerinden faydalanarak elde edilen Şekil 6.2 ve Şekil 6.3'e bakılmalıdır. Gulet deplasman değerlerinin artması söz konusu kriterlerde (1.5° RMS ve 2° RMS) yaşanabilirlik indeks değerlerini arttırmıştır. DD3'te Gulet 11'den sonra bütün tekneler % 100 yaşanabilirlik değerine ulaşmıştır. DD4'e bakıldığında, seçilen kriterde yaşanabilirlik indeks değerlerinin çok daha düşük olduğu görülmektedir. Deplasmanı en fazla olan Gulet 21 % 51 yaşanabilirlik indeks değerine sahipken; Gulet 1 ve Gulet 9 arasındaki guletler için hesaplanan indeks değeri % 2'nin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 6.3 Seçilen 1.5° Baş-kıç vurma RMS kriterindeki yaşanabilirlik indeks değerleri



Şekil 6.4 Seçilen 2° Baş-kıç vurma RMS kriterindeki yaşanabilirlik indeks değerleri

Bölüm 5'te ise tekne geometrik parametrelerinin seçilen hareketlerdeki denizcilik performansına etkilerinin çoklu regresyon yöntemi kullanılarak elde edilmesi mümkün olmuştur. R^2 değerlerinin en küçük 0.95 civarında olması seçilen bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni iyi ifade ettiğinin bir göstergesidir. Model 1 için elde edilen regresyon katsayıları incelendiğinde; ana boyutların gemi hareketlerine olan etkileri çok net bir biçimde ortaya çıkmıştır. $\frac{L_{WL}}{B_{WL}}$ ve $\frac{B_{WL}}{T}$ oranının artması, $\frac{L_{WL}}{\nabla^{1/3}}$ oranının azalması, dalıp çıkma, baş-kıç vurma ve salon düşey ivmelenme hareketi için olumlu sonuçlar vermiştir. Regresyon katsayılarının (-) veya (+) işaretle olması; o geometrik özelliğin gemi hareketlerini nasıl etkilediğinin belirtisidir. Model 2 incelendiğinde ise; dalıp çıkma hareketi için C_{WP} değerinin yüksek olması, C_{VP} ve C_P değerlerinin düşük olması olumlu sonuçlar vermektedir. Baş-kıç vurma ve salon düşey ivmelenme hareketi için de C_{VP} ve C_P değerlerinin düşük olması olumlu sonuçlar vermektedir. Teknelerin L_{CB} ve L_{CF} değerlerinin etkilerini anlamak için Model 3 irdelenmelidir. Dalıp çıkma hareketi ve salon düşey ivmelenme hareketleri için L_{CB} noktası kıça yakın L_{CF} değeri ise başa yakın olmalıdır. Baş-kıç vurma hareketi içinse L_{CB} ve L_{CF} değerleri başa yakın olmalıdır. Bölüm 5'te verilen regresyon çizelgeleri dikkatle incelendiğinde parametrelerin etki oranları da anlaşılabilir. Etkilerin kıyaslanması için form katsayıları kendi aralarında; ana boyutlar kendi aralarında; L_{CB} ve L_{CF} kendi aralarında gruplandırılmalıdır. Tekne form parametrelerinin seçilen hareketlere etkisi Çizelge 6.1'de gösterilmiştir:

Çizelge 6.1 İyi denizcilik için olması gereken özellikler

PARAMETRELER	DALIP ÇIKMA	BAŞ KIÇ VURMA	SALON DÜŞEY İVME
$\frac{L_{WL}}{B_{WL}}$	Yüksek	Yüksek	Yüksek
$\frac{B_{WL}}{T}$	Yüksek	Yüksek	Yüksek
$\frac{L_{WL}}{\nabla^{1/3}}$	Düşük	Düşük	Düşük
C_{WP}	Yüksek	?	?
C_{VP}	Düşük	Düşük	Düşük
C_P	Düşük	Düşük	Düşük
L_{CB}	Kıça yakın	Başa yakın	Kıça yakın
L_{CF}	Başa yakın	Başa yakın	Başa yakın

Bu yüksek lisans tez çalışmasının devamı olarak gulet tipi teknelerin yalpa hareketleri ve yanal ivmelenme değerlerinin incelenmesi, azaltılması ve kontrol altına alınması planlanmaktadır. Bu tip bir analiz için viskoz etkilerinin göz ardı edilmesi mümkün olmadığından; potansiyel teoriyi kullanan kodlar yetersiz kalmaktadır.

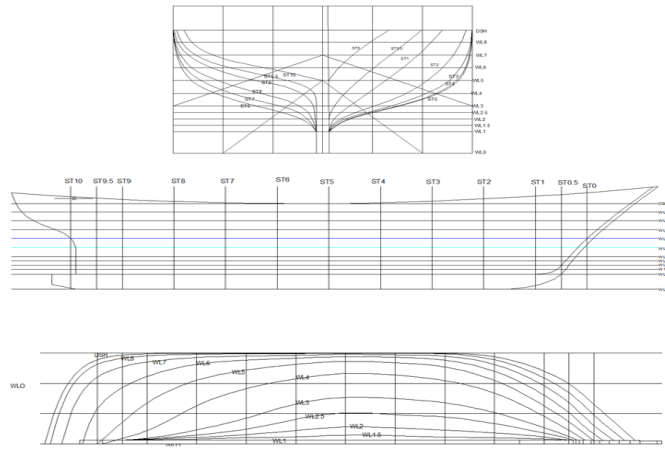
KAYNAKLAR

- [1] Sarıöz, K. ve Narlı, E. (2004). "Effect of Criteria on Seakeeping Performance Assessment", *Ocean Engineering*, 32: 1161–1173
- [2] Sarıöz, K. ve Sarıöz, E. (2005). "Habitability Assessment of Passenger Vessels Based on ISO Criteria", *Marine Technology*, 42: 43-51
- [3] Arribas, F.P. ve Fernandez J.A.C (2005), "Strip Theories Applied to the Vertical Motions of High Speed Crafts", *Ocean Engineering* 33 : 1214–1229
- [4] Arribas, F.L.P. ve Pinerrio, A.L.(2006), "Seasickness Prediction in Passenger Ships at the Design Stage", *Ocean Engineering* 34: 2086–2092
- [5] Tello, M. ve Silva, S.R. ve Soares, G. " Seakeeping Performance of Fishing Vessels in Irregular Waves", *Ocean Engineering*, 38: 763–773
- [6] Bales, NK. (1980). "Optimizing the Seakeeping Performance of Destroyer-Type Hulls", 13th ONR symposium on naval hydrodynamics.
- [7] Kükner A. ve Sarıöz, K., (1995). "High Speed Hull Form Optimization for Seakeeping", *Advances in Engineering Software*, 22:179-189
- [8] Sarıöz, K. ve Kükner A., (1999). "Seakeeping Performance Assessment of Fishing Vessels", *International Symposium on Technics and Technology in Fishing Vessels*
- [9] Brown, D. (2005). "A Forward Analysis of a Gulet Type Hull Form", *University of Newcastle, Mar 398 Project and Report*
- [10] Şaylı, A. ve Alkan A.D, ve Nabergoj, R. ve Uysal A.O (2007). "Seakeeping Assessment of Fishing Vessels in Conceptual Design Stage", *Ocean Engineering*, 34: 724-738.
- [11] Şaylı, A. ve Alkan A.D, ve Ganiler O. (2009). "Nonlinear Meta- Models for Conceptual Seakeeping Design of Fishing Vessels", *Ocean Engineering*, 37: 730-741.
- [12] Özüm, S. ve Şener B. ve Yılmaz H. (2011). "A Parametric Study on Seakeeping Assessment of Fast Ships in Conceptual Design Stage", *Ocean Engineering*, 38: 1439-1447
- [13] Aydın, M. (2013). "Development of a Systematic Series of Gulet Hull Forms with Cruiser Stern", *Ocean Engineering*, 58: 180-19
- [14] Eriksen J.H., Nona R.A., Mas C., (2000) "Common Procedures For Seakeeping In The Ship Design Process", *North Atlantic Treaty Organization, Stanag 4154*
- [15] ISO Standart 2631-1, (1997) *Mechanical Vibration and Shock Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration*

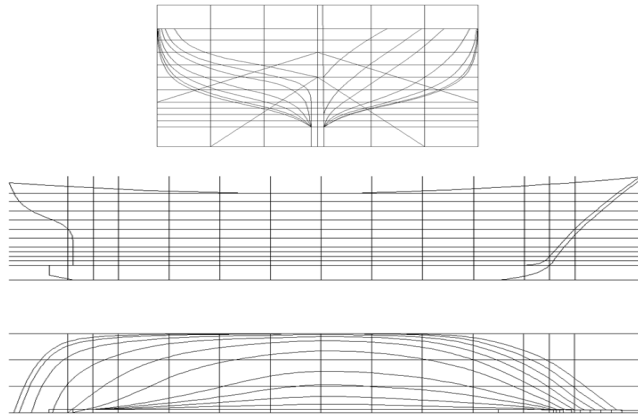
- [16] Salvesen, N., Tuck, O.E. ve Faltinsen,O.(1970). "Ship Motions and Sea Loads",Transactions of SNAME, Vol.78.
- [17] Sariöz, K., Kükner, A., Alkan, A.D.,(2008). Gemi Mühendisliği El Kitabı, Gemi Mühendisleri Odası Yayınları

YTÜ YUVARLAK KIÇLI GULET SERİSİ ENDAZE PLANLARI

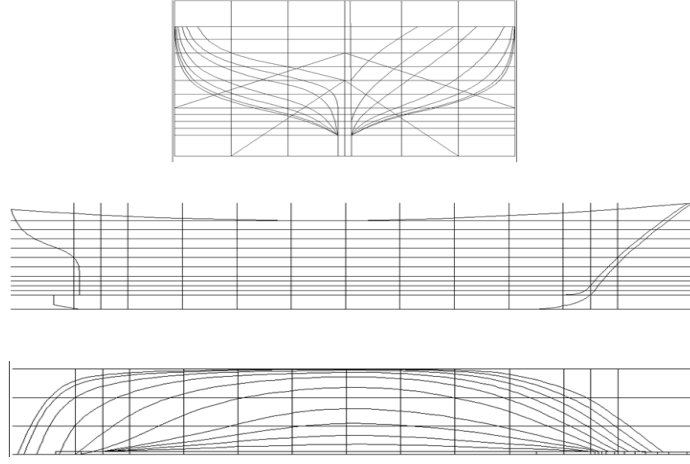
Seride yer alan guletlerin endaze planları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir (Şekil A.1 - Şekil A.21):



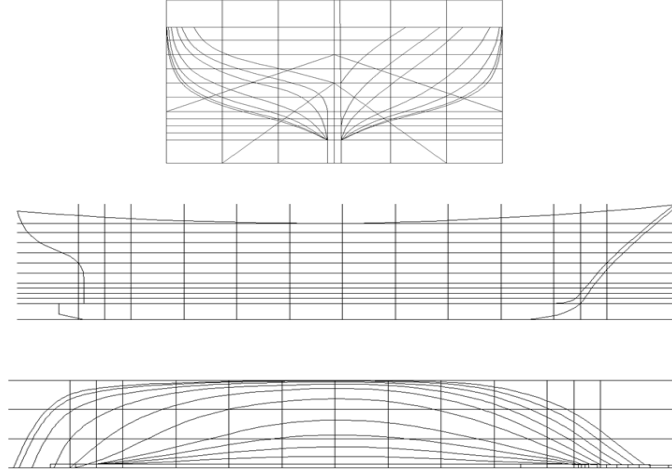
Şekil A.1 Gulet 1'in endaze planı



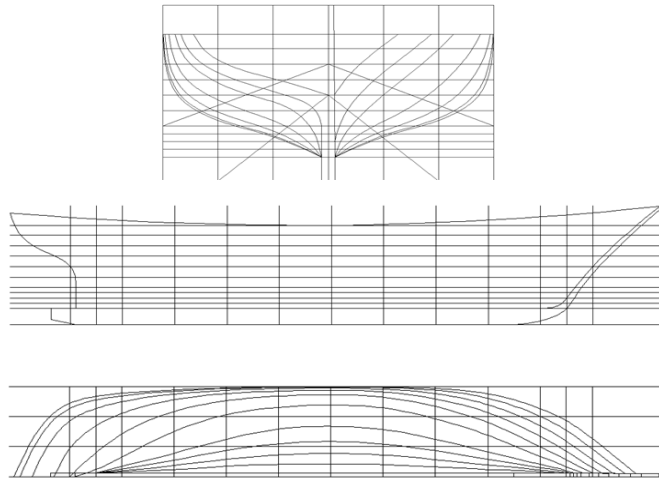
Şekil A.2 Gulet 2'in endaze planı



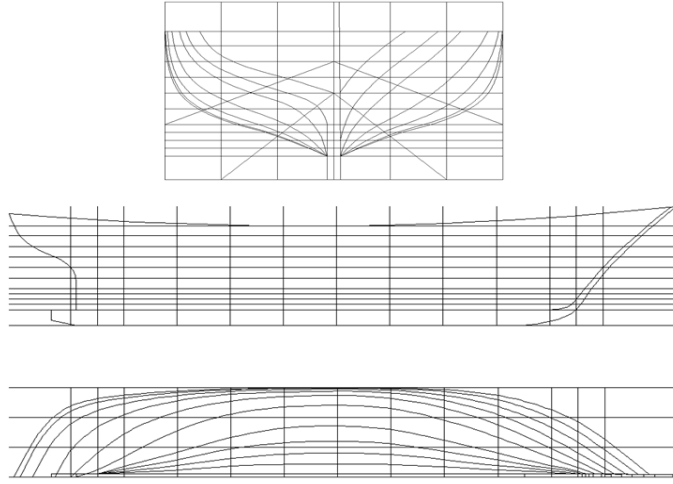
Şekil A.3 Gulet 3'ün endaze planı



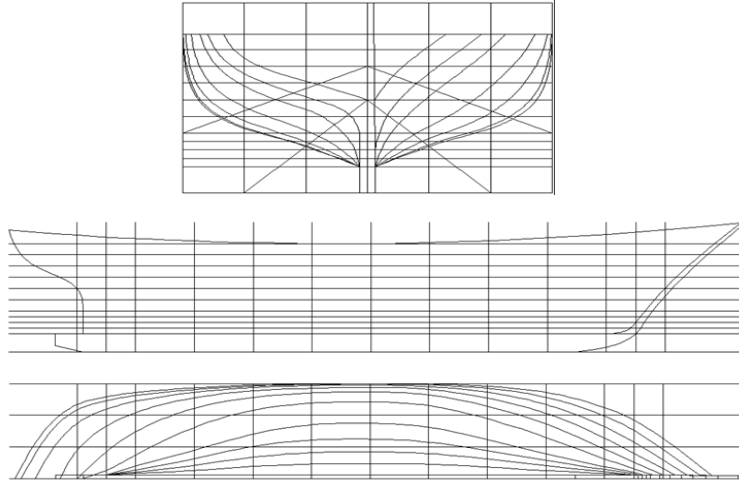
Şekil A.4 Gulet 4'ün endaze planı



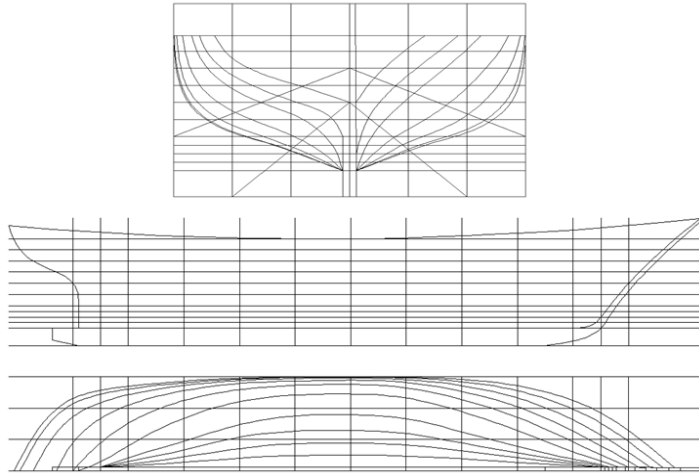
Şekil A.5 Gulet 5'in endaze planı



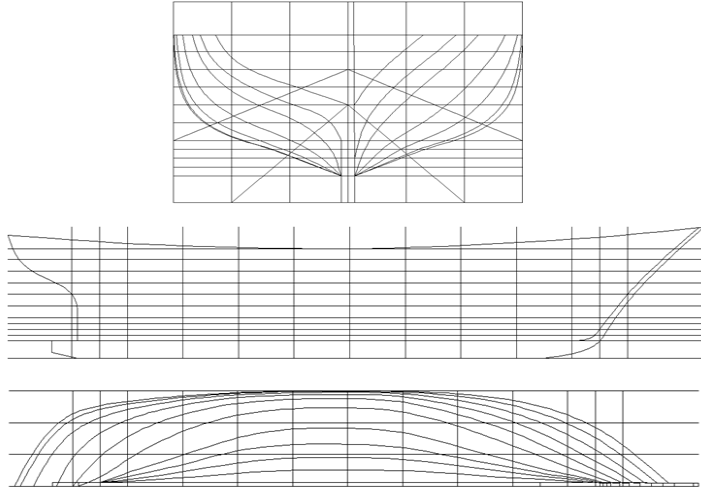
Şekil A.6 Gulet 6'nin endaze planı



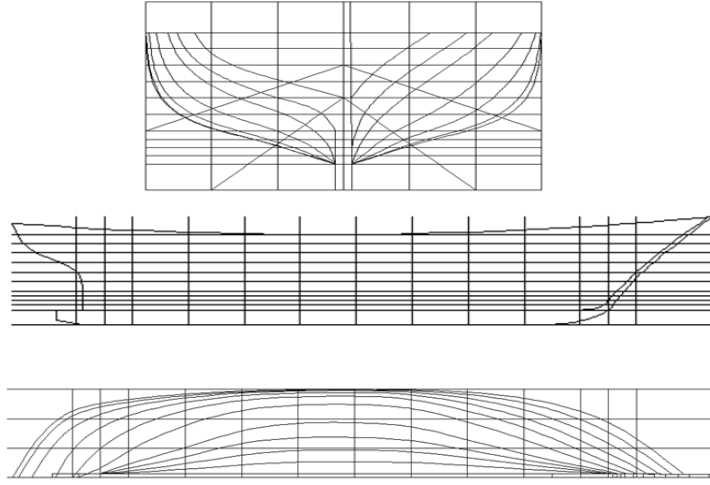
Şekil A.7 Gulet 7'nin endaze planı



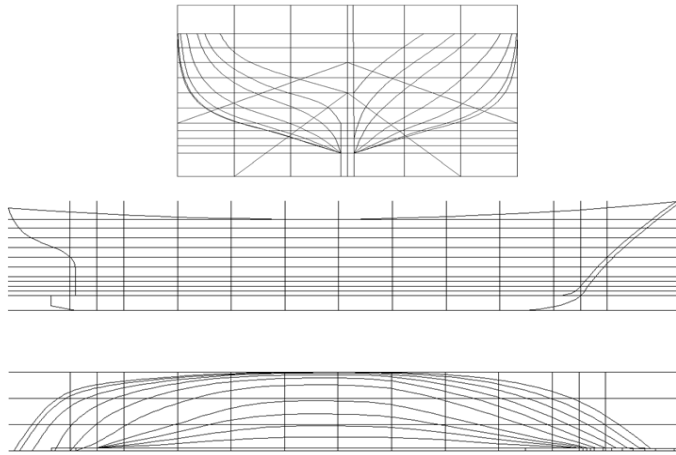
Şekil A.8 Gulet 8'in endaze planı



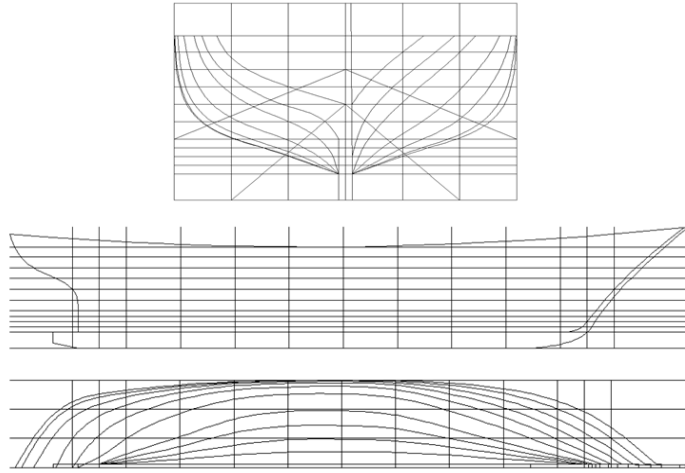
Şekil A.9 Gulet 9'un endaze planı



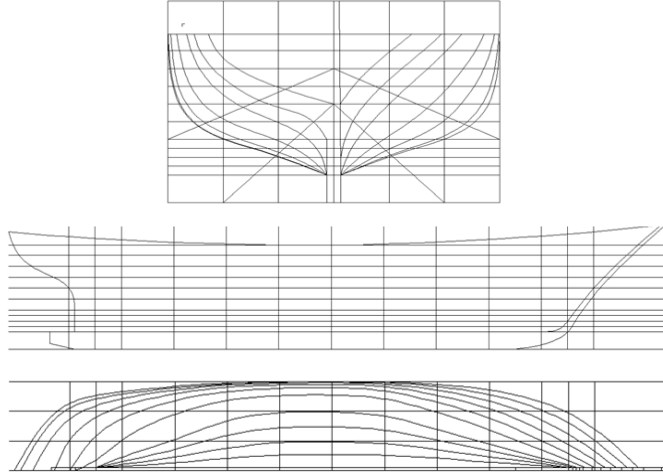
Şekil A.10 Gulet 10'un endaze planı



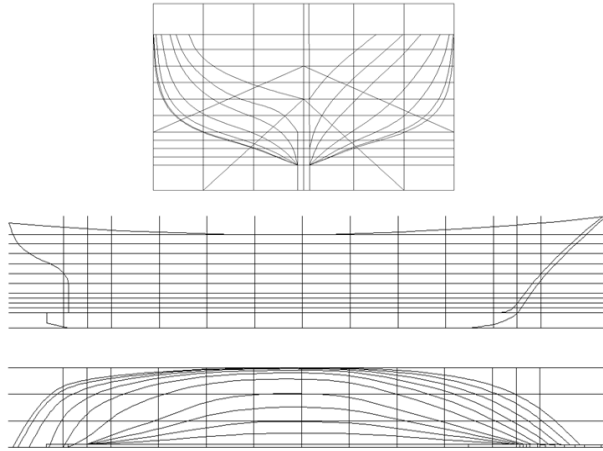
Şekil A.11 Gulet 11'in endaze planı



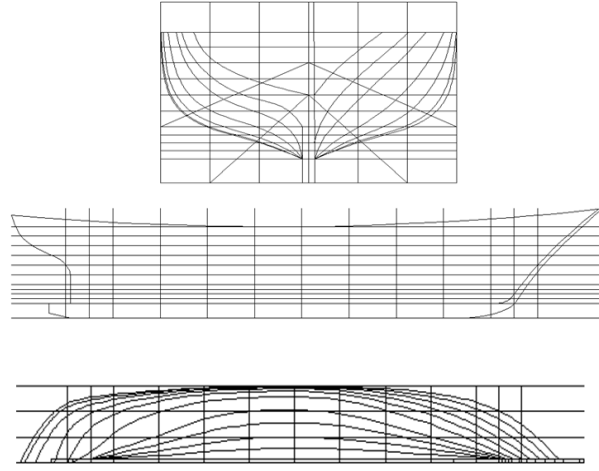
Şekil A.12 Gulet 12'nin endaze planı



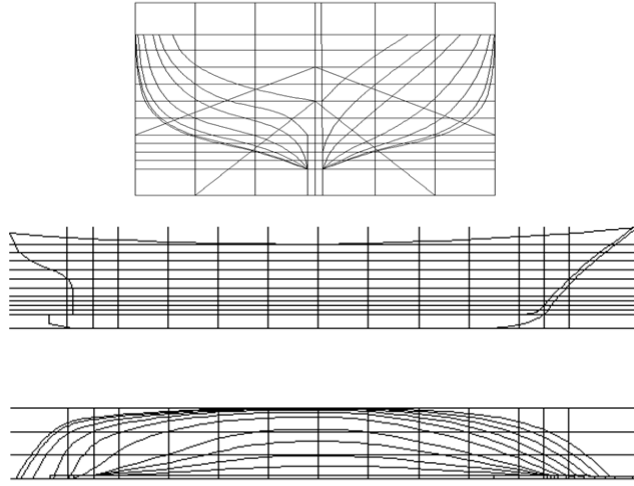
Şekil A.13 Gulet 13'ün endaze planı



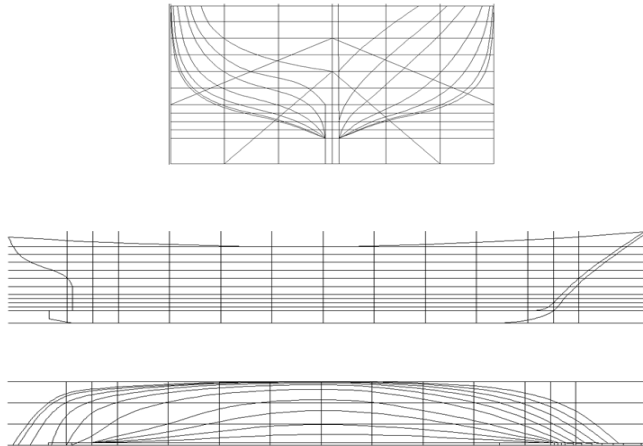
Şekil A.14 Gulet 14'ün endaze planı



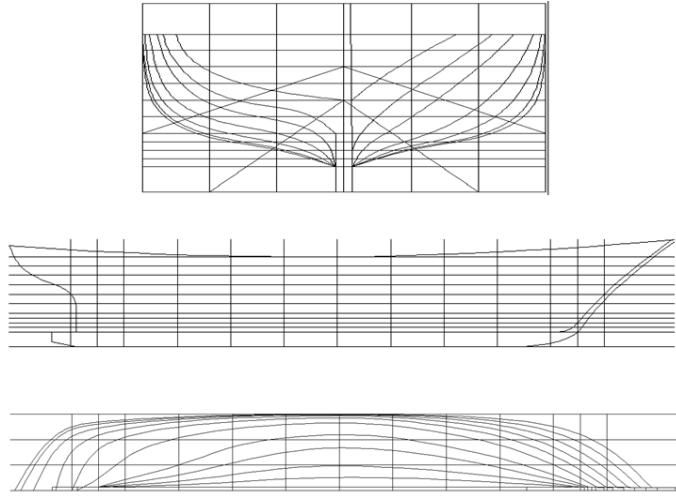
Şekil A.15 Gulet 15'in endaze planı



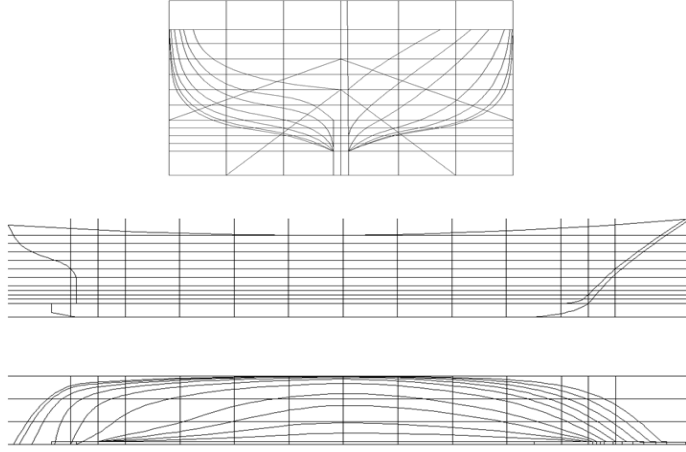
Şekil A.16 Gulet 16'nın endaze planı



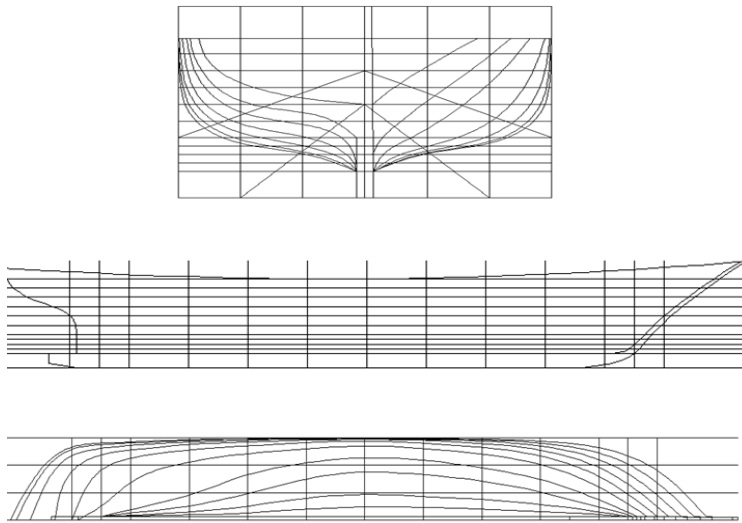
Şekil A.17 Gulet 17'nin endaze planı



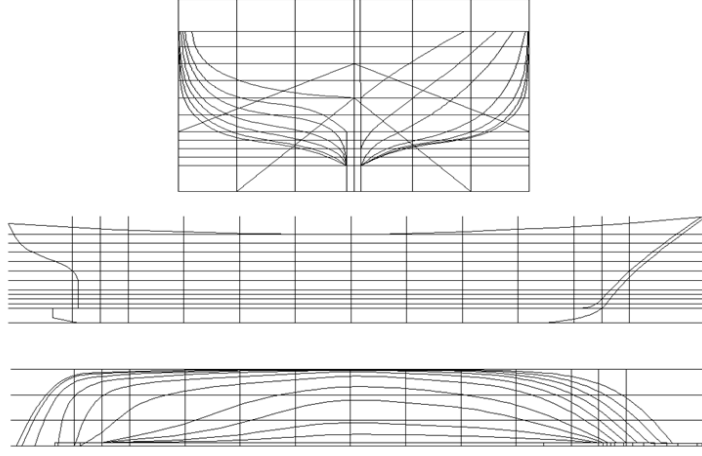
Şekil A.18 Gulet 18'in endaze planı



Şekil A.19 Gulet 19'un endaze planı



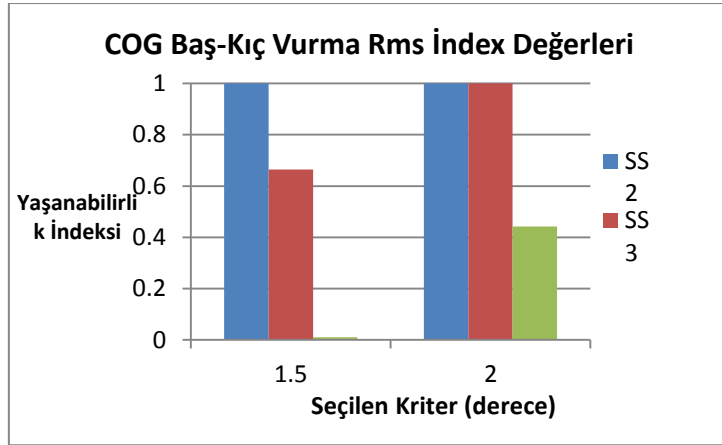
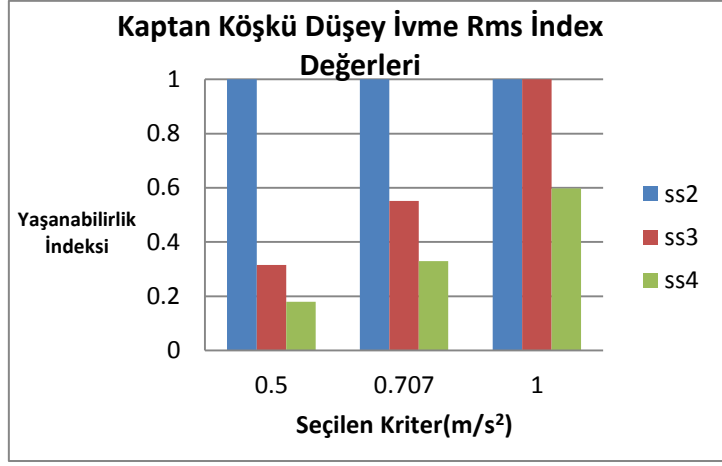
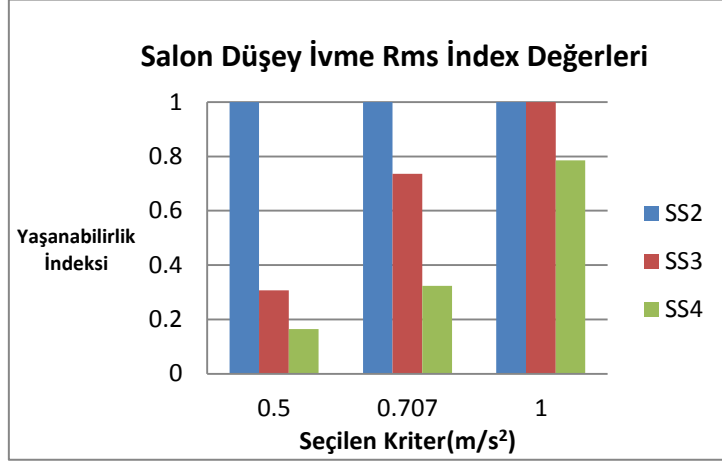
Şekil A.20 Gulet 20'nin endaze planı



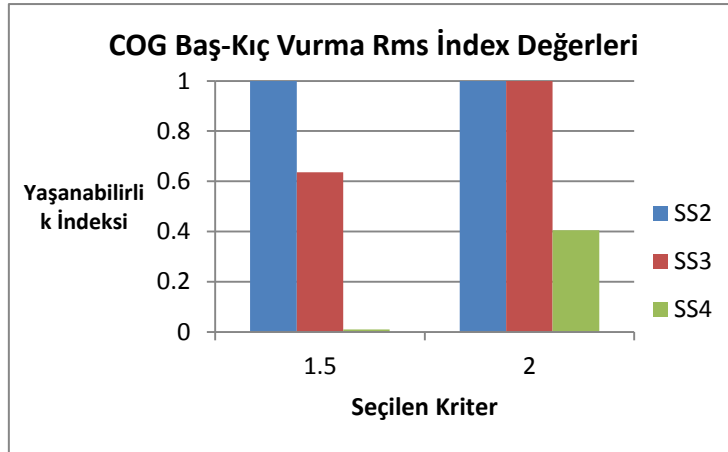
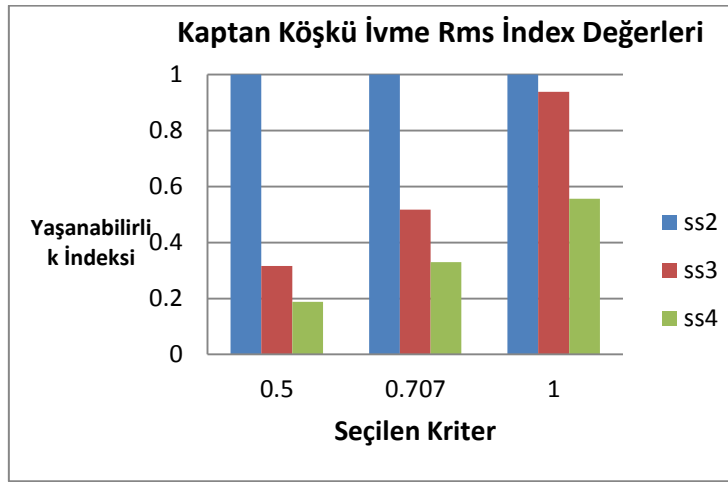
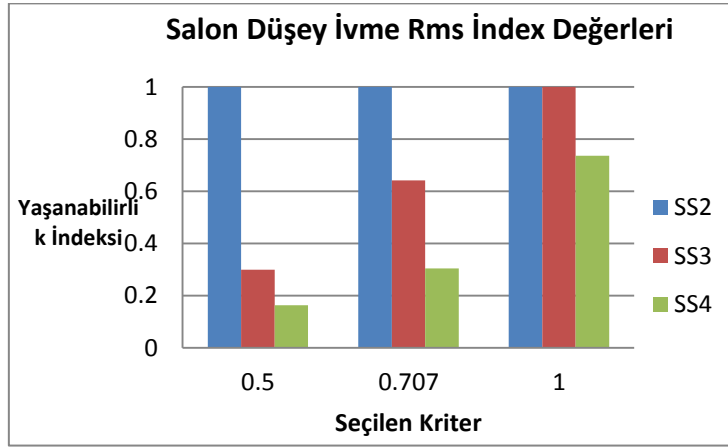
Şekil A.21 Gulet 21'in endaze planı

SEÇİLEN KRİTERLERDE SERİDEKİ TEKNELER İÇİN DD2, DD3 VE DD4'TEKİ YAŞANABİLİRLİK İNDEKSİ TABLOSU

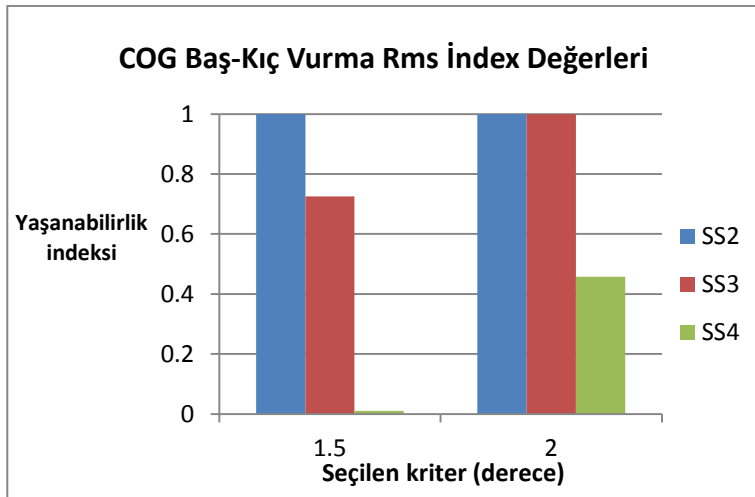
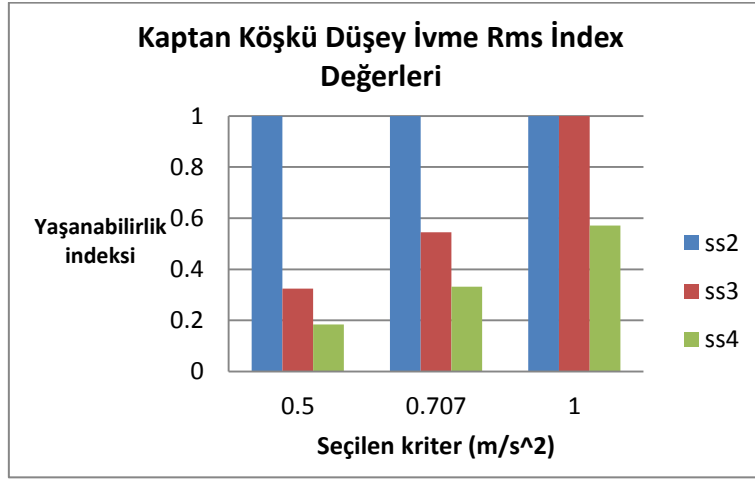
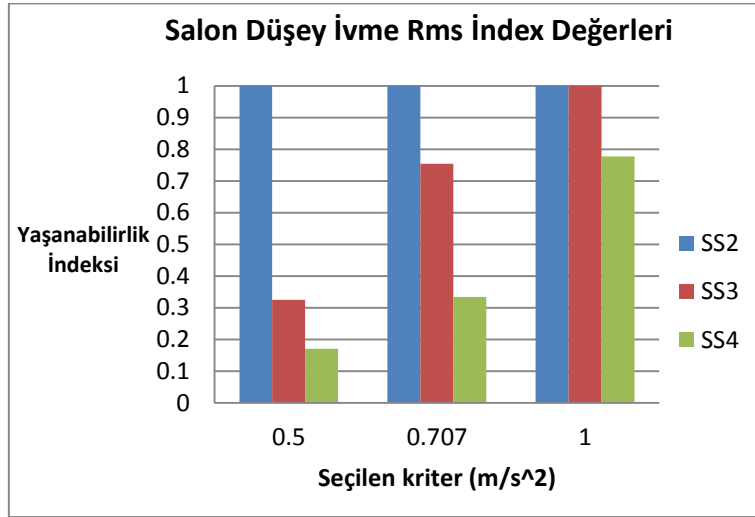
Yüksek lisans tez çalışmasının bu kısmında seride yer alan yirmi bir gulet formu için çeşitli grafikler verilmiştir. Bu grafikler daha önceden bahsi geçen limit kriterler baz alındığında elde edilen yaşanabilirlik indeks değerlerini kapsamaktadır. (Şekil B.1-B.21)



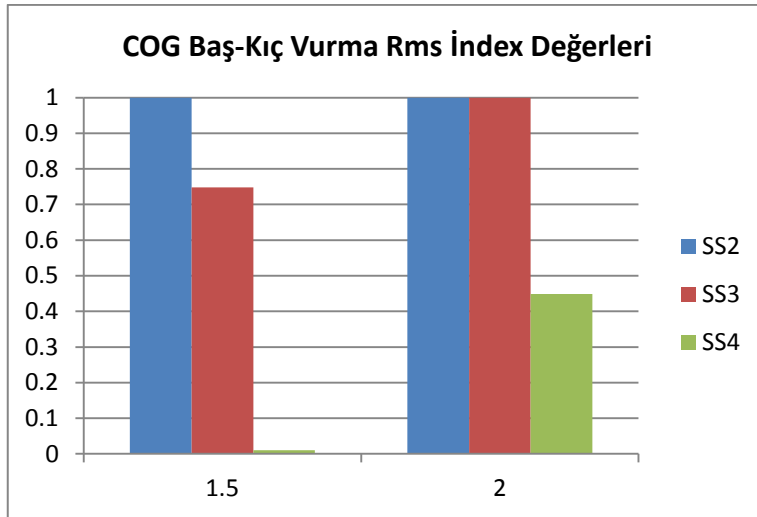
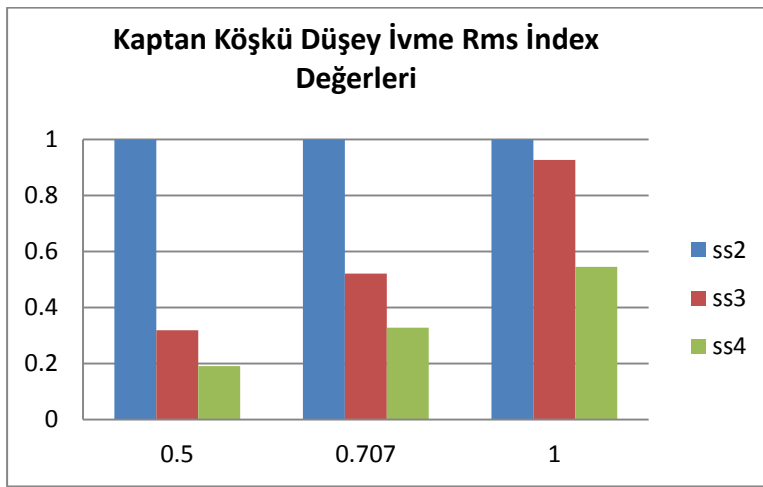
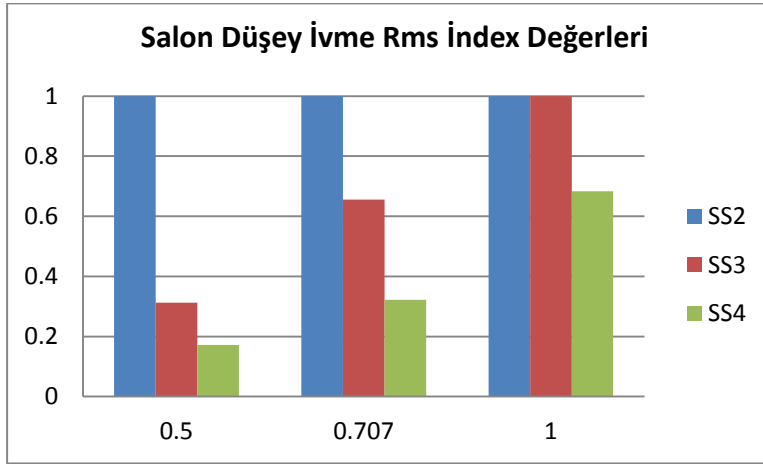
Şekil B.1 Gulet 1'in yaşanabilirlik indeks değerleri



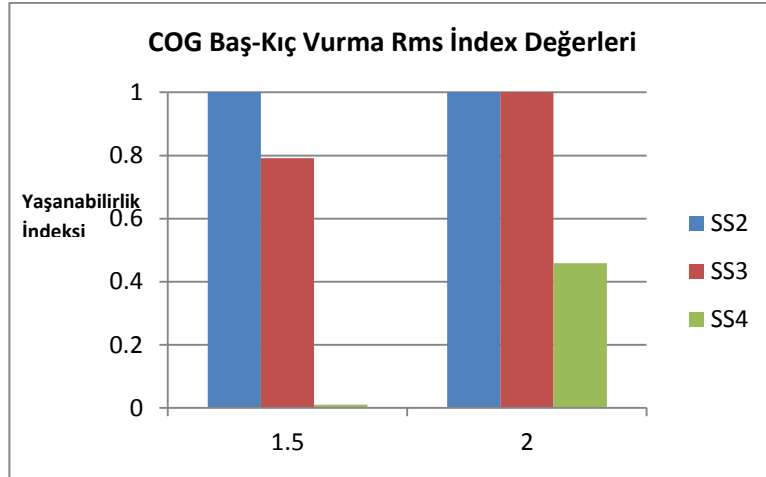
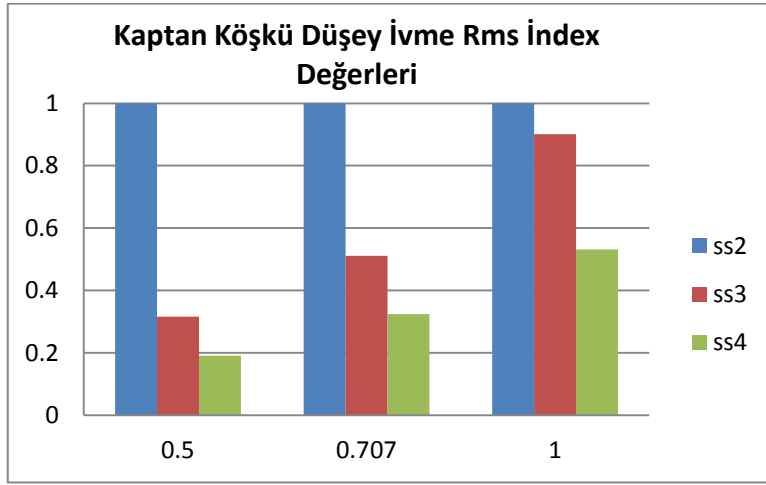
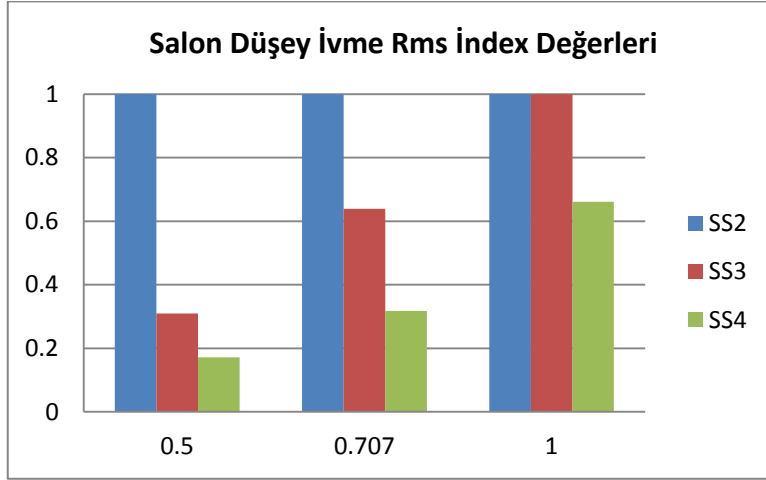
Şekil B.2 Gulet 2'nin yaşanabilirlik indeks değerleri



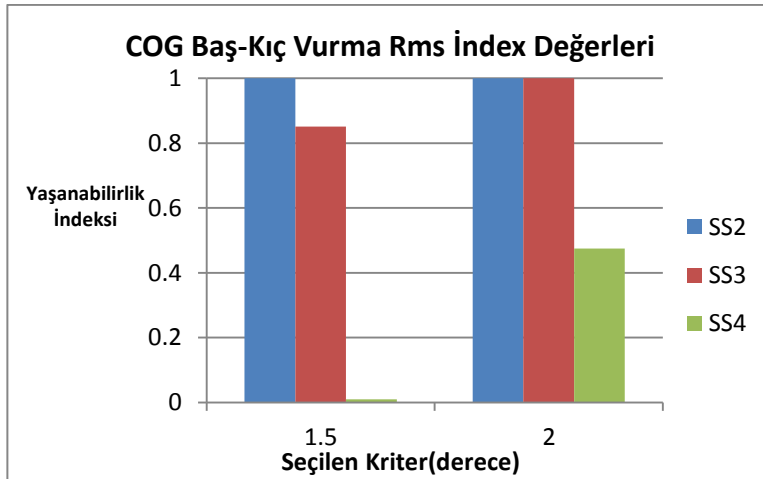
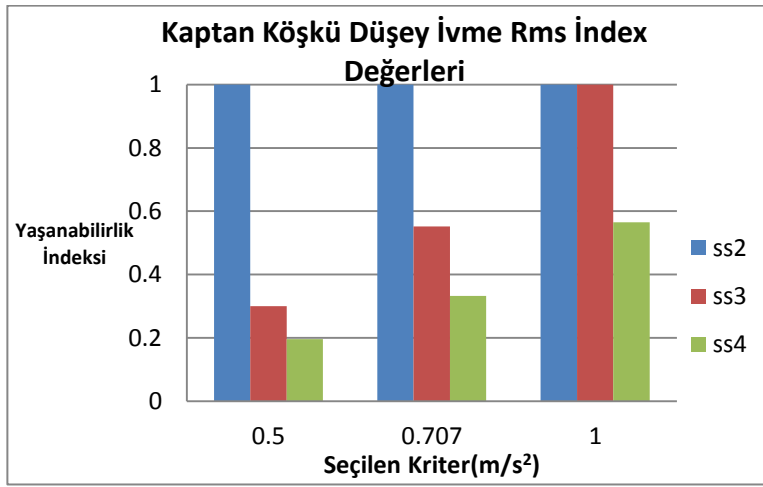
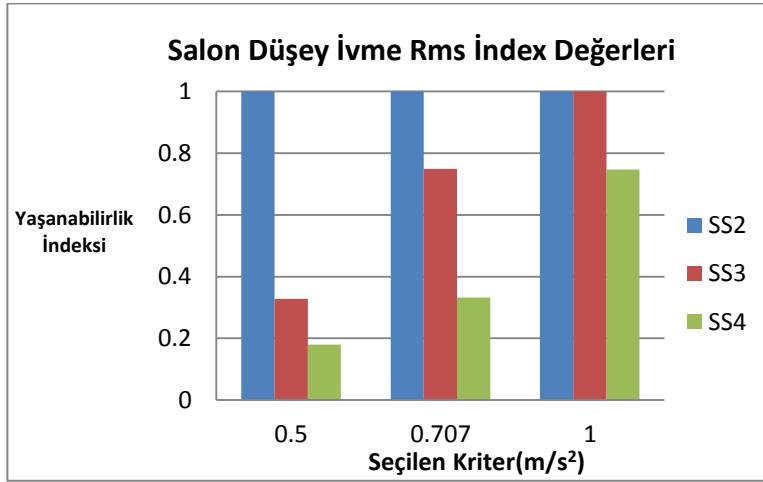
Şekil B.3 Gulet 3'ün yaşanabilirlik indeks değerleri



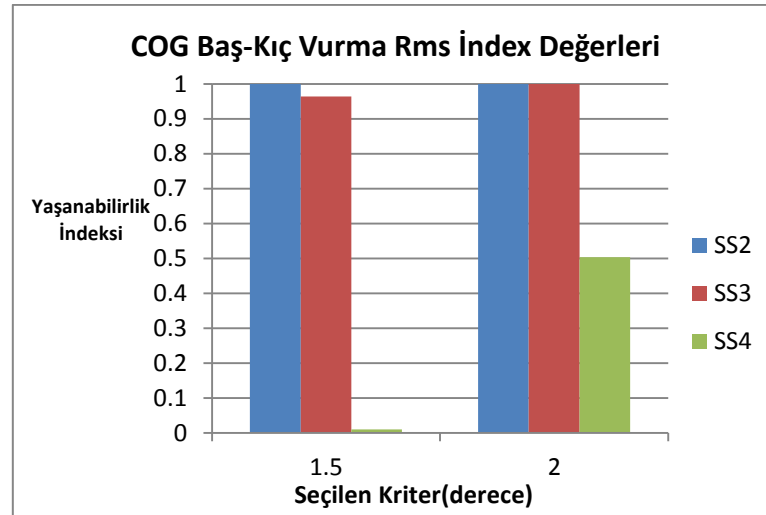
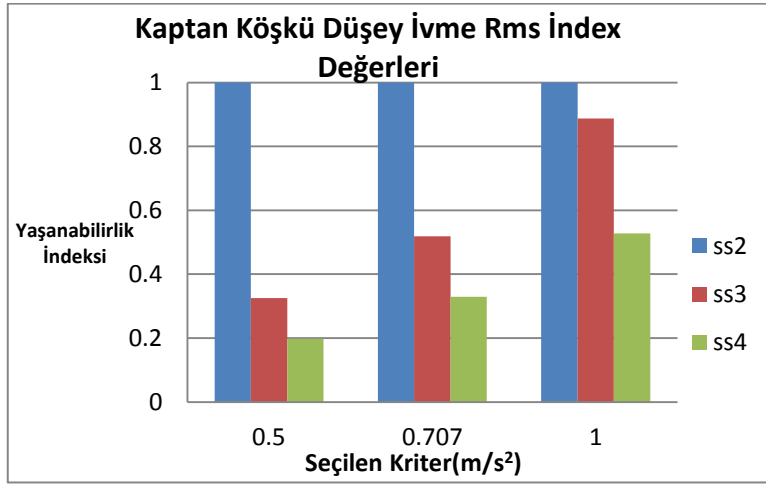
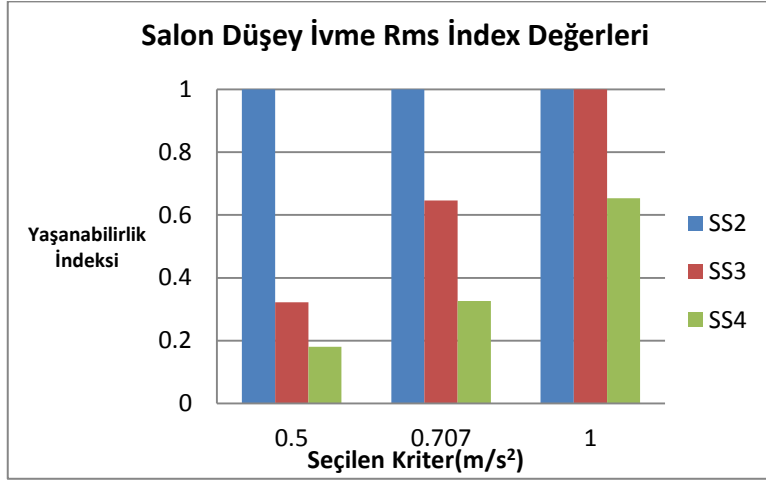
Şekil B.4 Gulet 4'ün yaşanabilirlik indeks değerleri



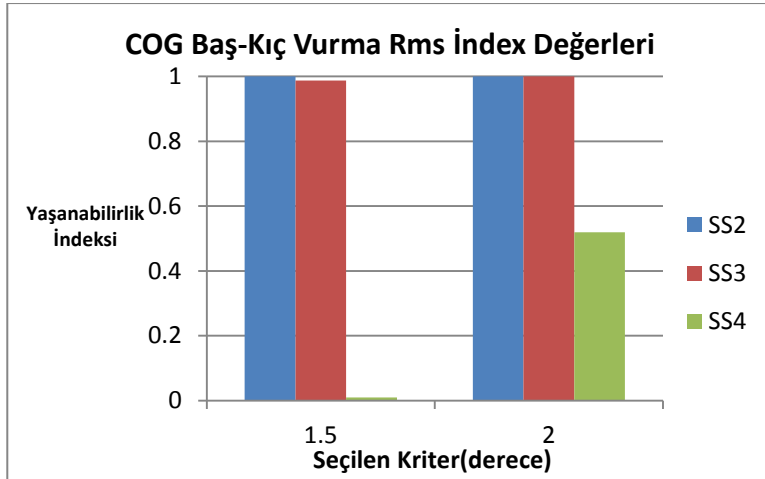
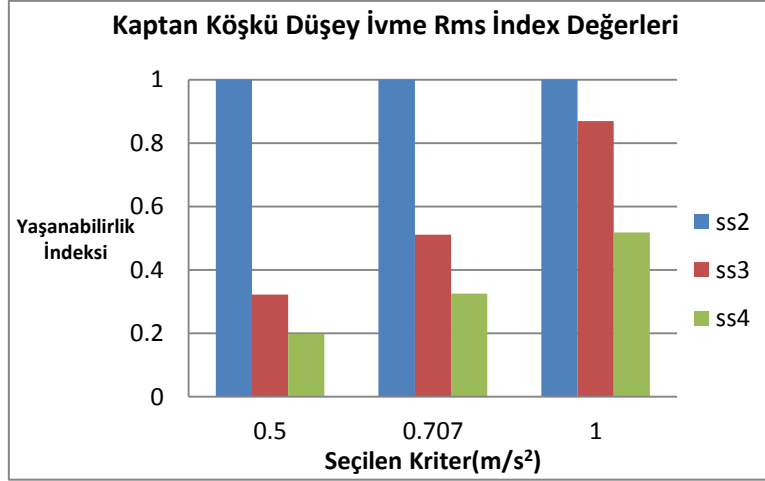
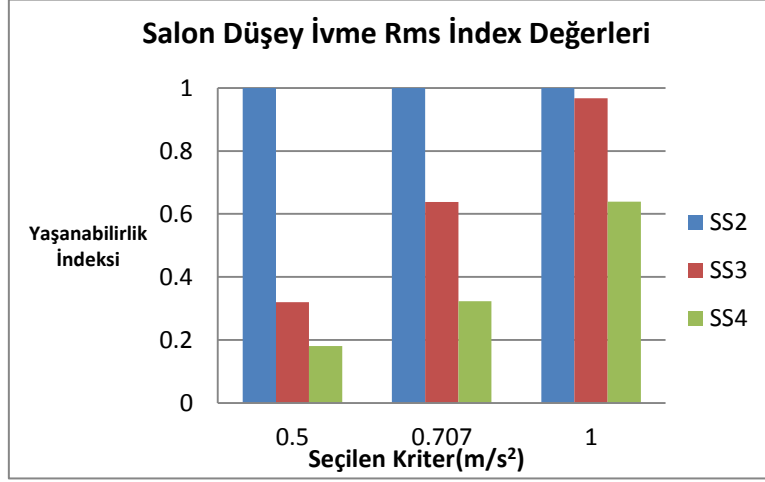
Şekil B.5 Gulet 5'in yaşanabilirlik indeks değerleri



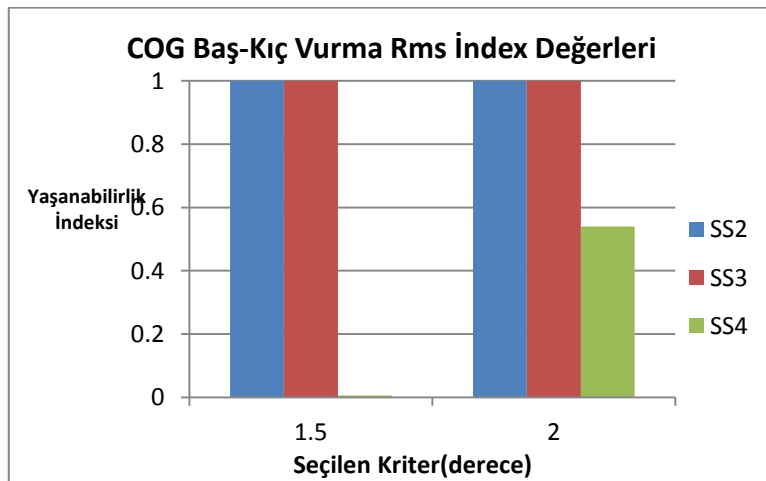
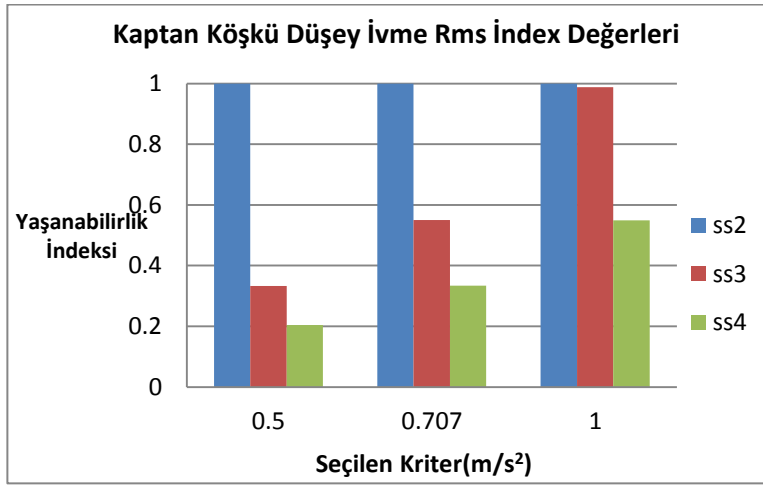
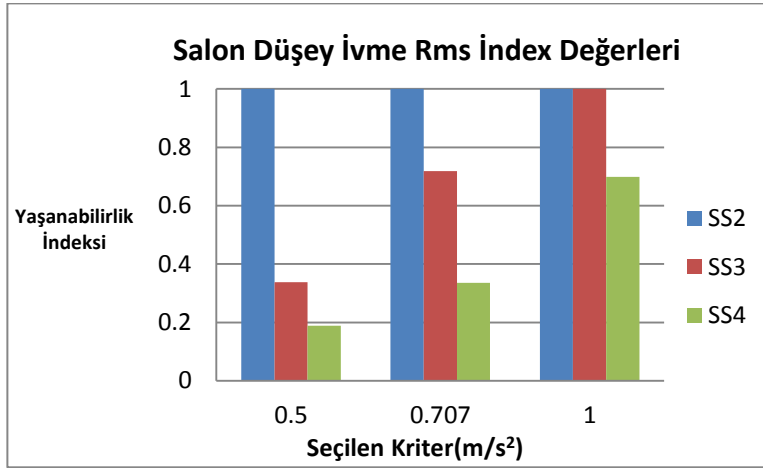
Şekil B.6 Gulet 6'nın yaşanabilirlik indeks değerleri



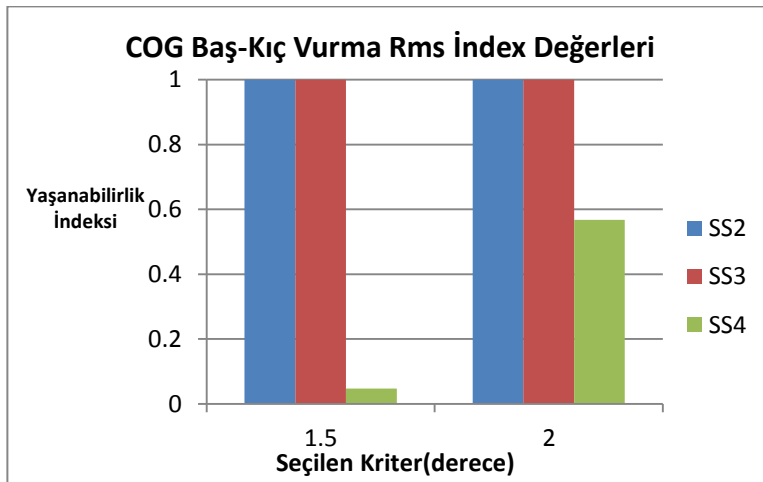
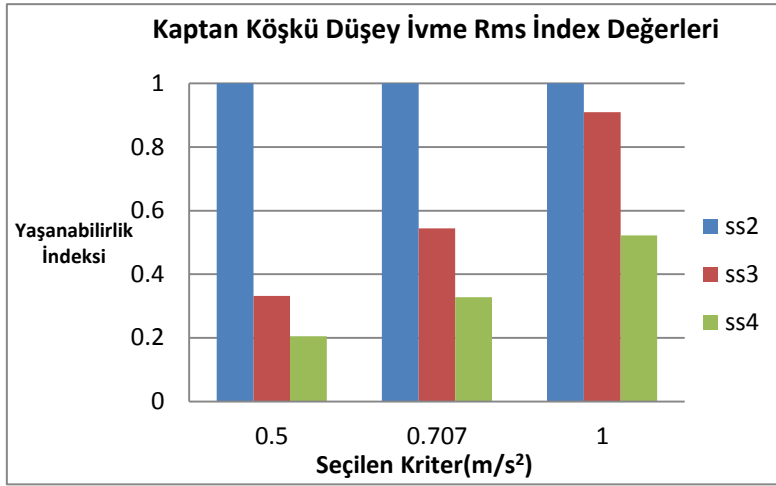
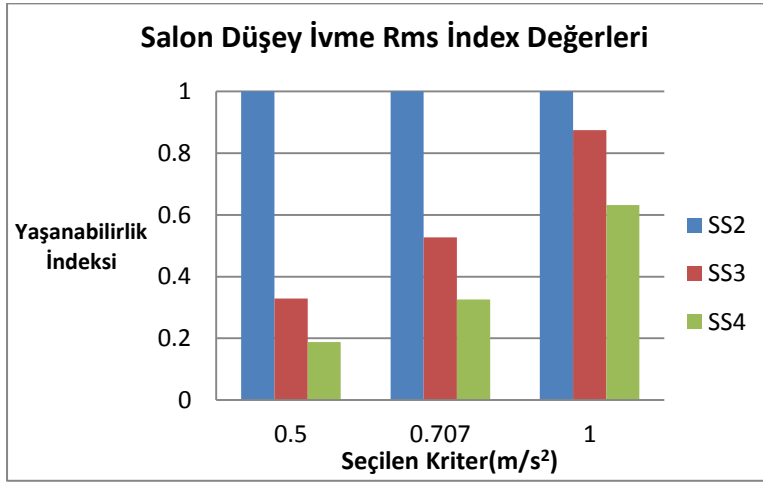
Şekil B.7 Gulet 7'nin yaşanabilirlik indeks değerleri



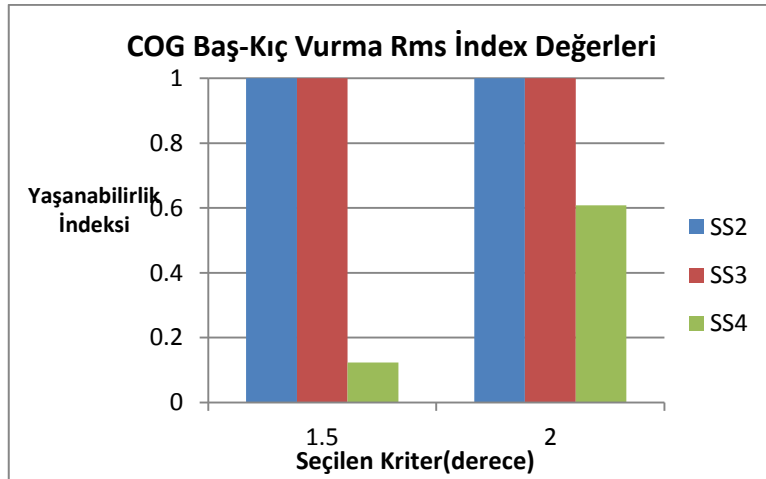
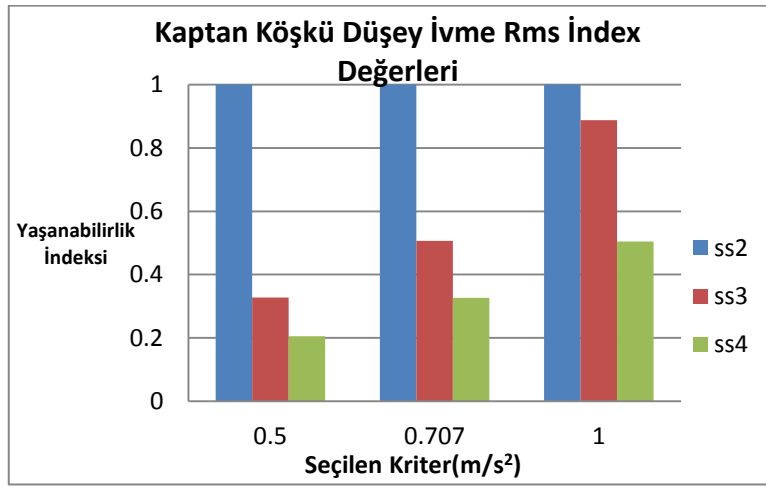
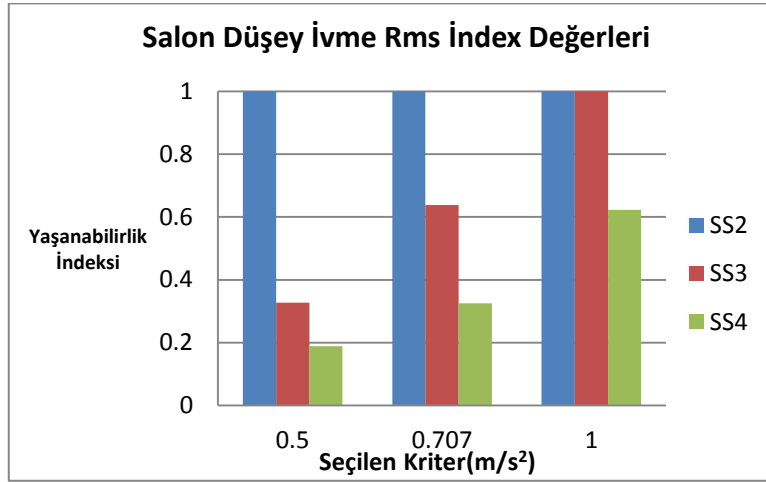
Şekil B.8 Gulet 8'in yaşanabilirlik indeks değerleri



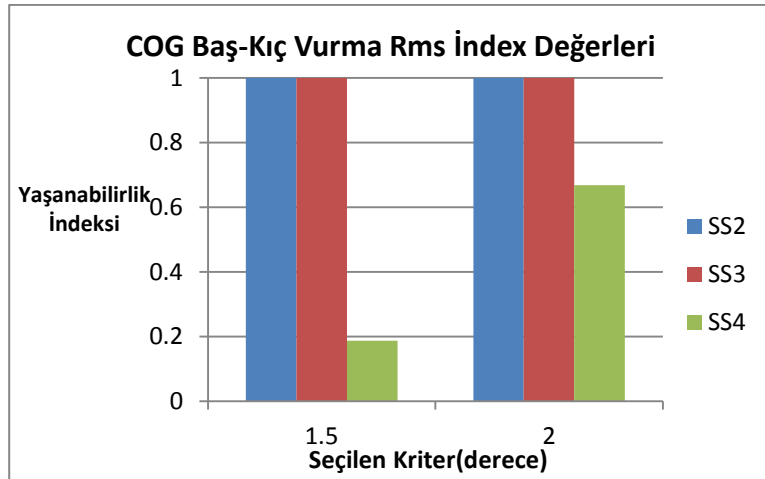
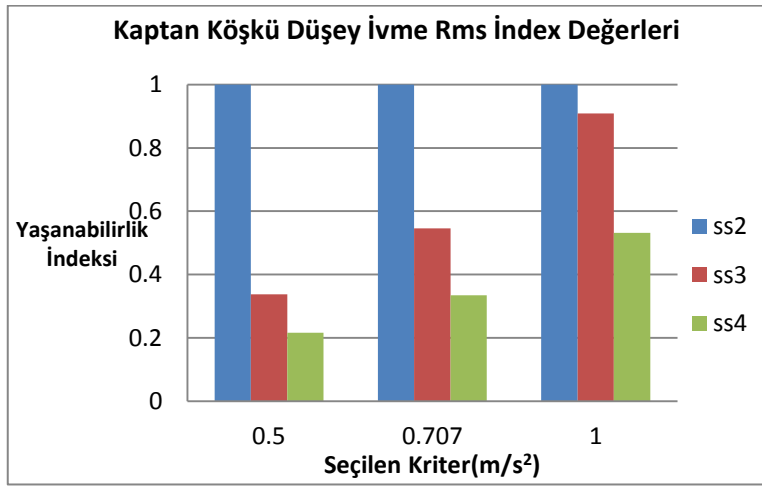
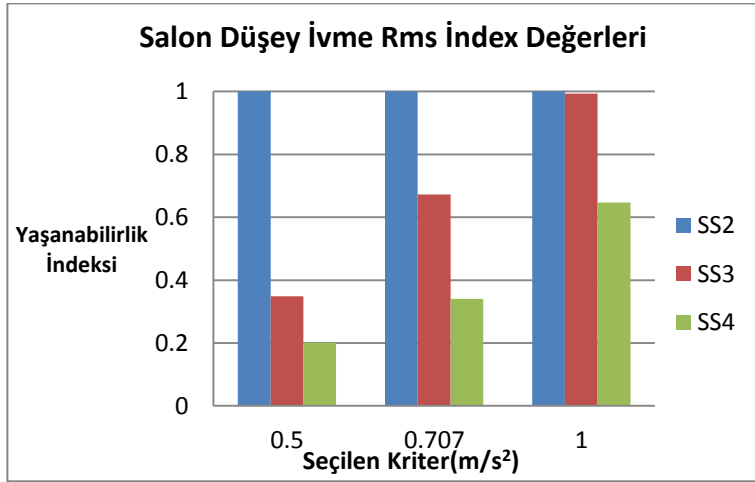
Şekil B.9 Gulet 9'un yaşanabilirlik indeks değerleri



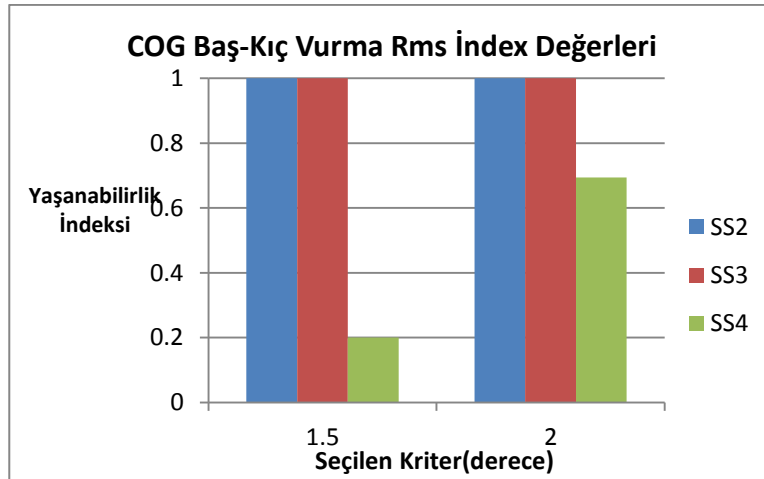
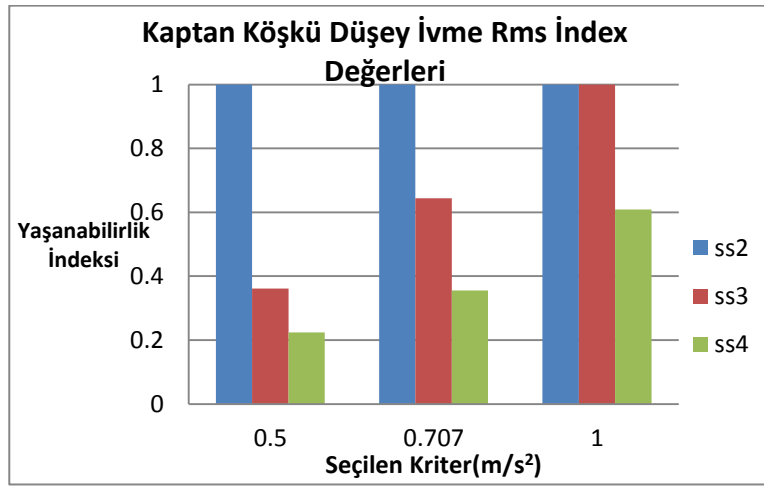
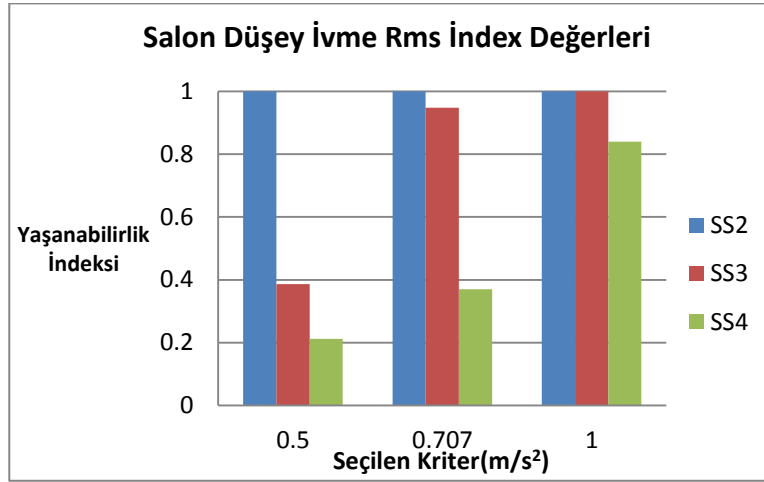
Şekil B.10 Gulet 10'un yaşanabilirlik indeks değerleri



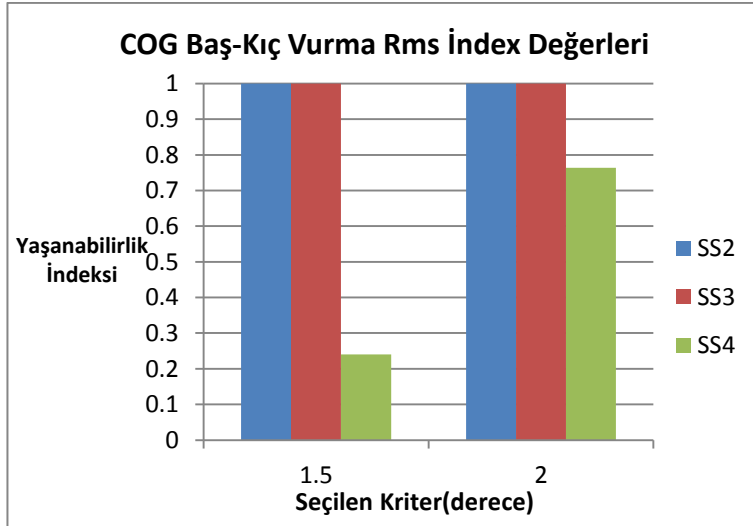
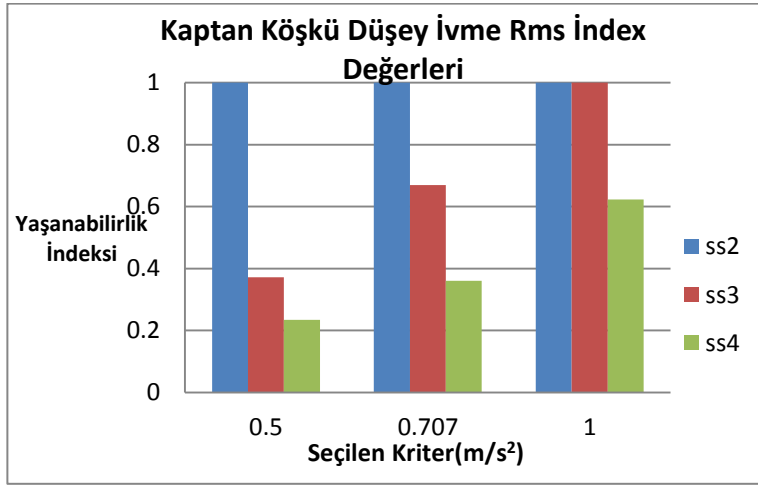
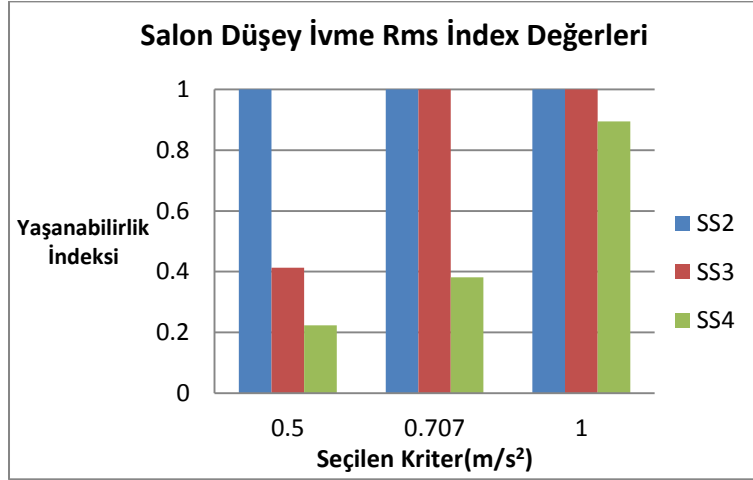
Şekil B.11 Gulet 11'in yaşanabilirlik indeks değerleri



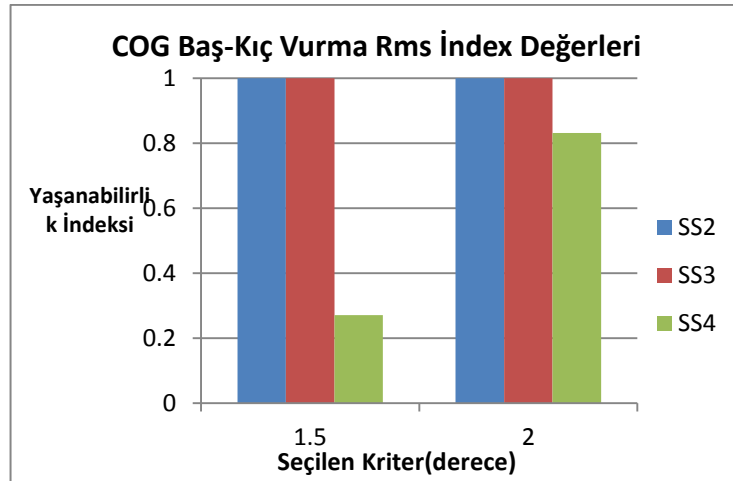
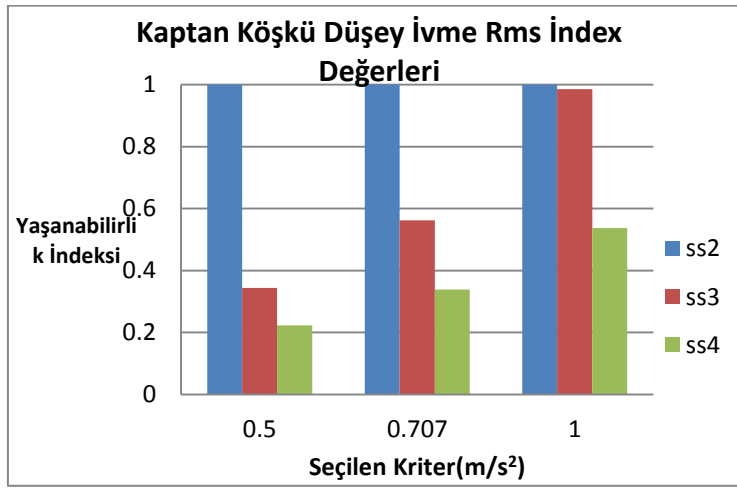
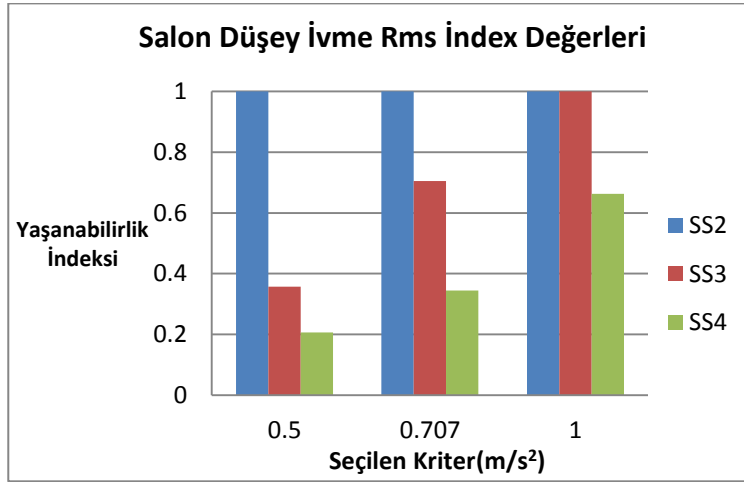
Şekil B.12 Gulet 12'nin yaşanabilirlik indeks değerleri



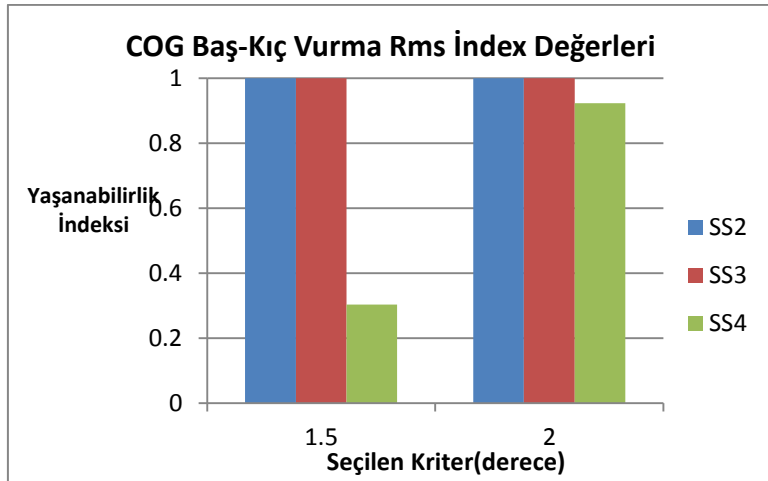
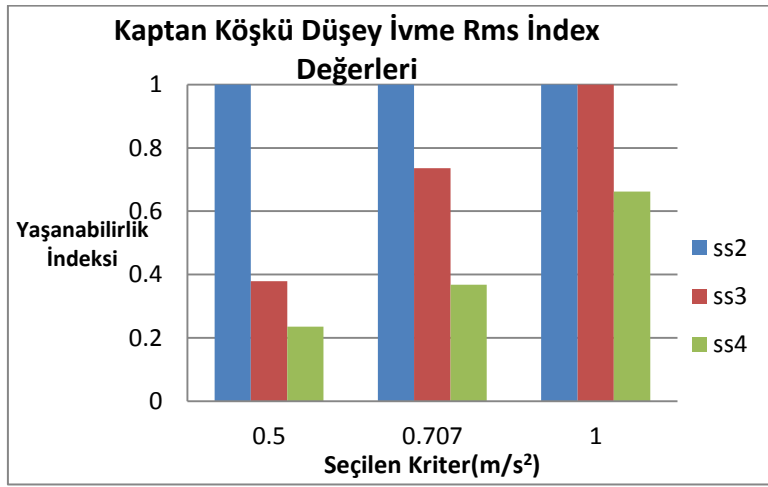
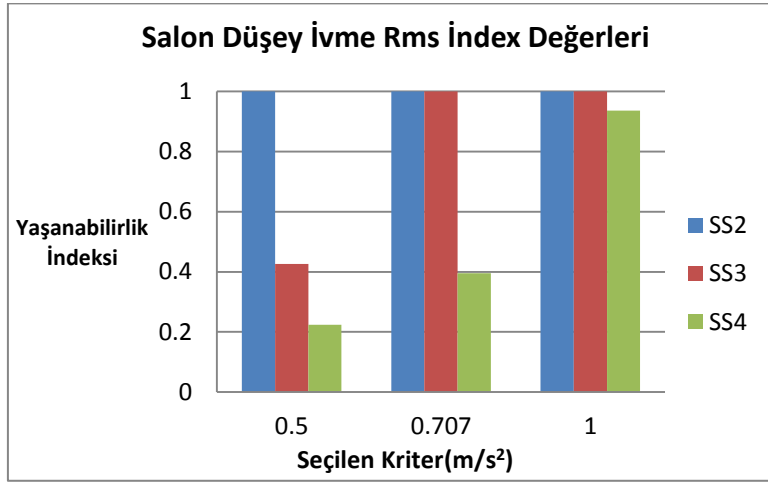
Şekil B.13 Gulet 13'ün yaşanabilirlik indeks değerleri



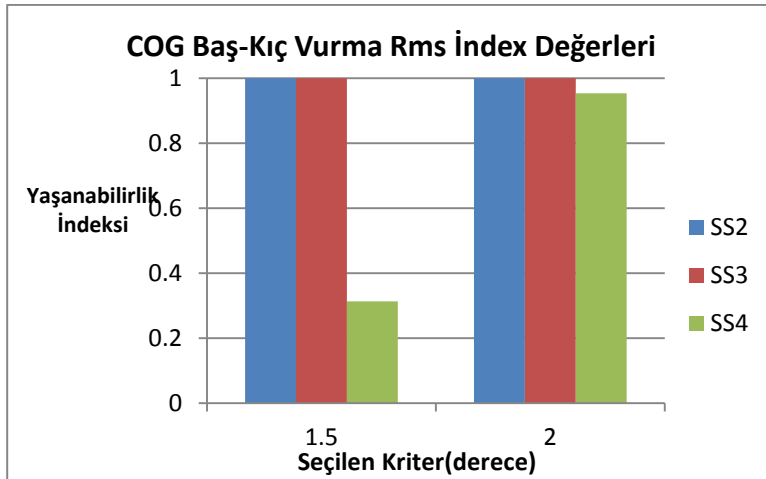
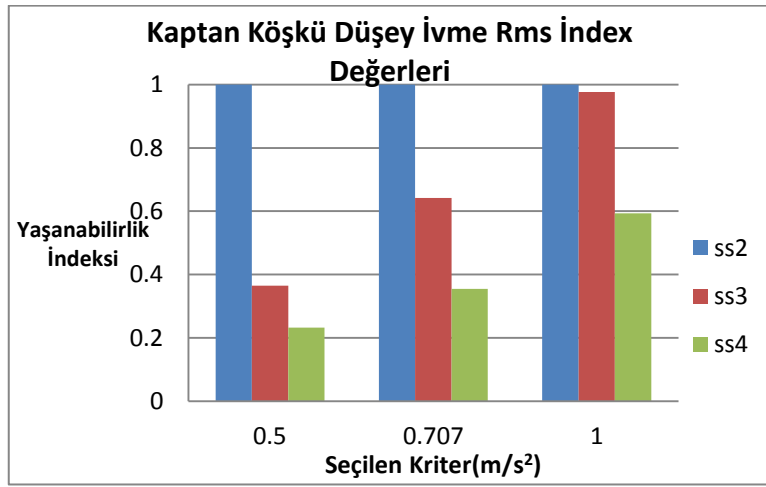
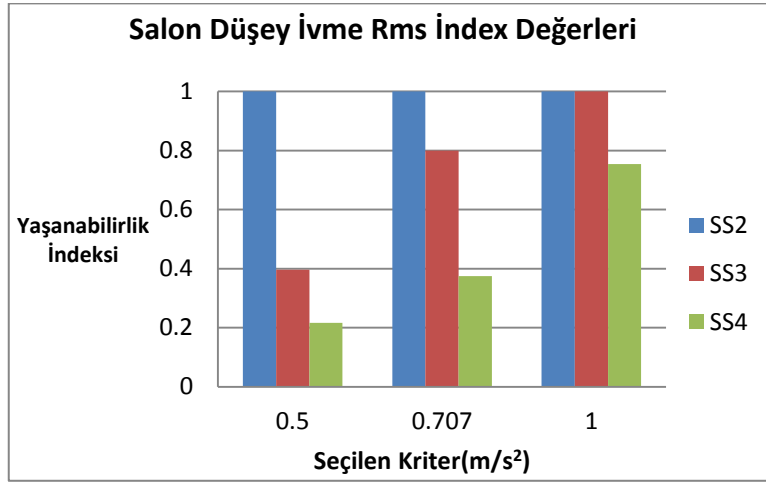
Şekil B.14 Gulet 14'ün yaşanabilirlik indeks değerleri



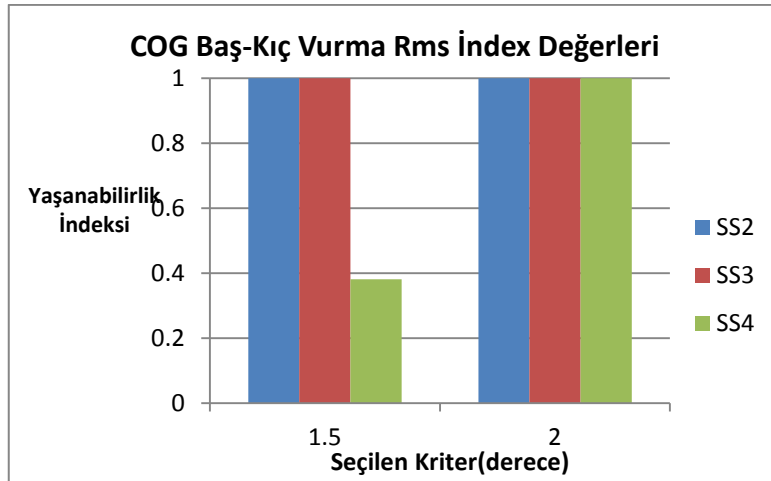
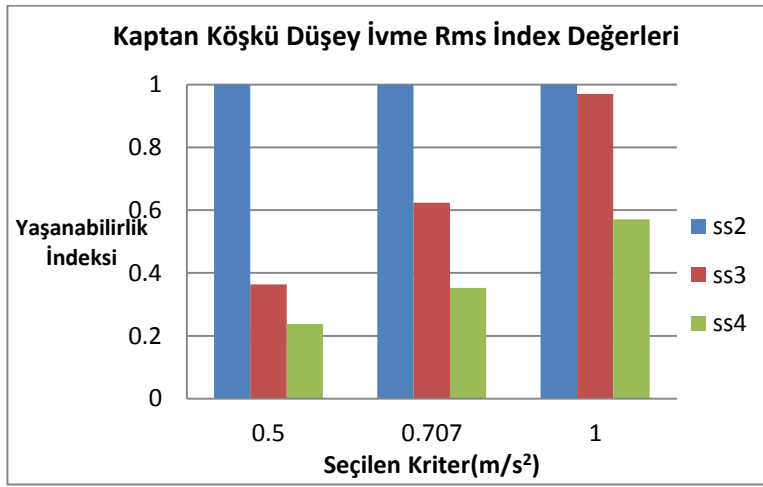
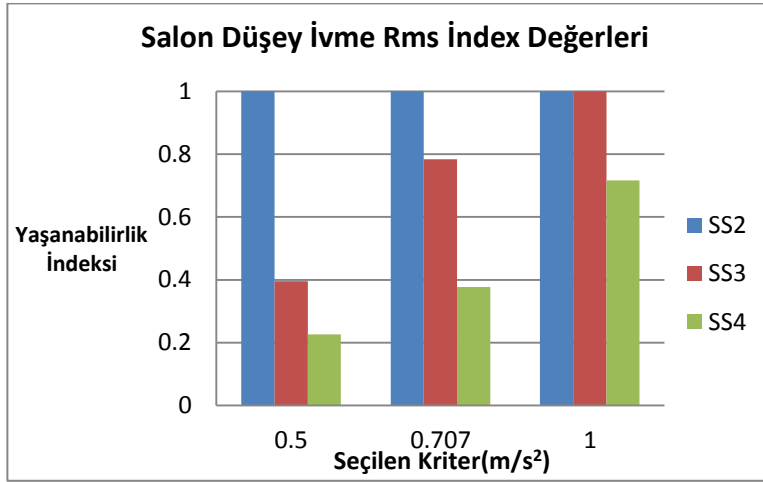
Şekil B.15 Gulet 15'in yaşanabilirlik indeks değerleri



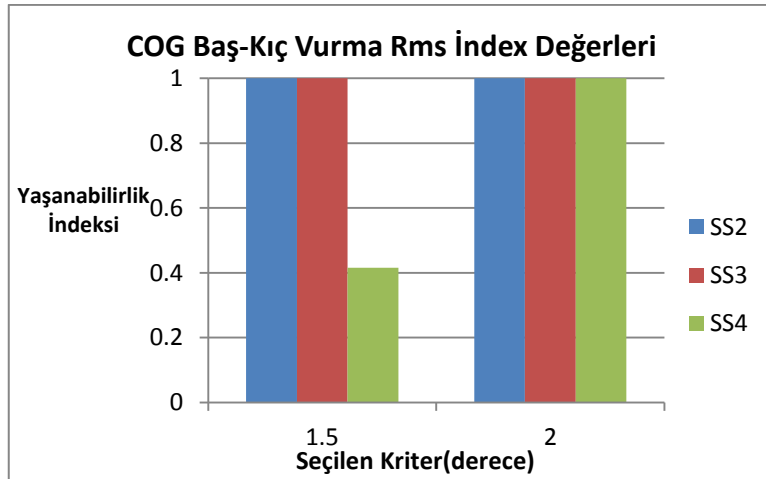
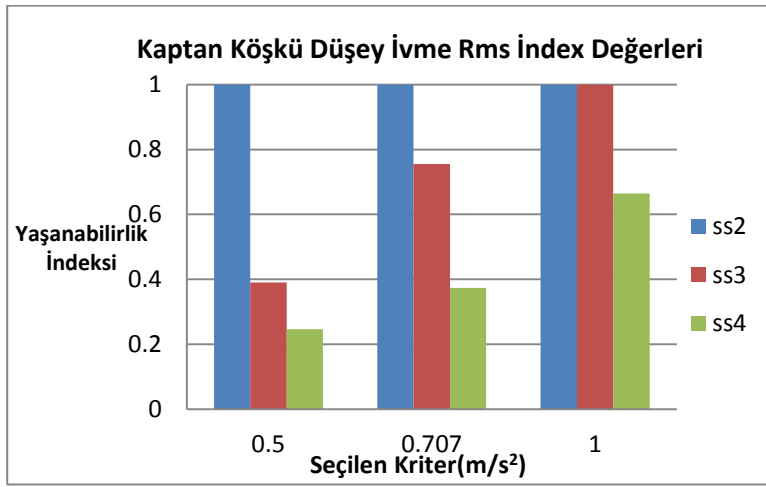
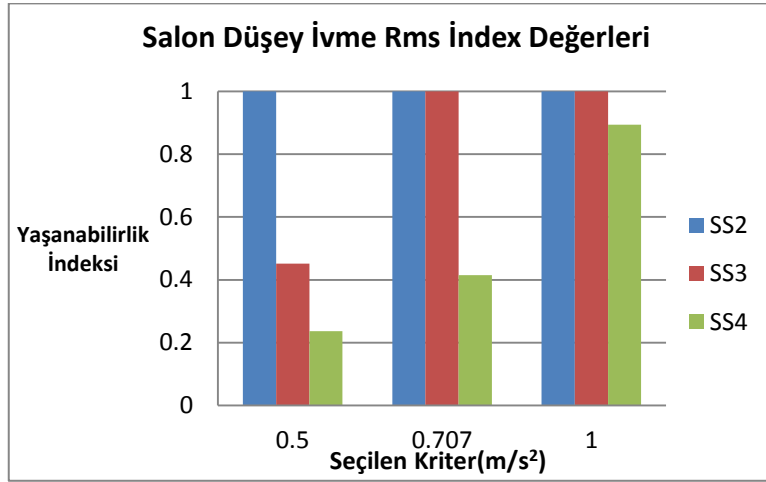
Şekil B.16 Gulet 16'nın yaşanabilirlik indeks değerleri



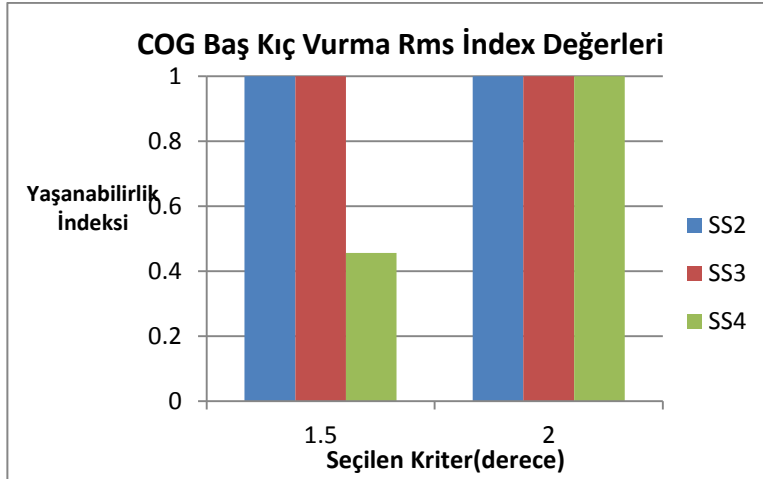
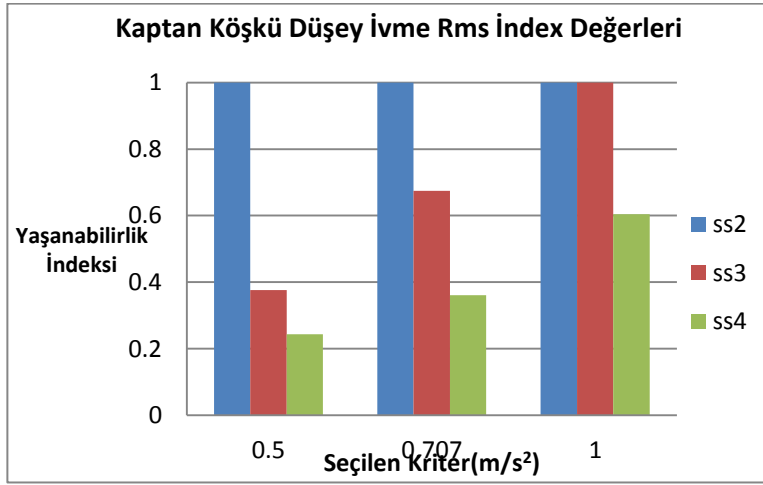
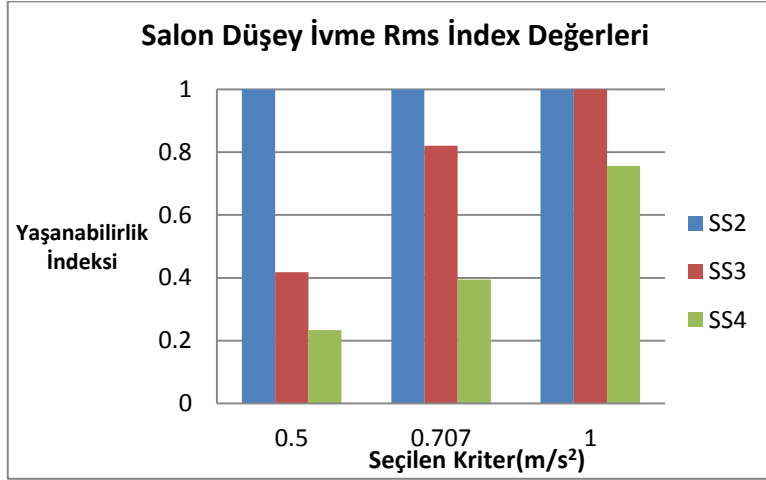
Şekil B.17 Gulet 17'nin yaşanabilirlik indeks değerleri



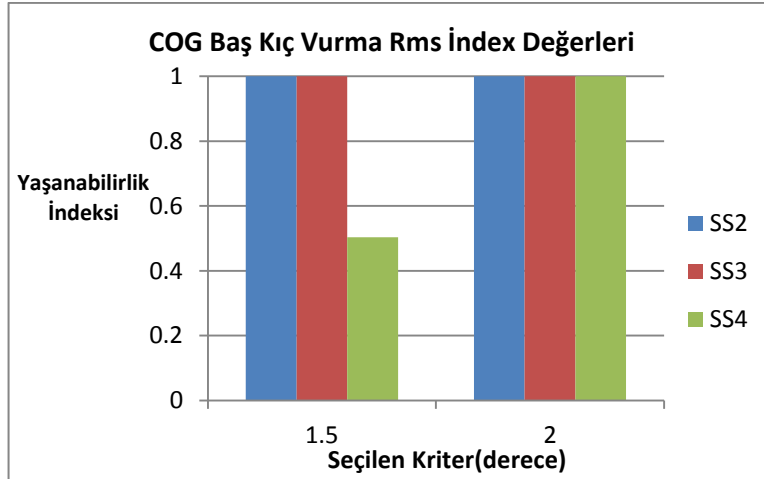
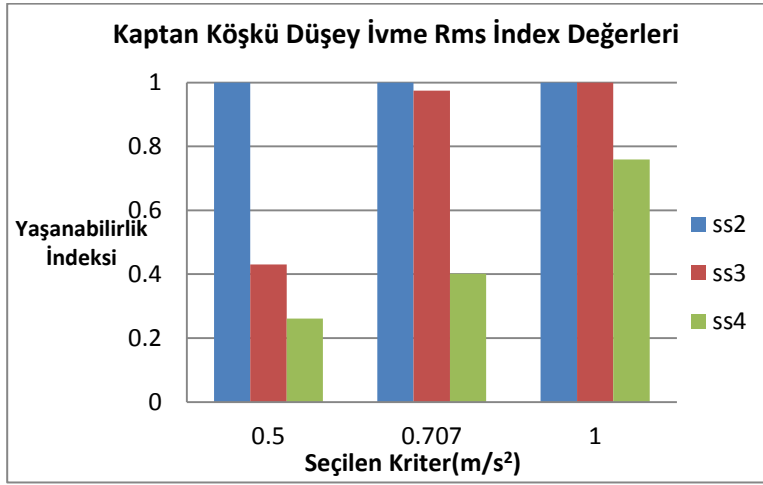
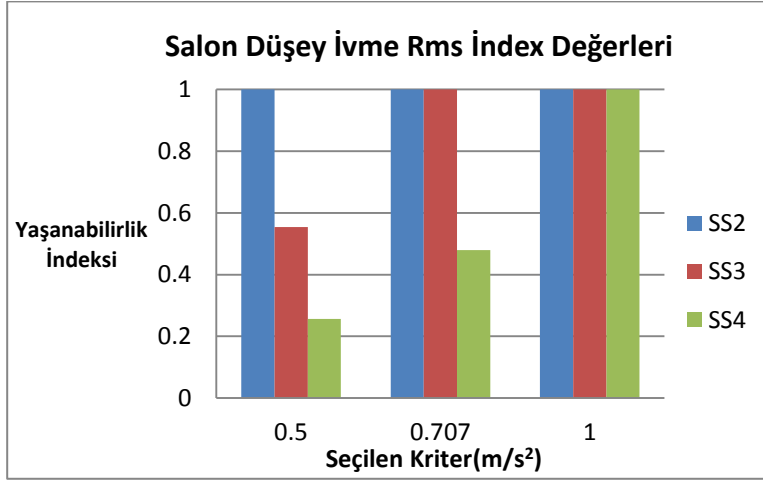
Şekil B.18 Gulet 18'in yaşanabilirlik indeks değerleri



Şekil B.19 Gulet 19'un yaşanabilirlik indeks değerleri



Şekil B.20 Gulet 20'nin yaşanabilirlik indeks değerleri

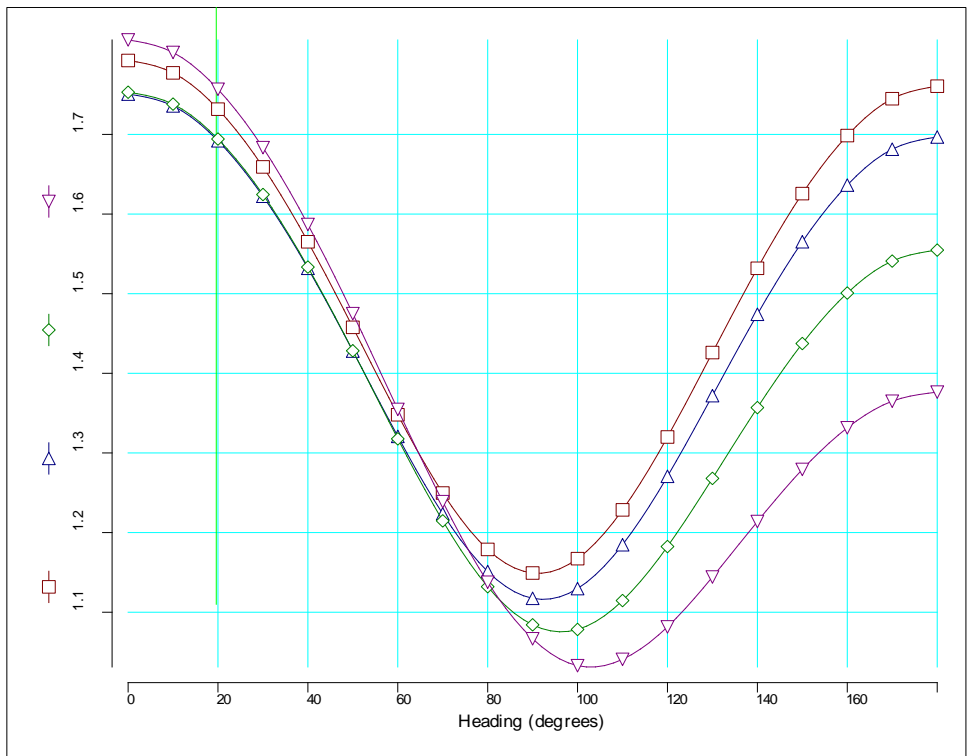
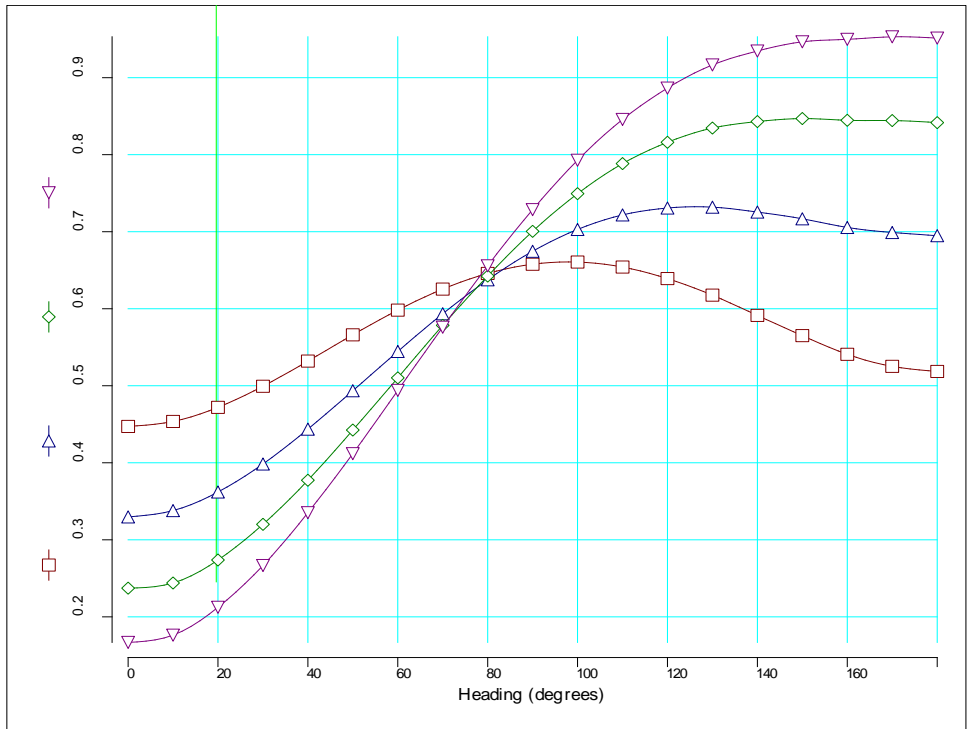


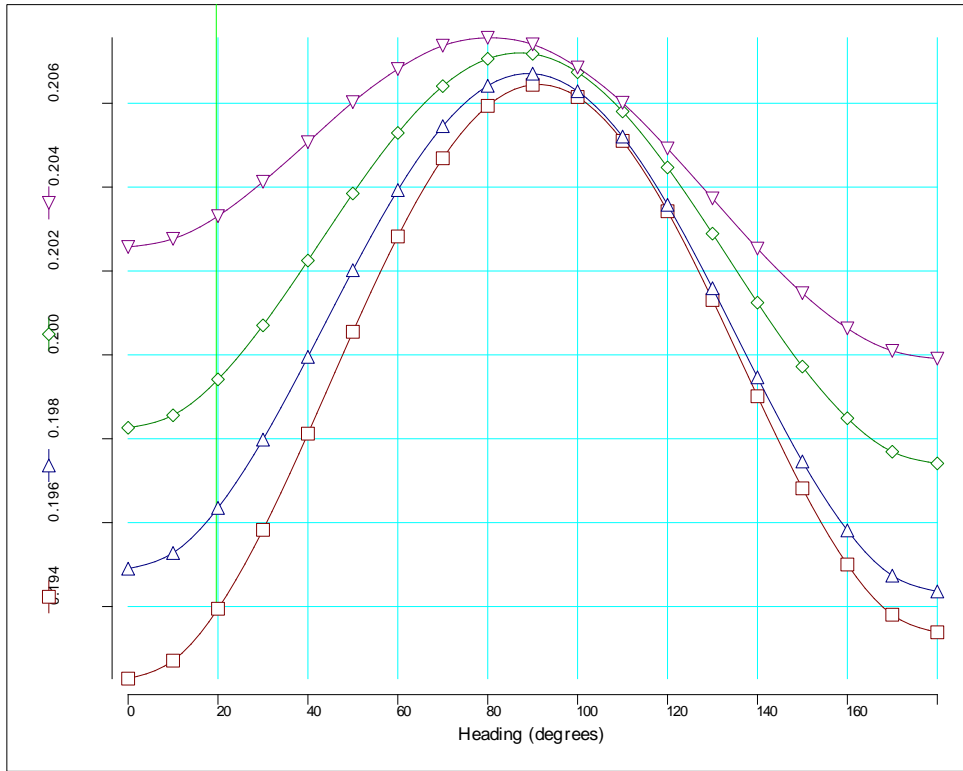
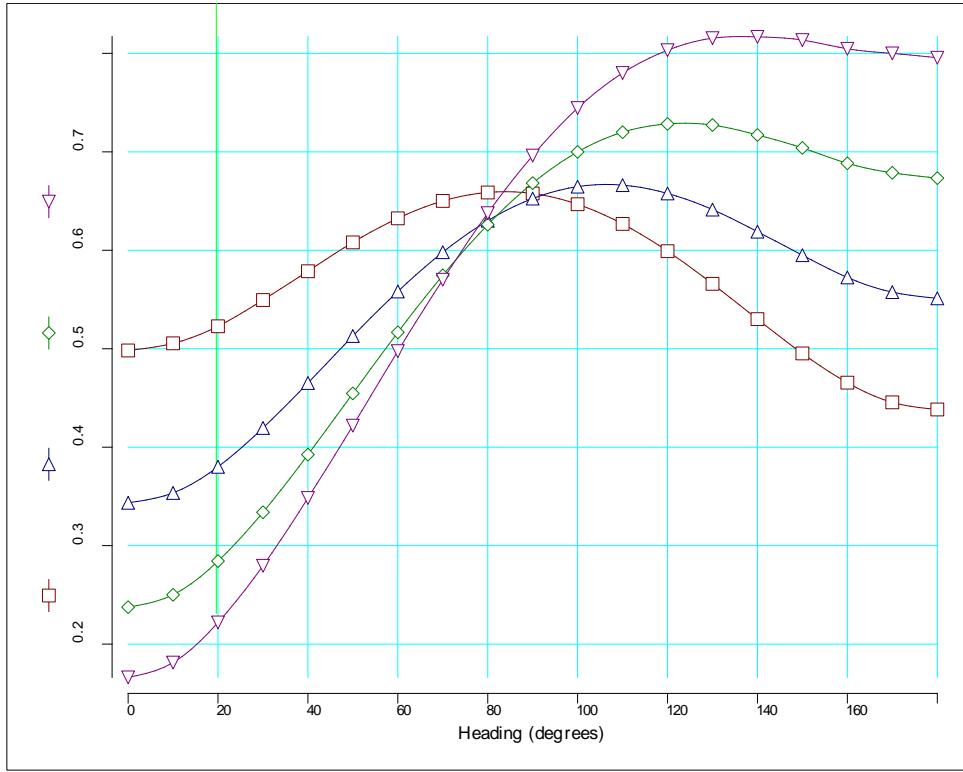
Şekil B.21 Gulet 21'nin yaşanabilirlik indeks değerleri

**SERİDEKİ TEKNELERİN DD3'TE SALON-KÖŞK DÜŞEY İVME, DALIP ÇIKMA VE
BAŞ-KIÇ VURMA RMS GRAFİKLERİ**

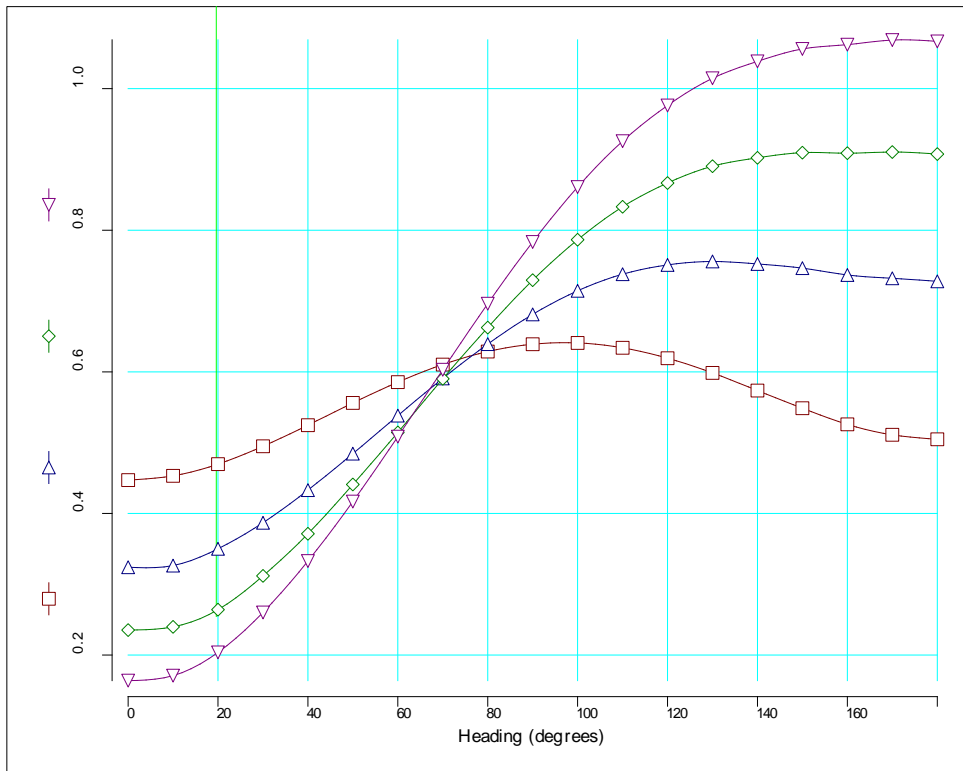
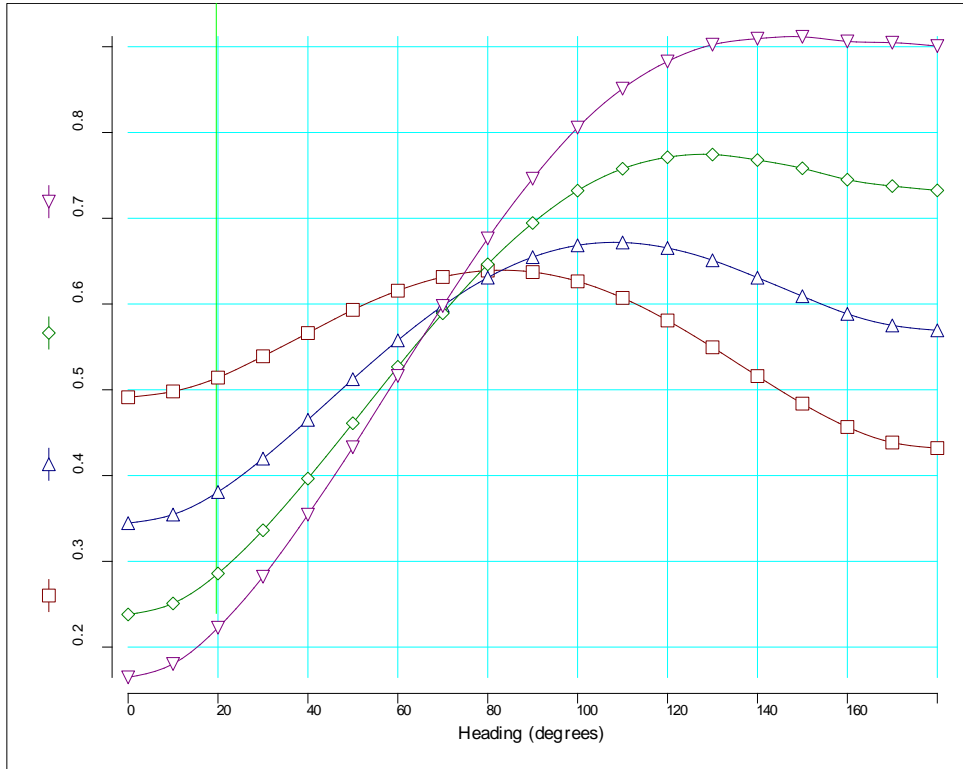
Bu kısımda seride yer alan teknelerin dalıp-çıkma, baş-kıç vurma, salon düşey ivme ve kaptan köşkü düşey ivme hareketleri için elde edilen RMS değerleri verilmiştir. Guletler için denizcilik hesapları dört farklı hızda ($F_n=0: 0.1: 0.3$) bütün rotalarda yapılmıştır.

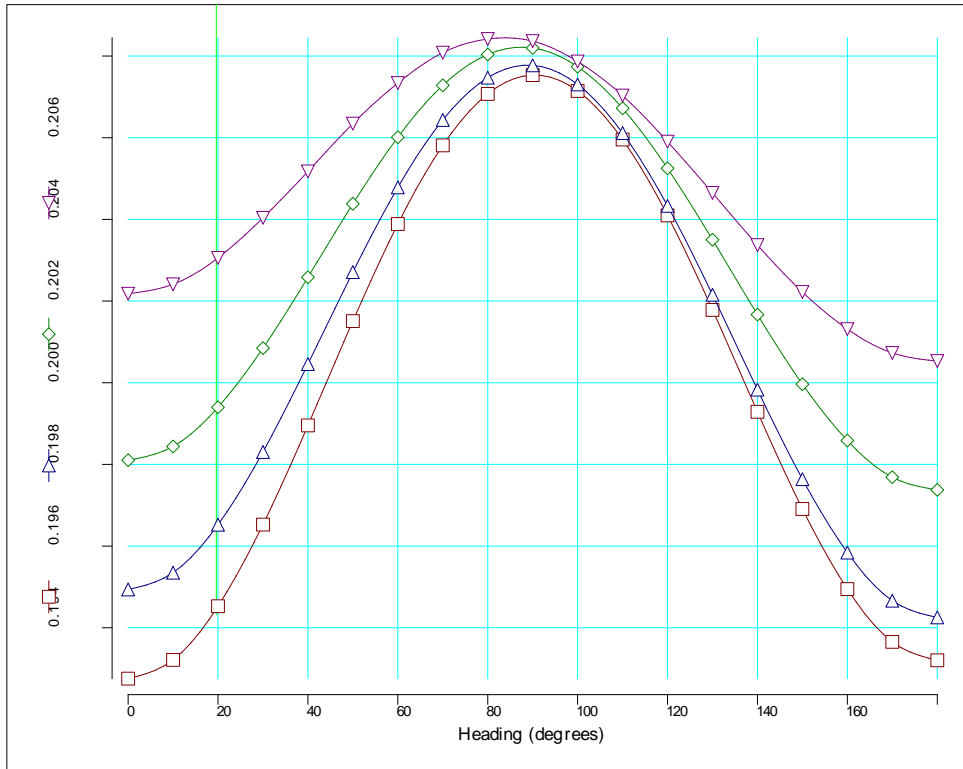
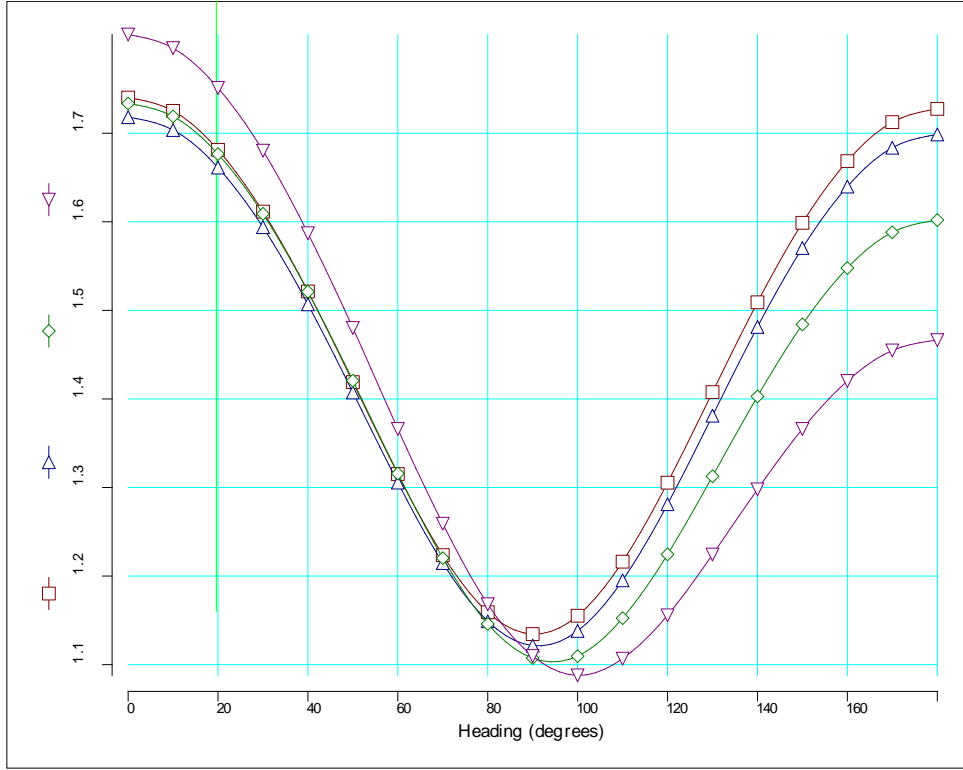
Grafiklerdeki pitch, baş-kıç vurma hareketini, heave, dalıp çıkma hareketini, salon accel. ve kaptan köşkü accel., ilgili lokasyonlardaki düşey ivme değerlerini göstermektedir. (RMS)



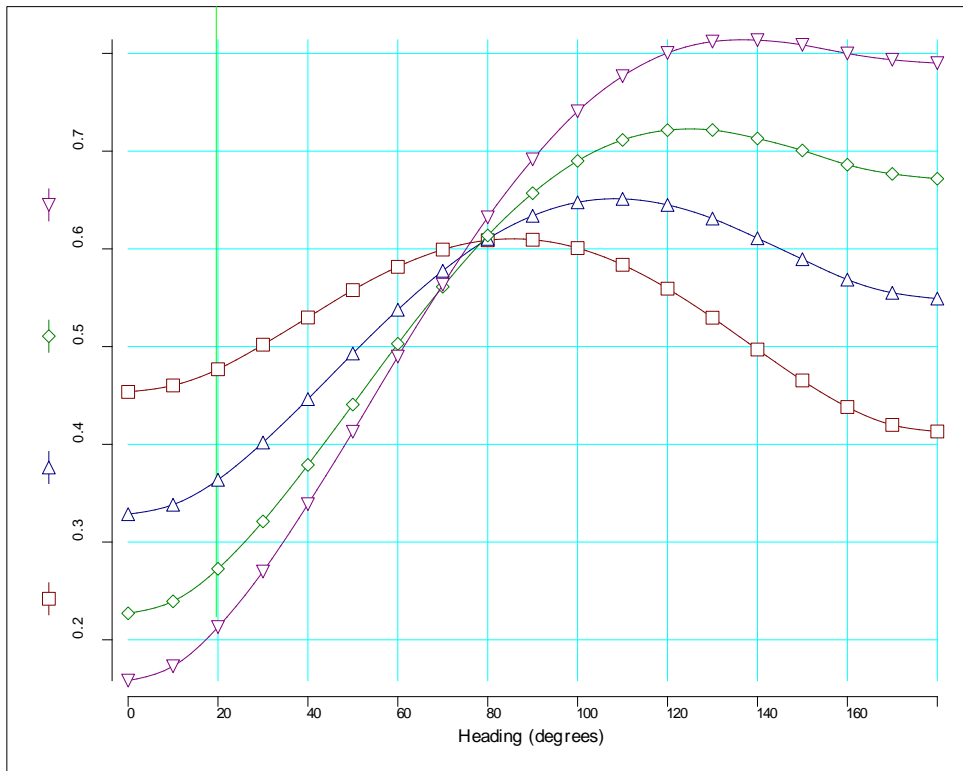
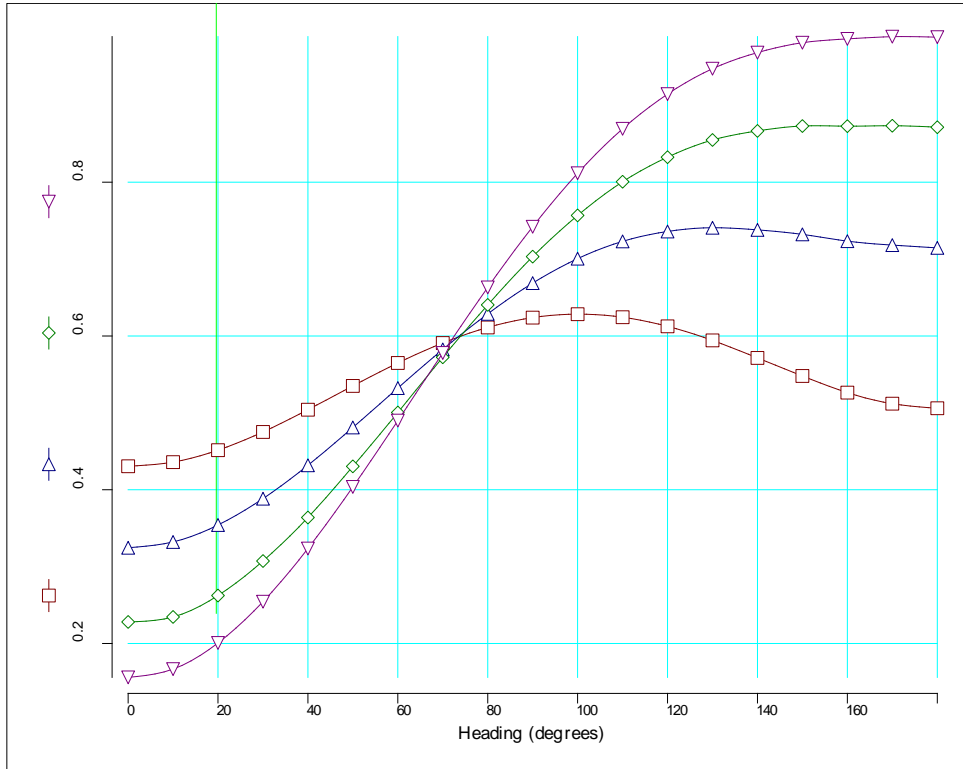


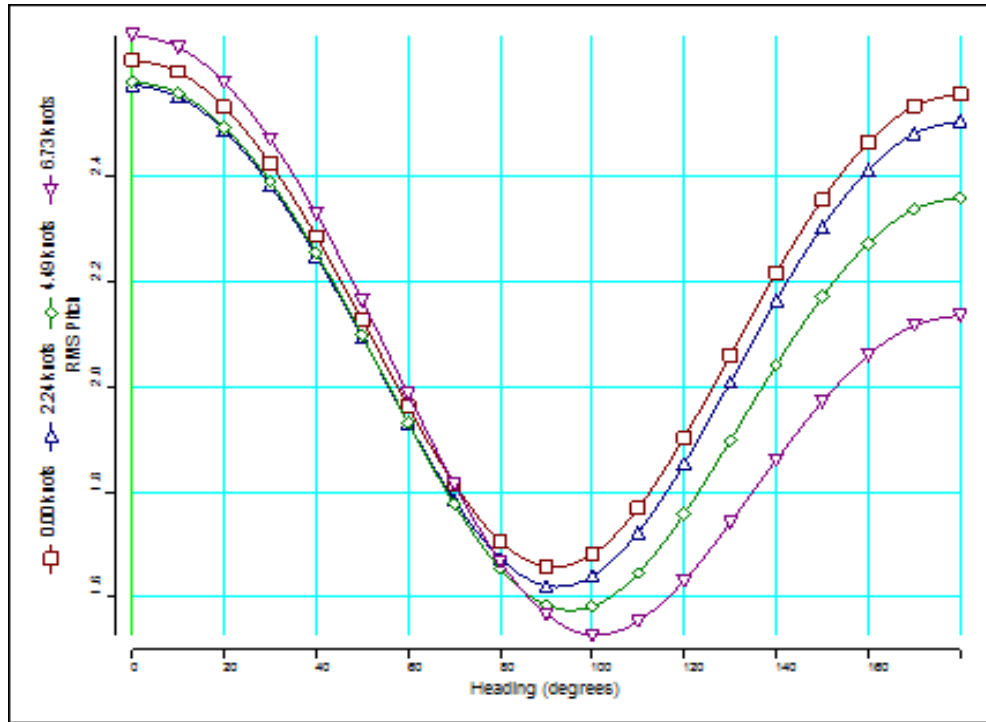
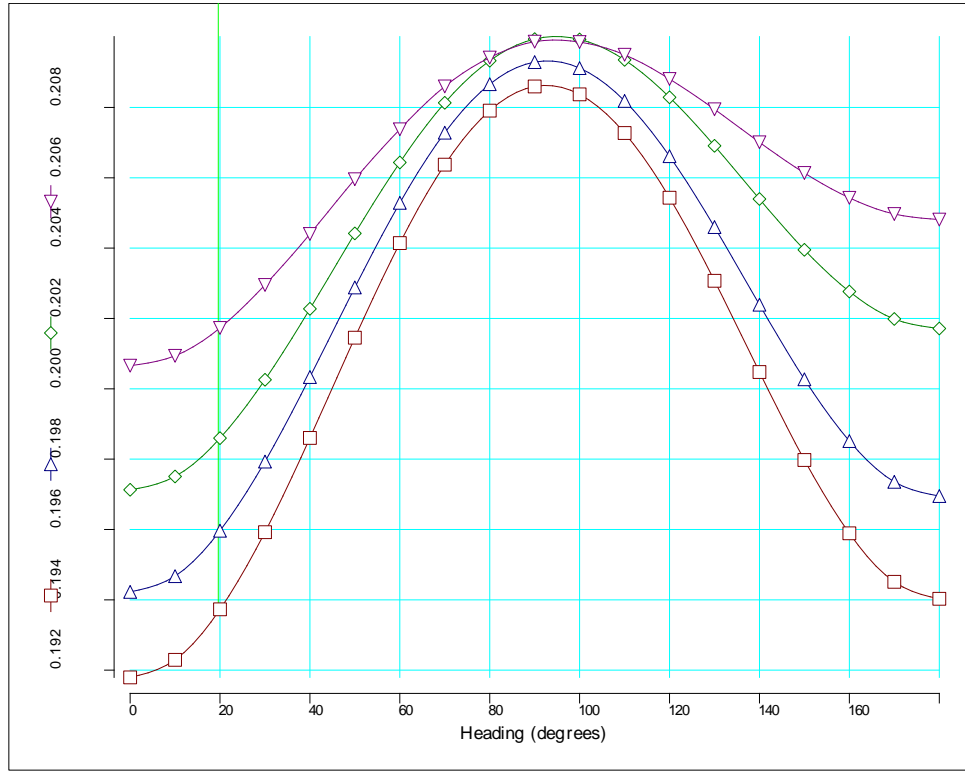
Şekil C.1 Gulet 1'nin ilgili hareketler için RMS değerleri



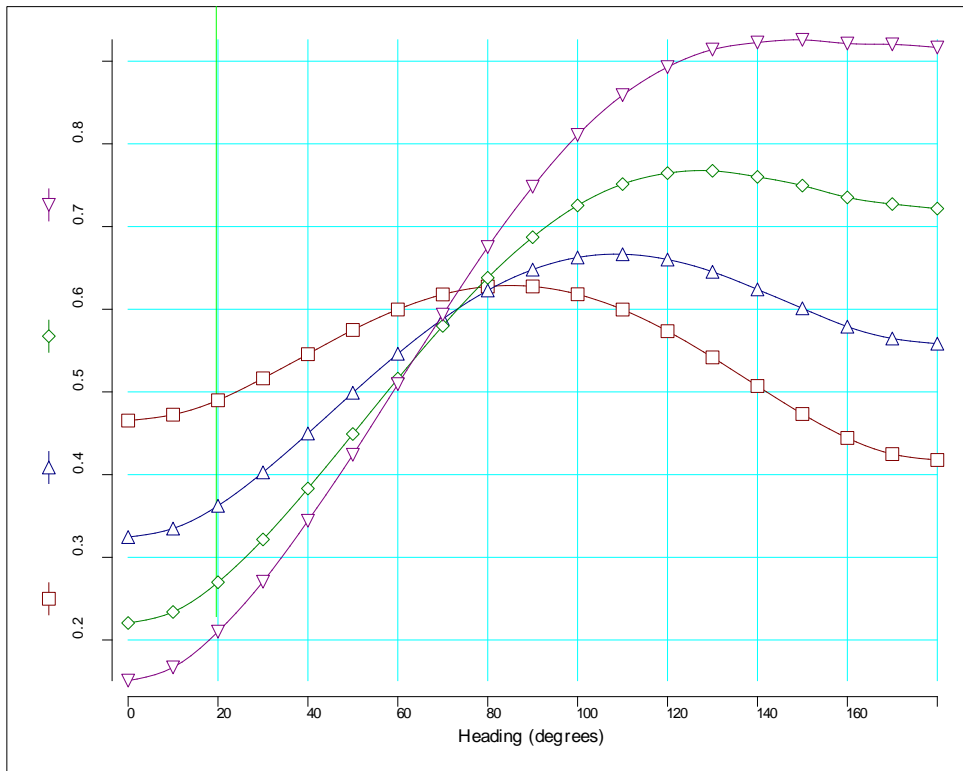
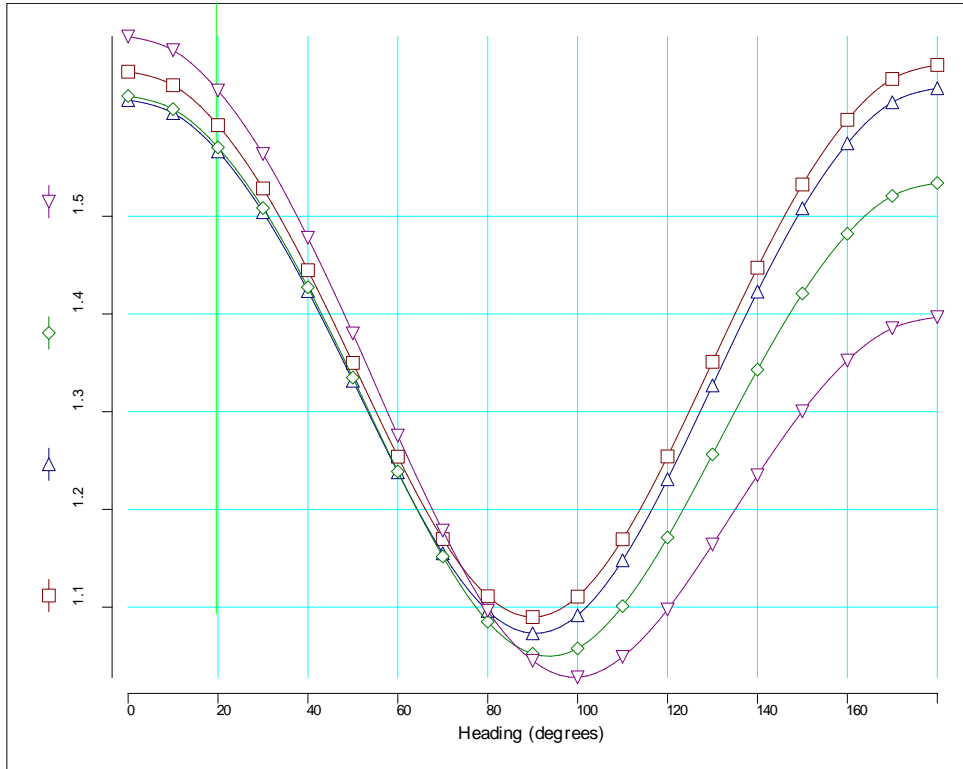


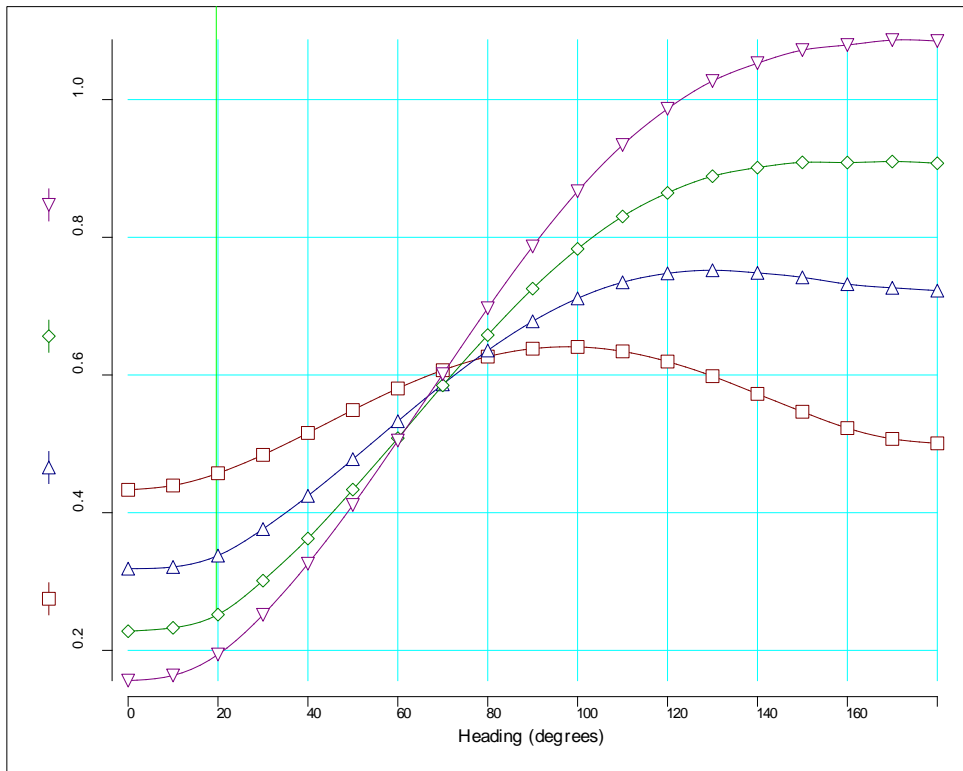
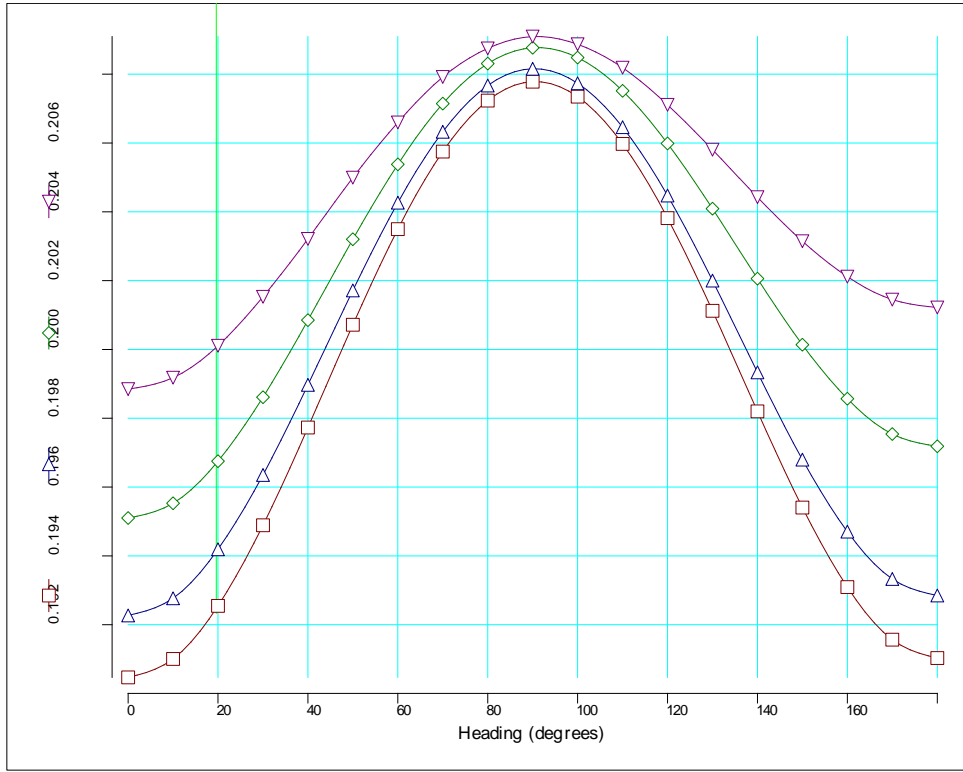
Şekil C.2 Gulet 2'nin ilgili hareketler için RMS değerleri



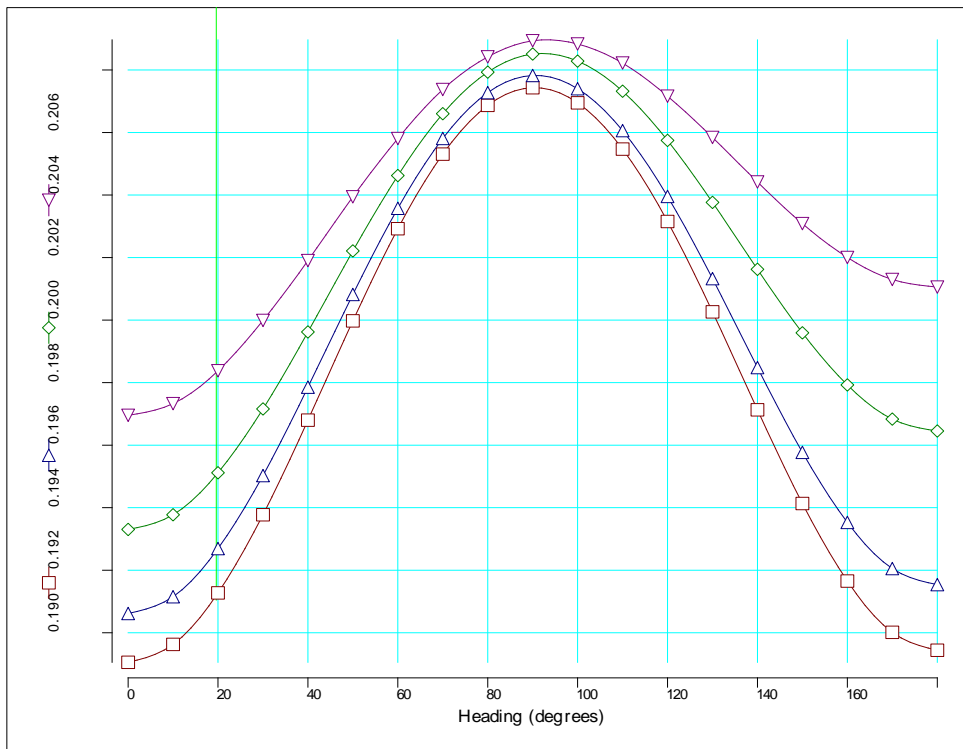
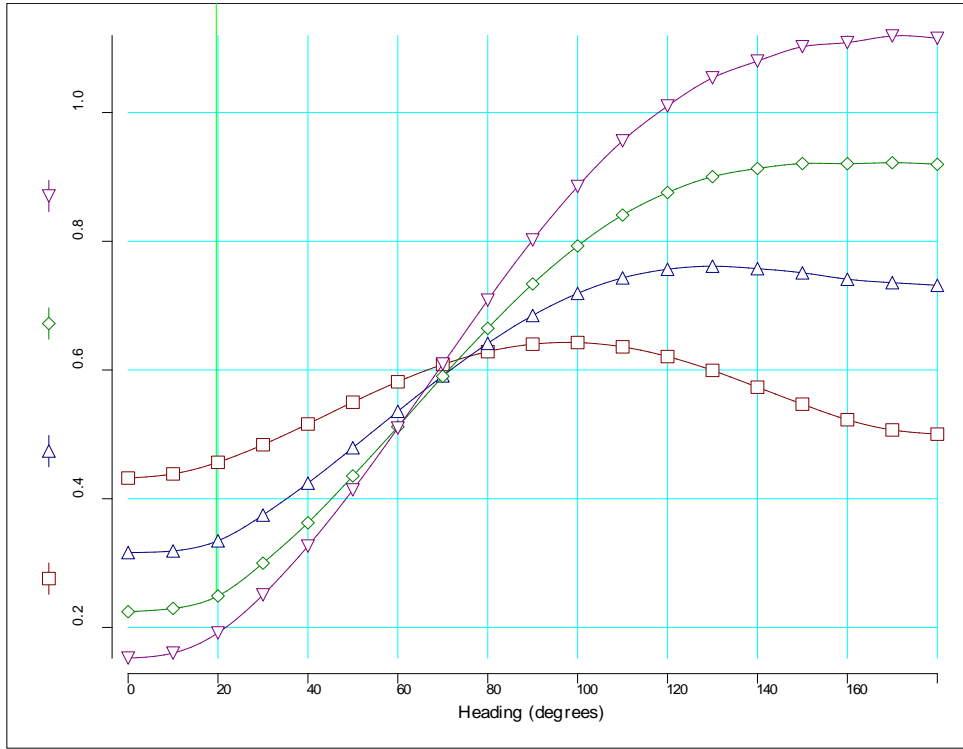


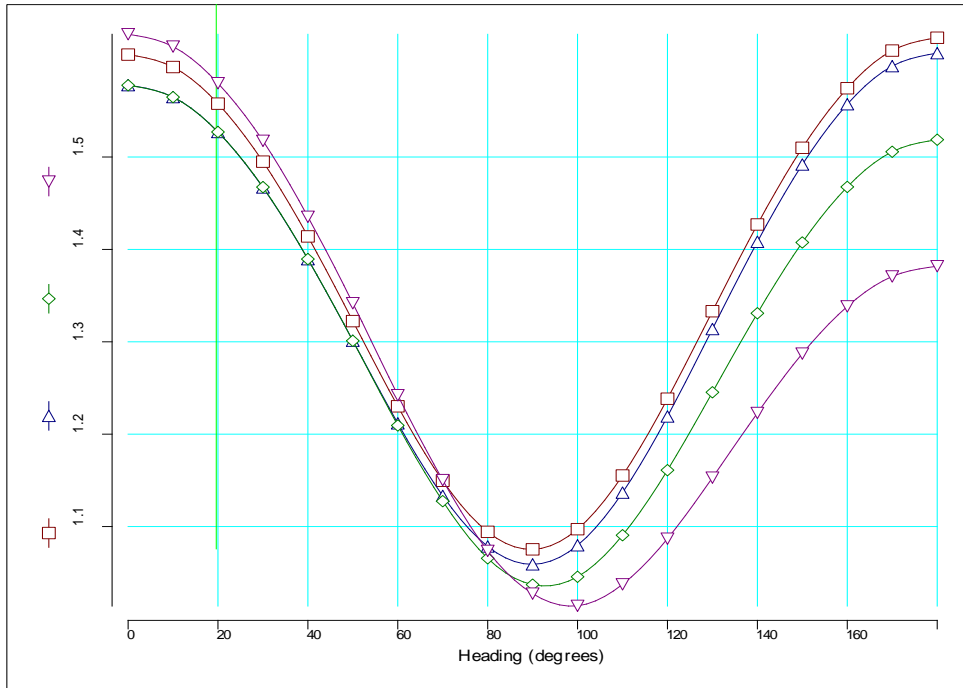
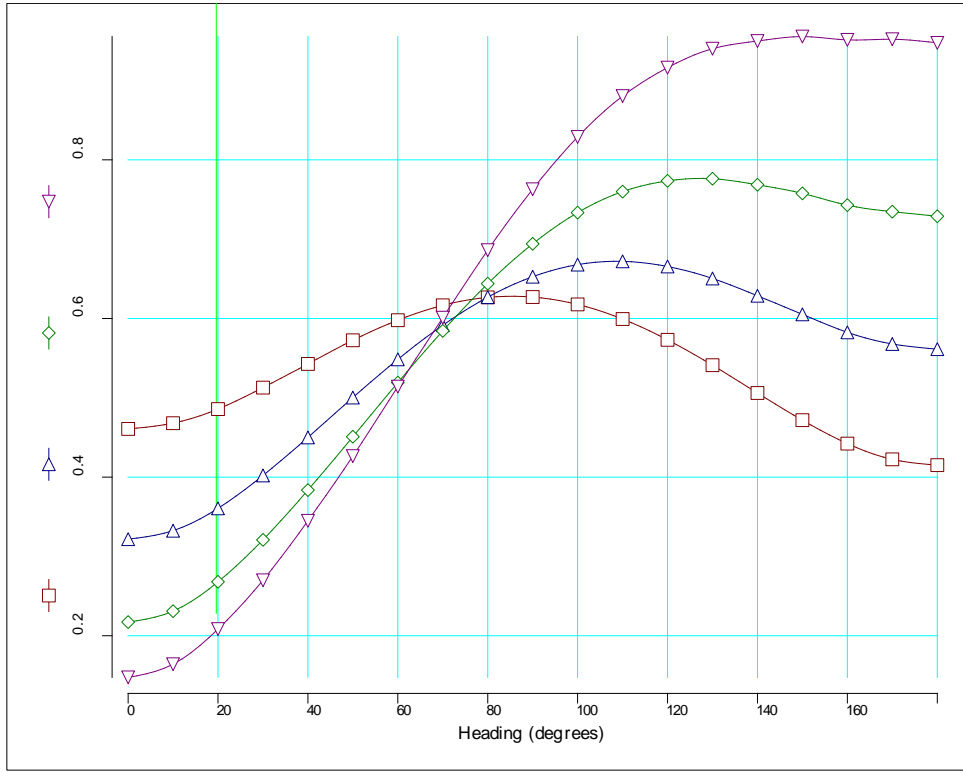
Şekil C.3 Gulet 3'ün ilgili hareketler için RMS değerleri



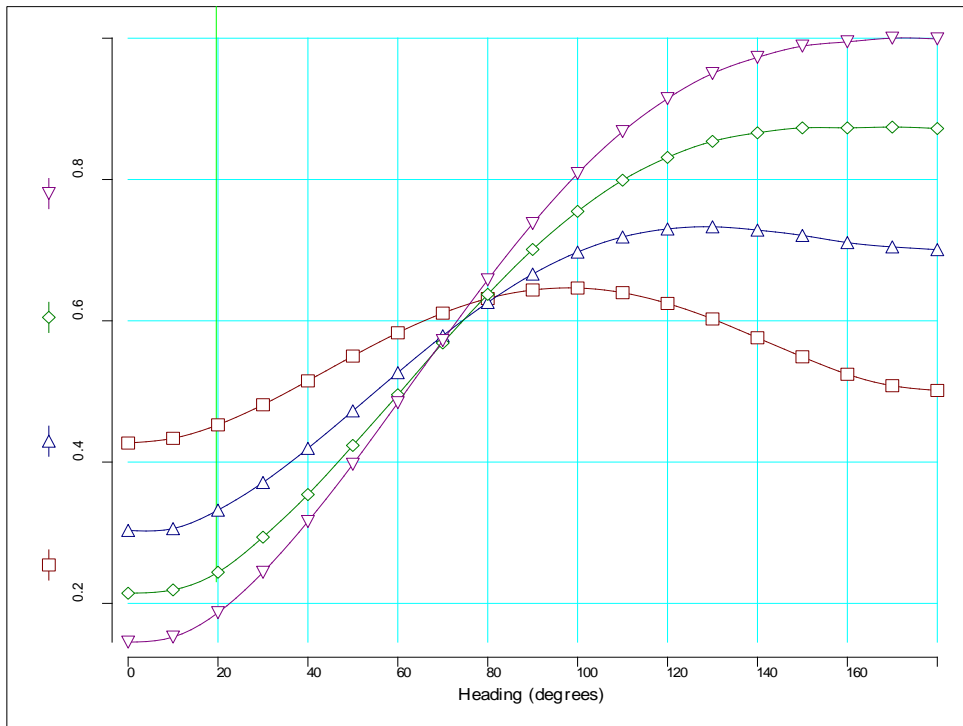
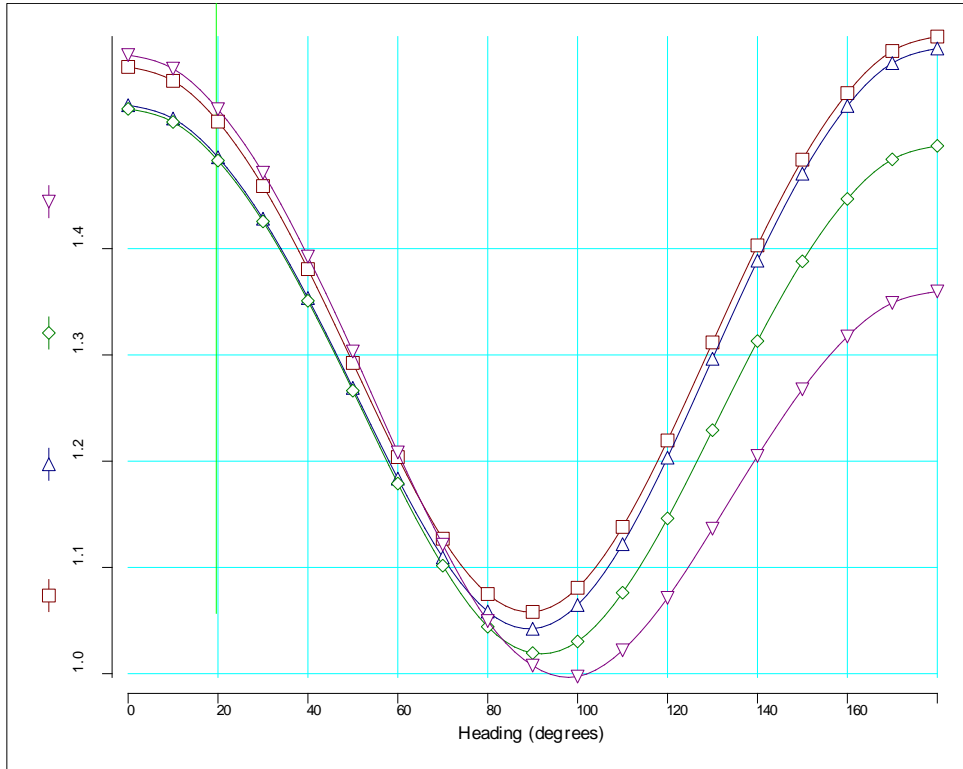


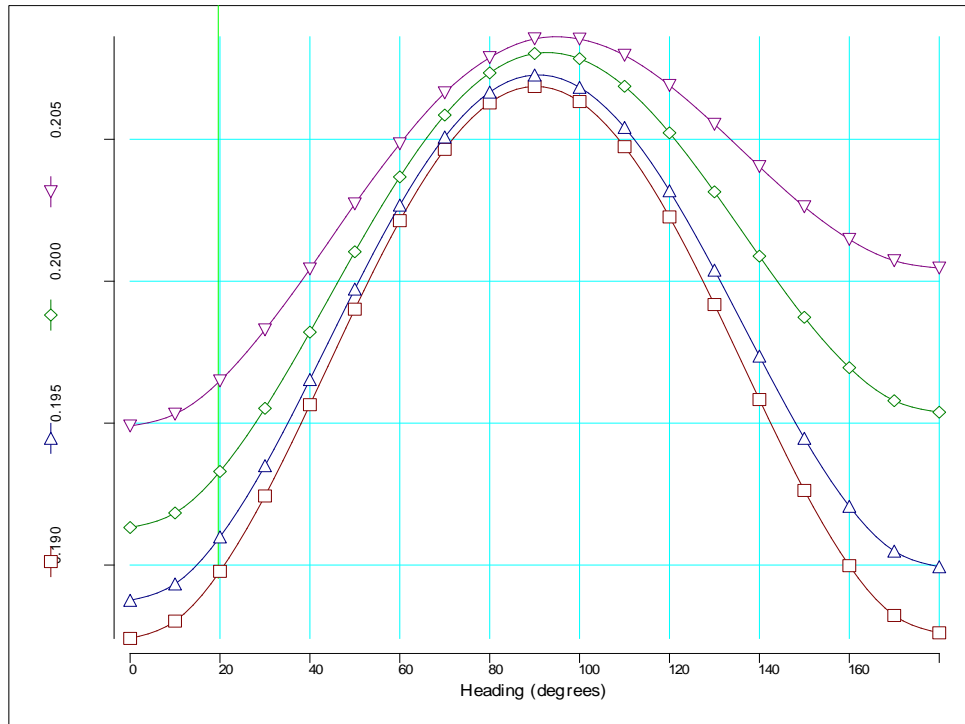
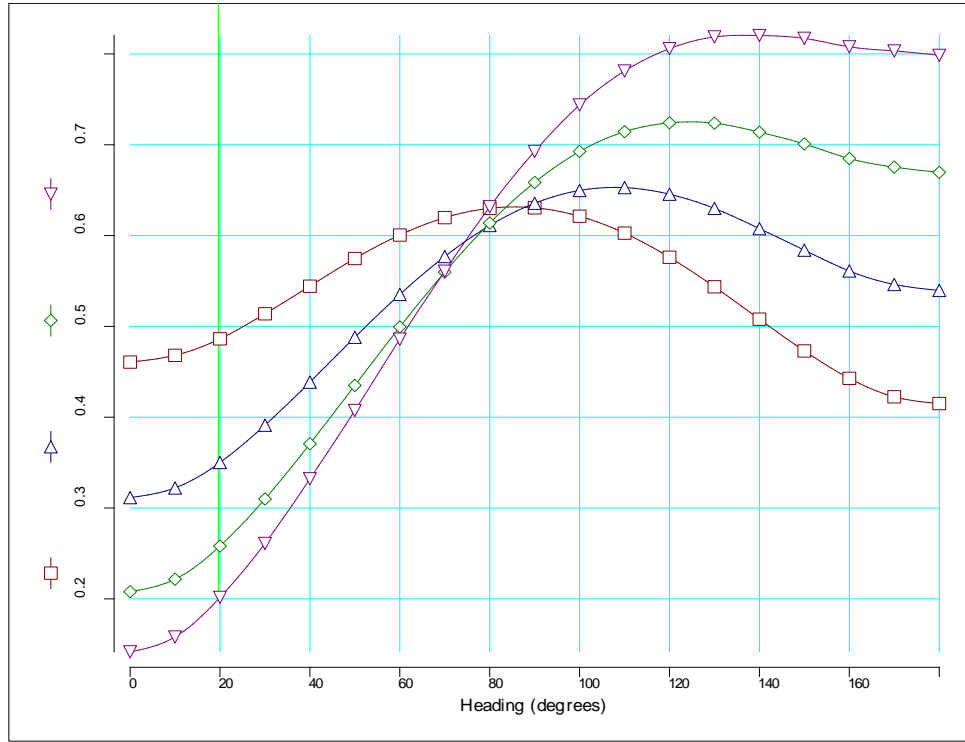
Şekil C.4 Gulet 4'ün ilgili hareketler için RMS değerleri



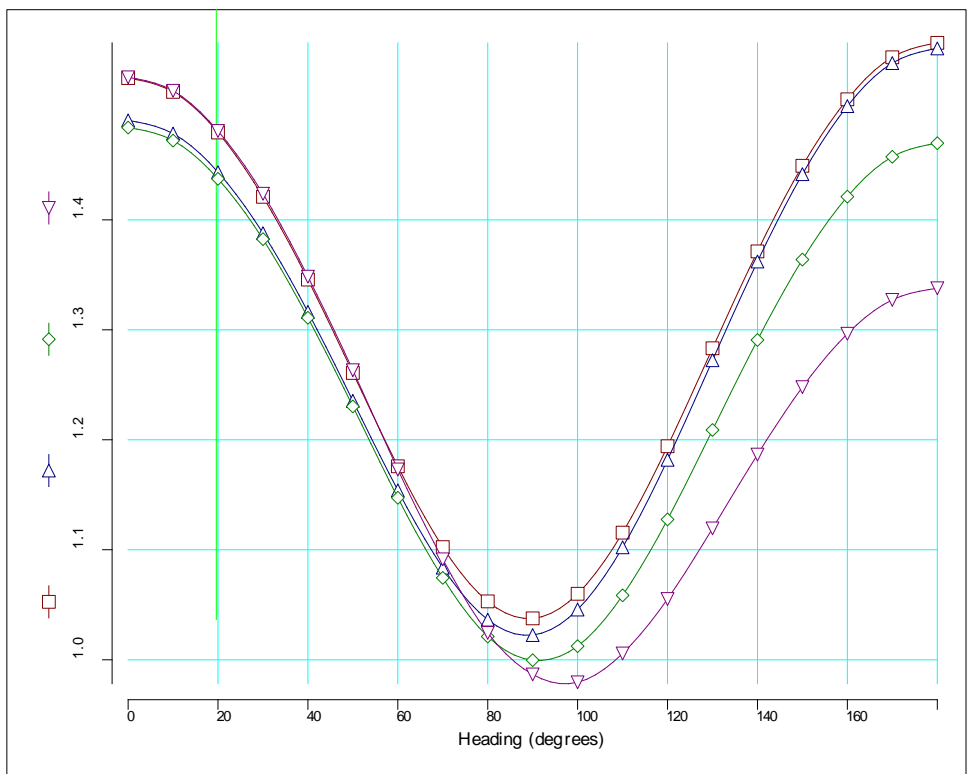
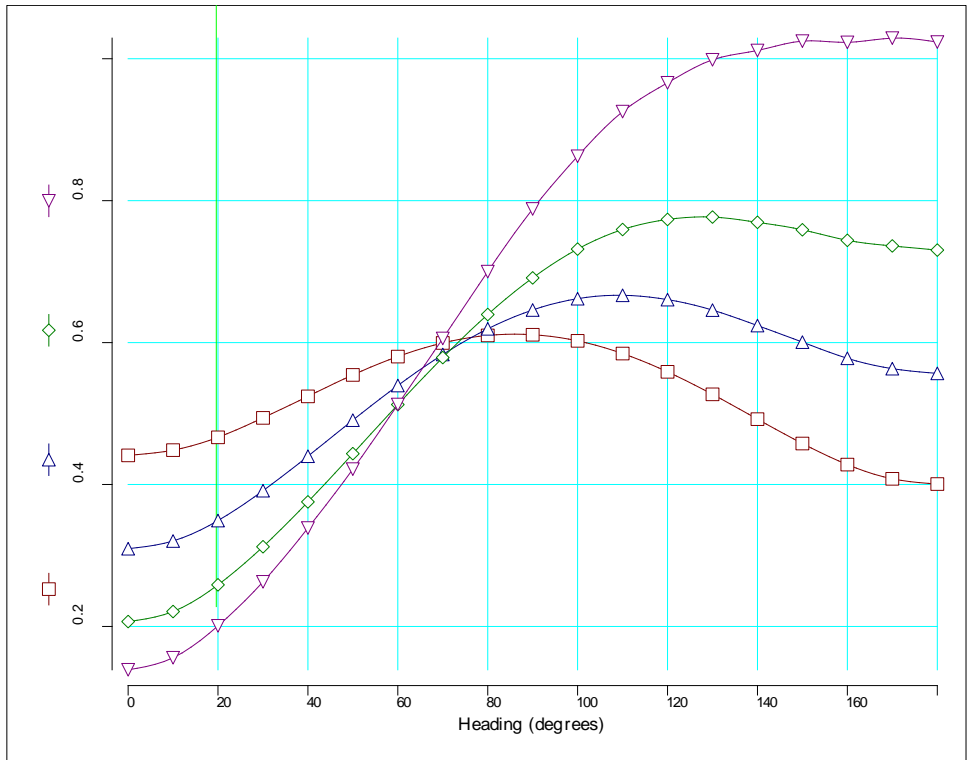


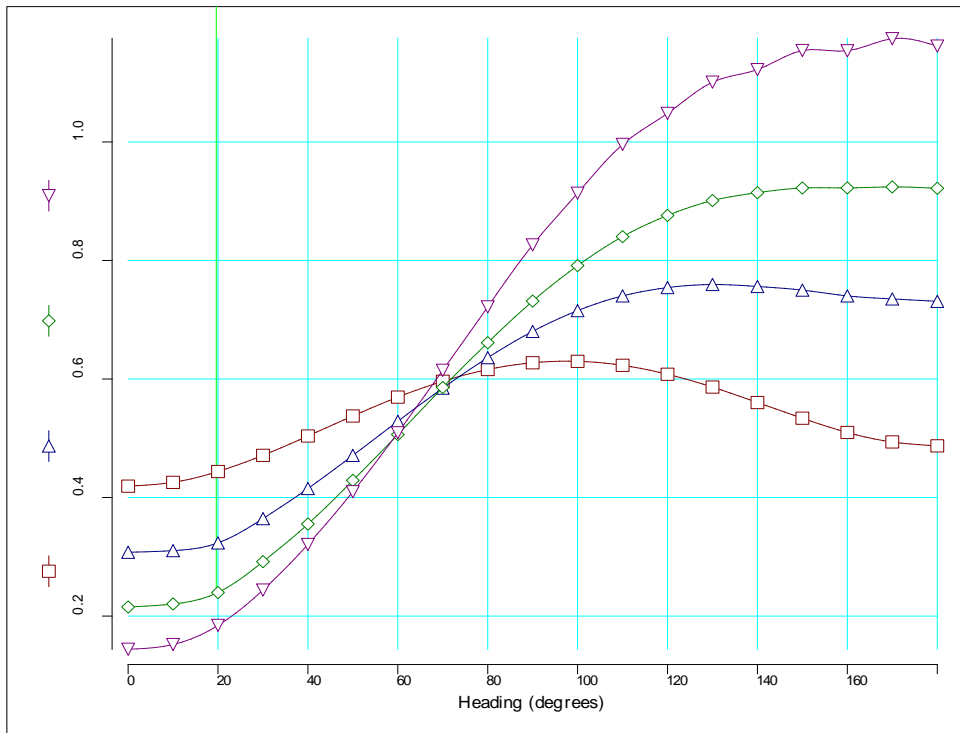
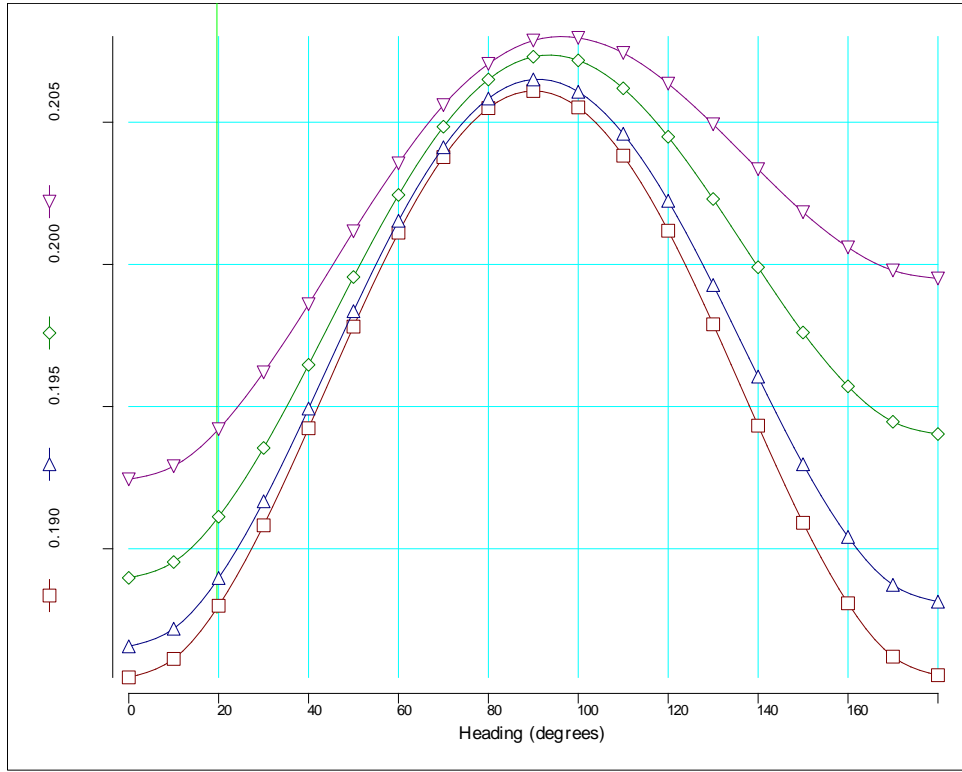
Şekil C.5 Gulet 5'in ilgili hareketler için RMS değerleri



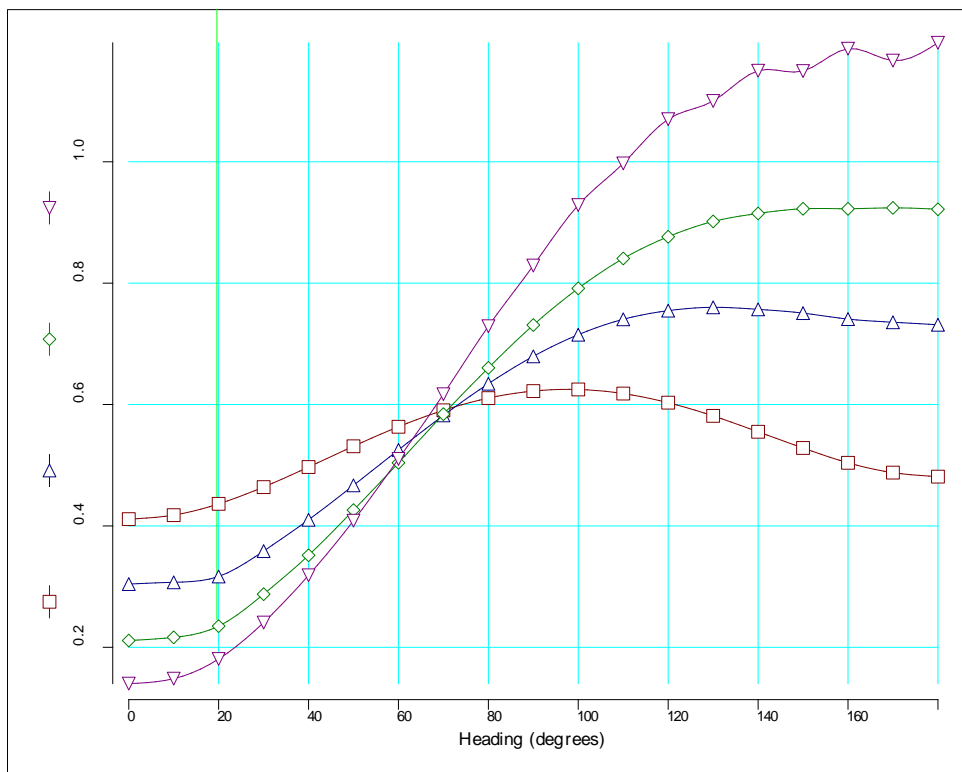
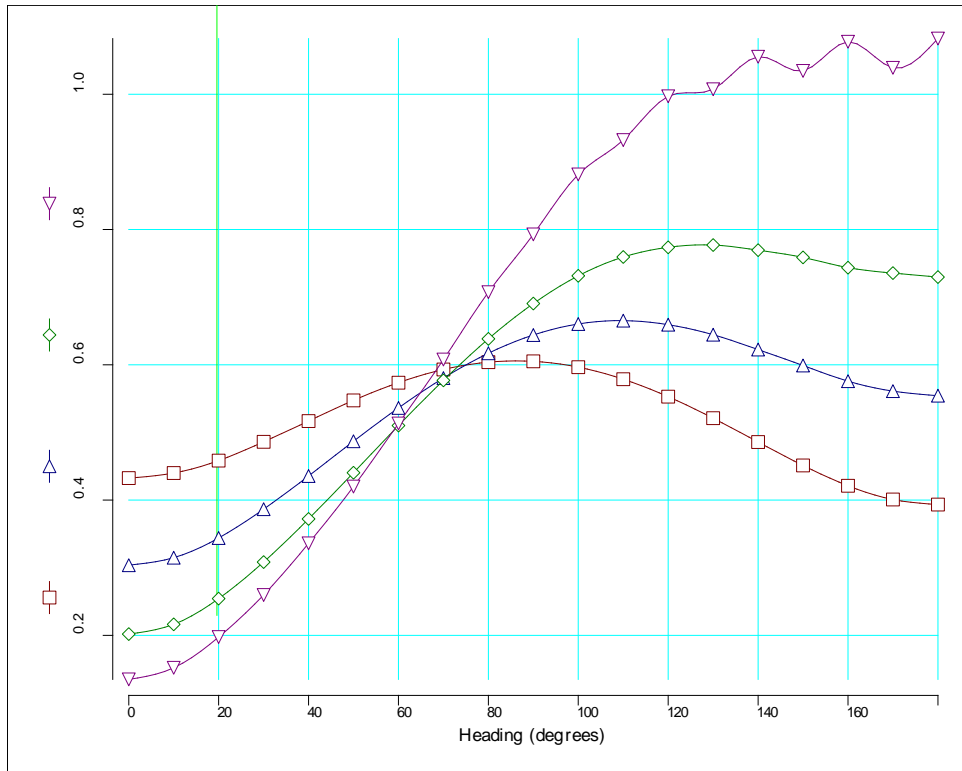


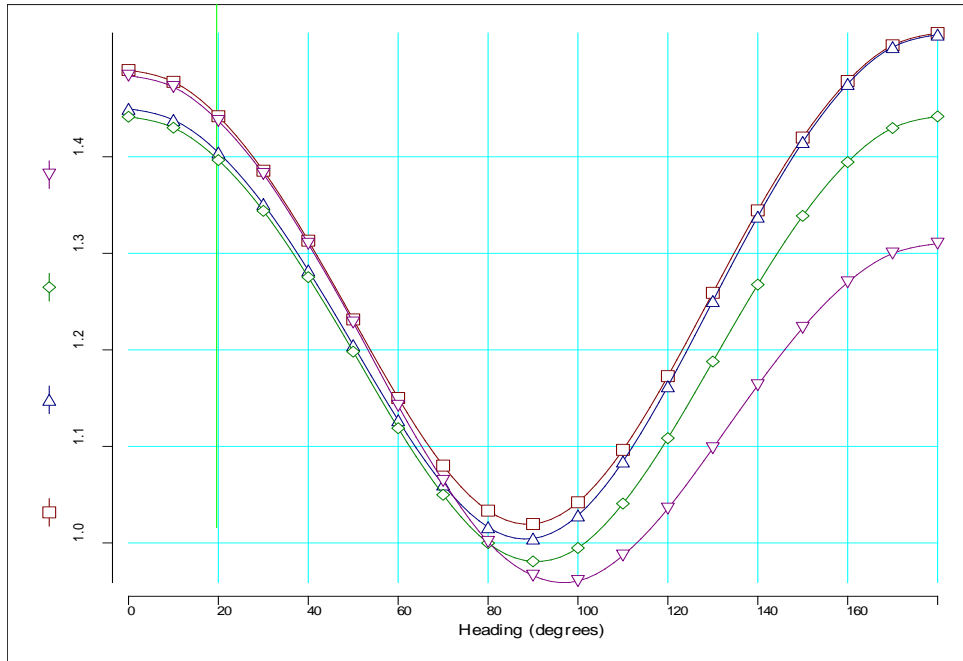
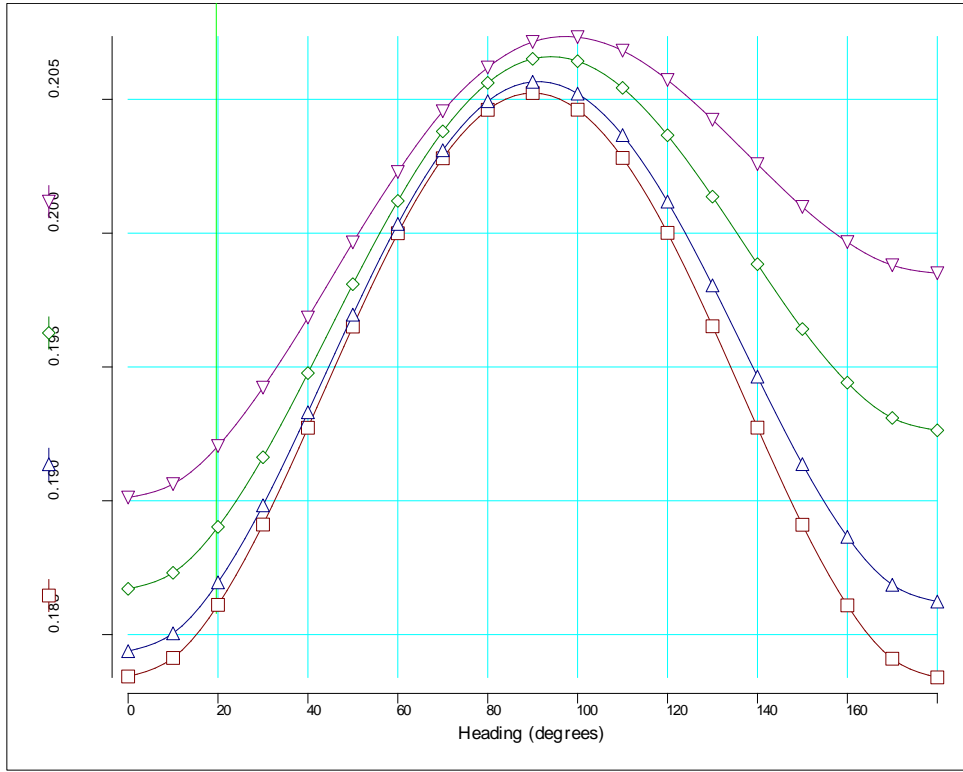
Şekil C.6 Gulet 6'nın ilgili hareketler için RMS değerleri



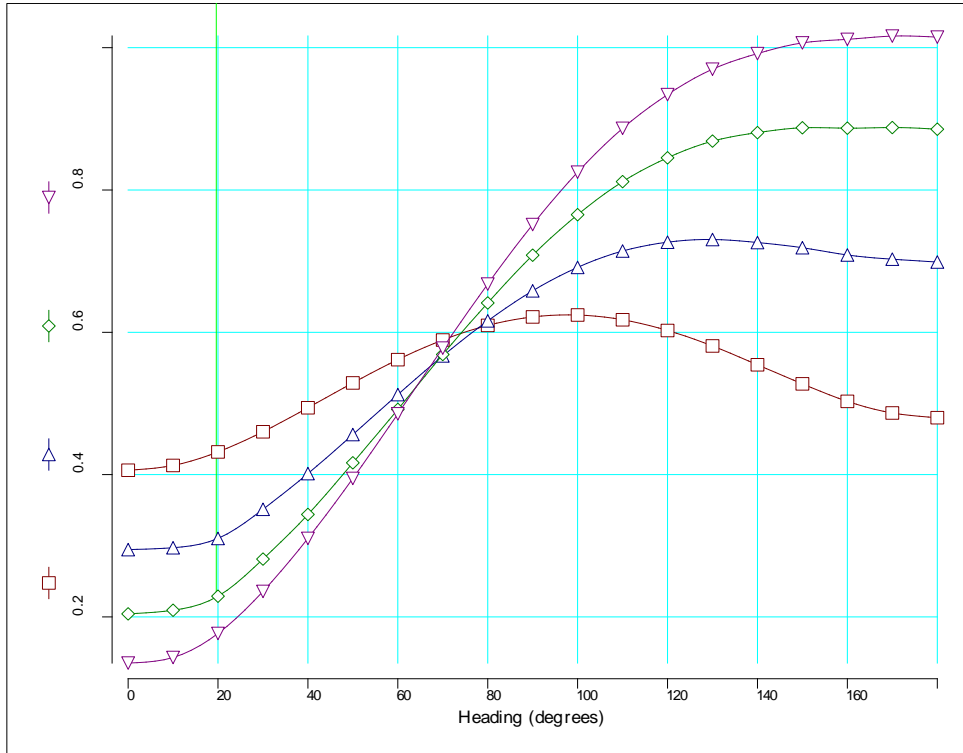
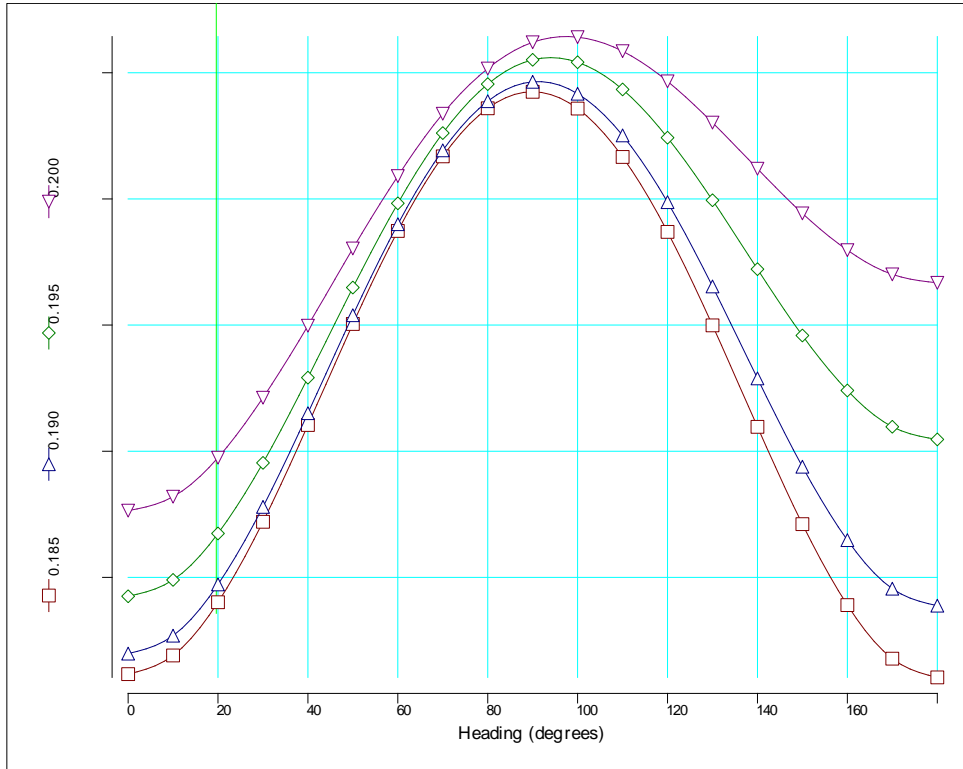


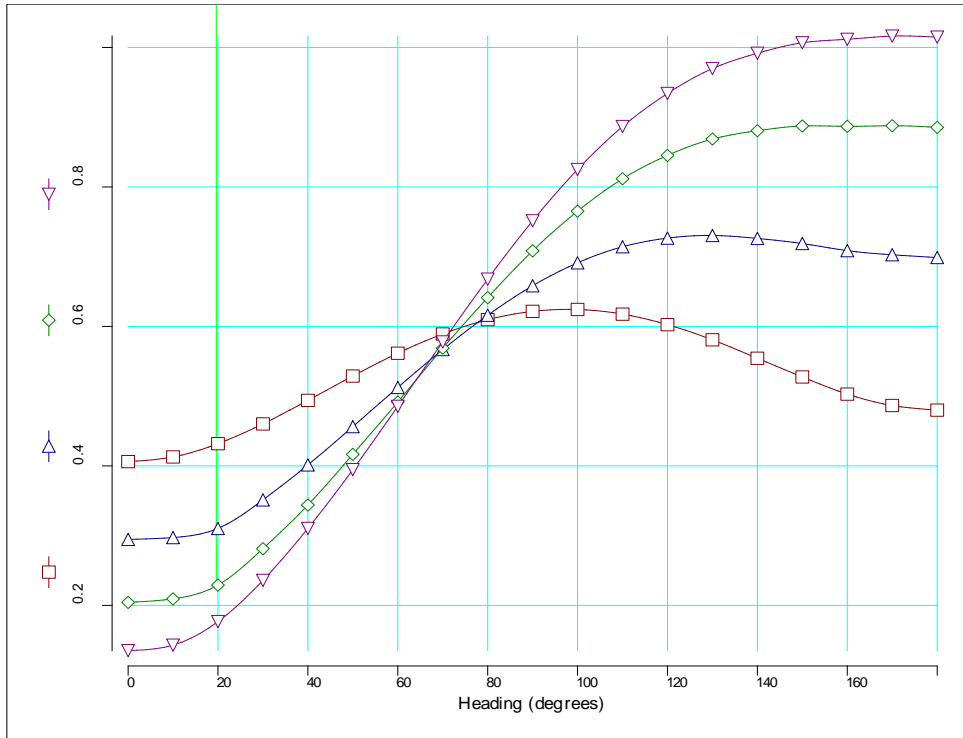
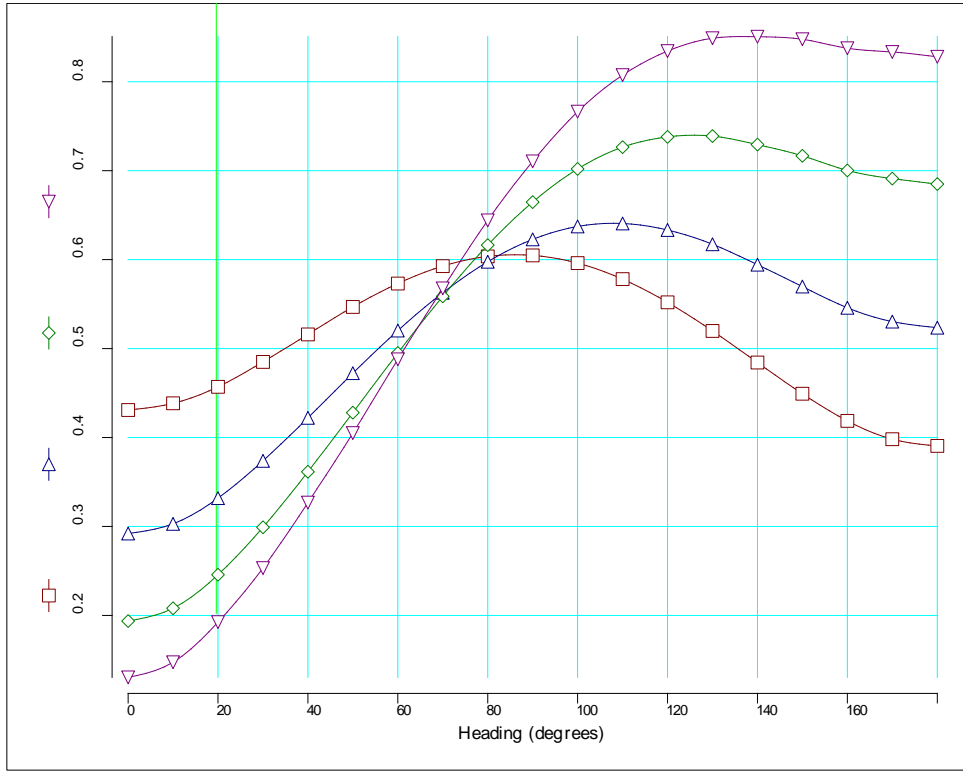
Şekil C.7 Gulet 7'nin ilgili hareketler için RMS değerleri



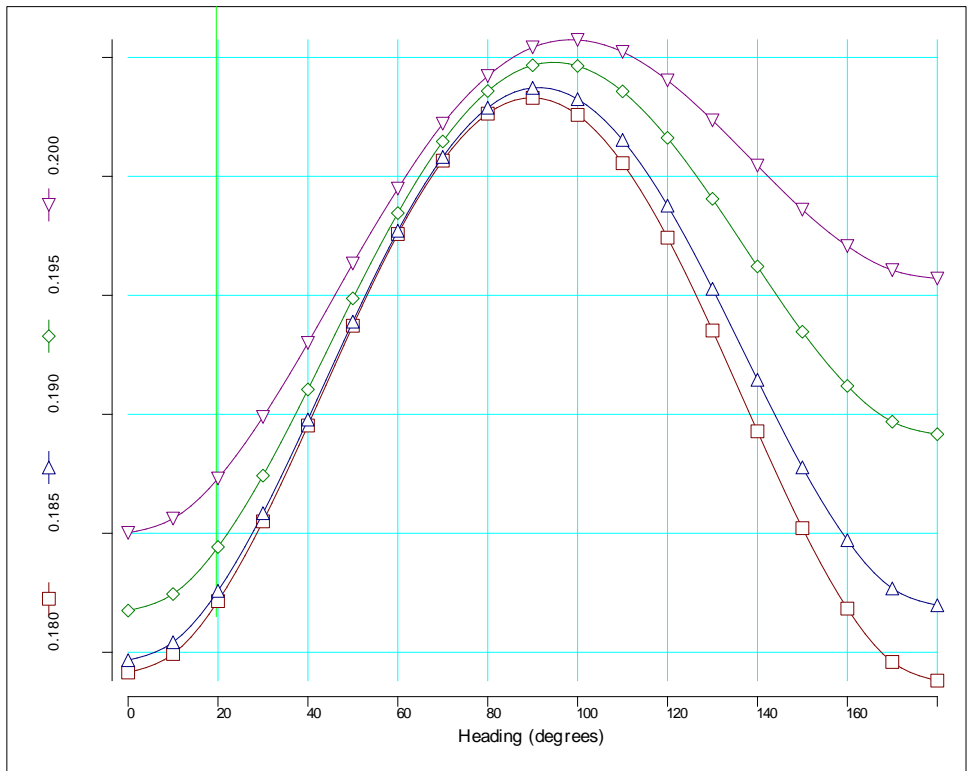
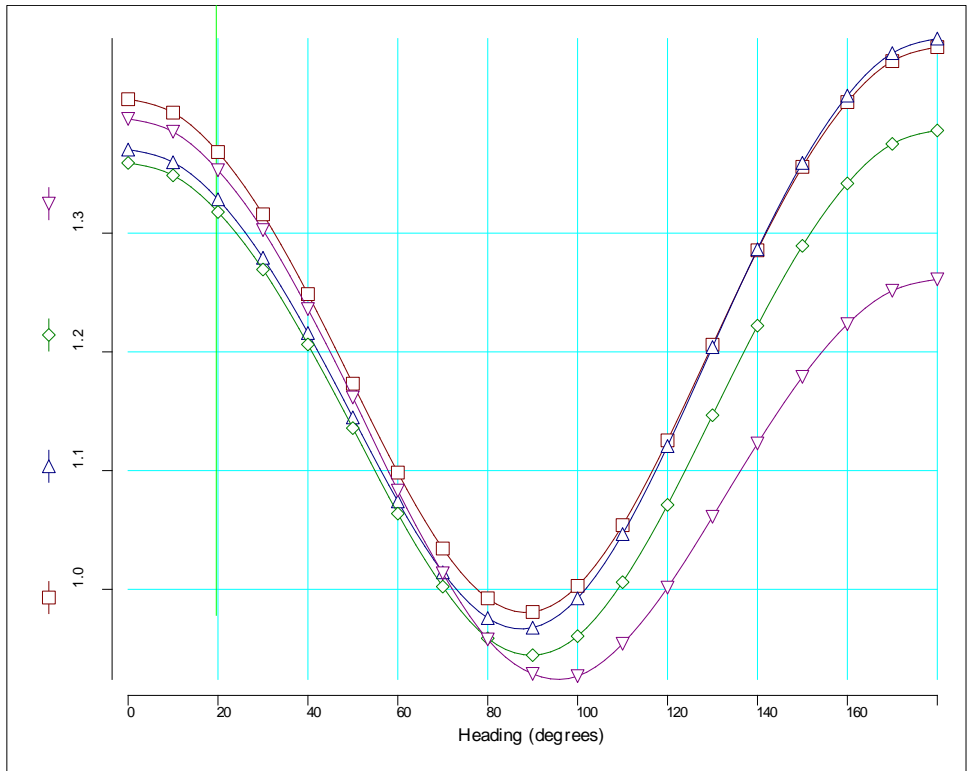


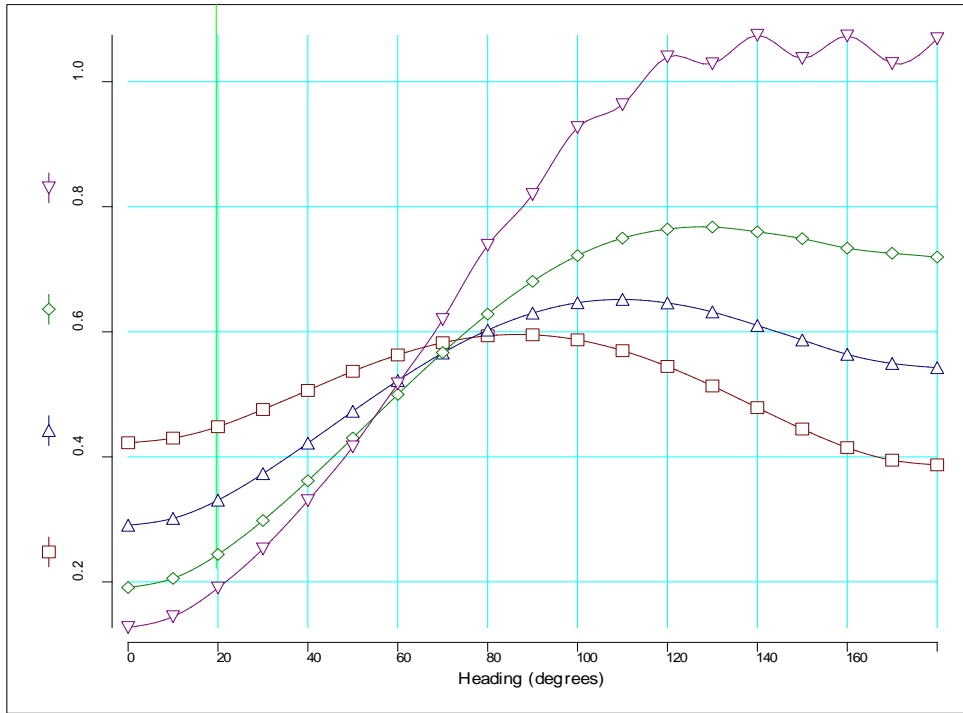
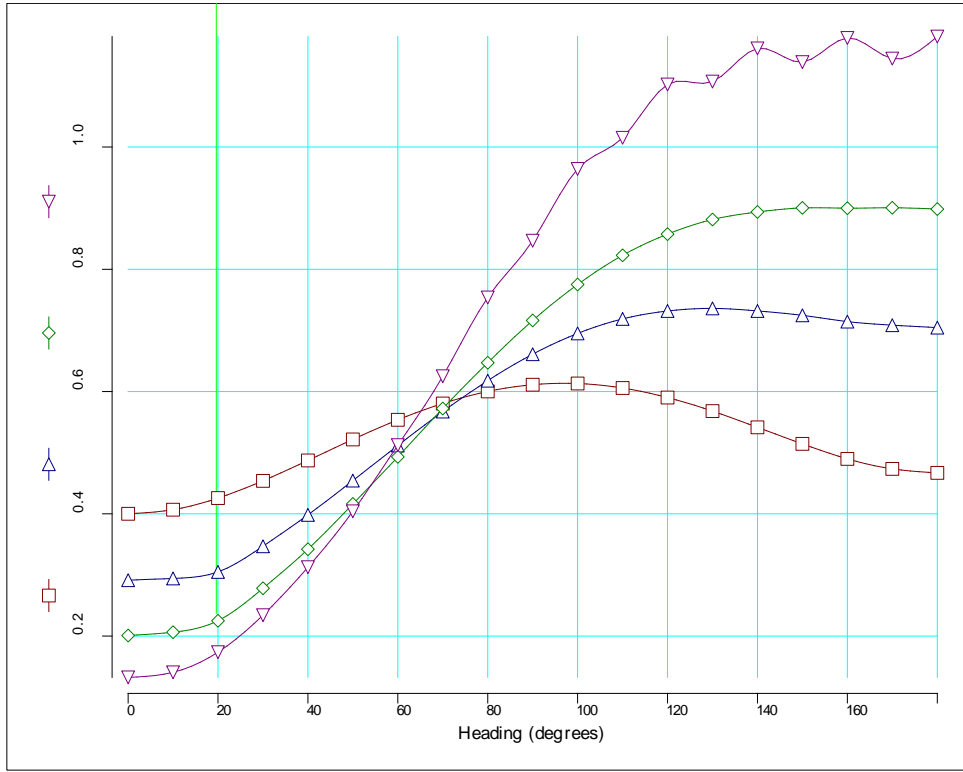
Şekil C.8 Gulet 8'in ilgili hareketler için RMS değerleri



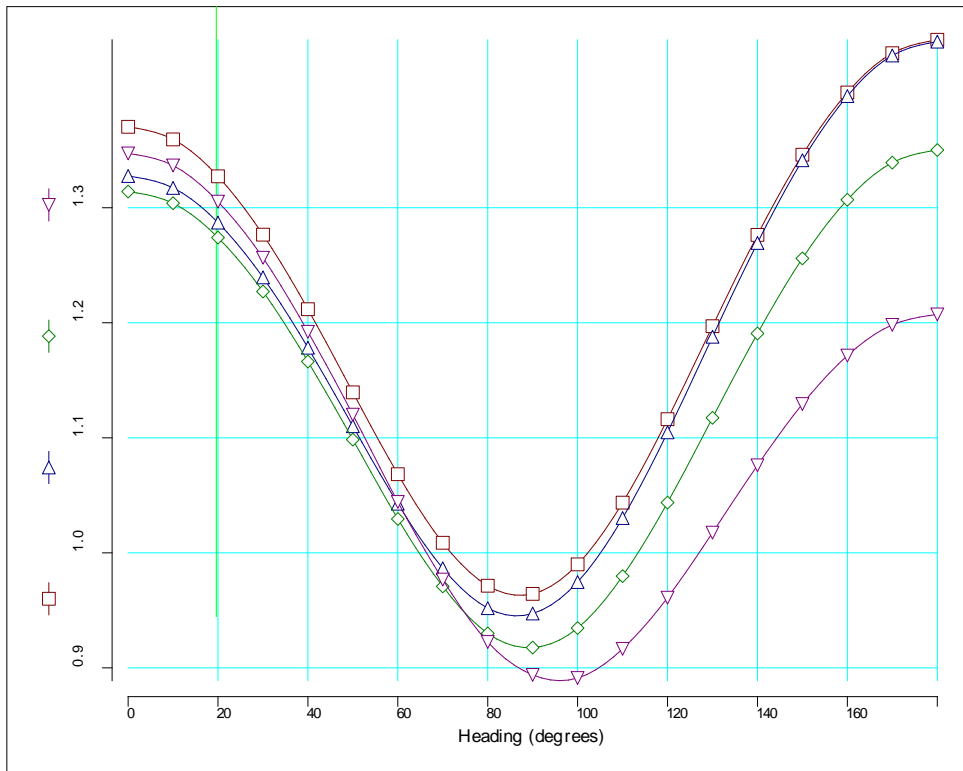
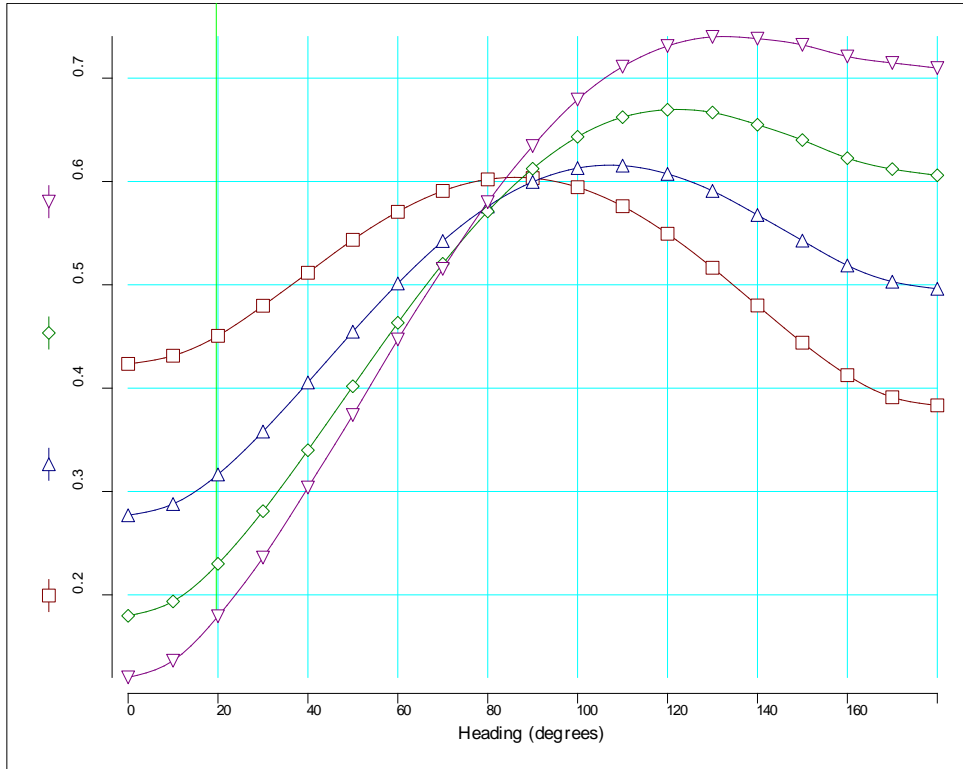


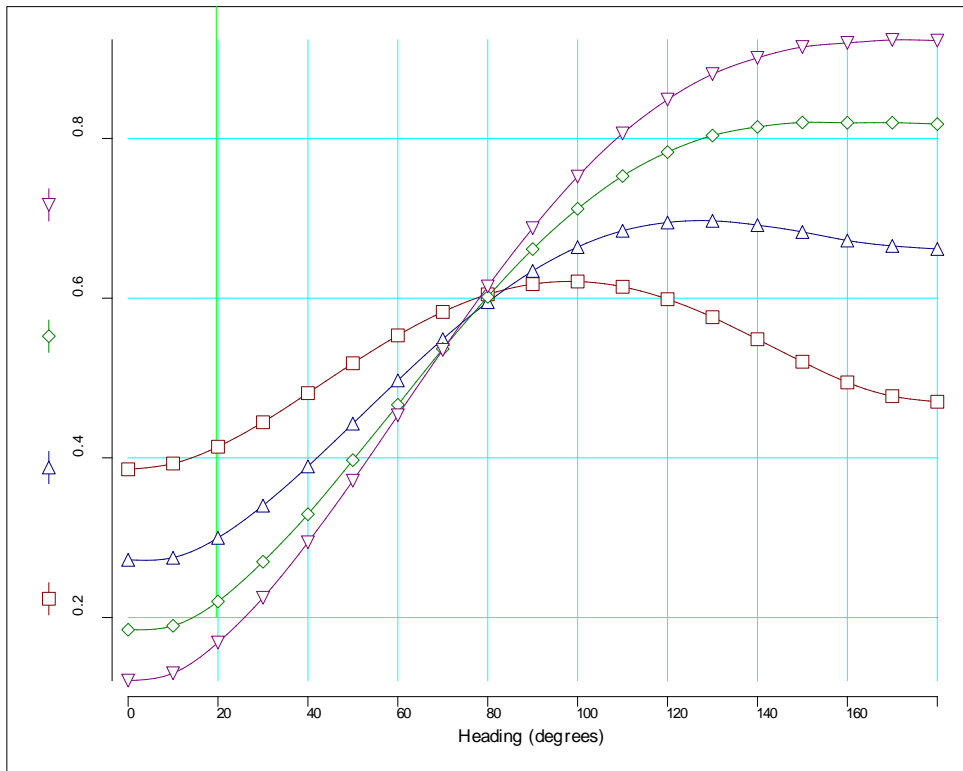
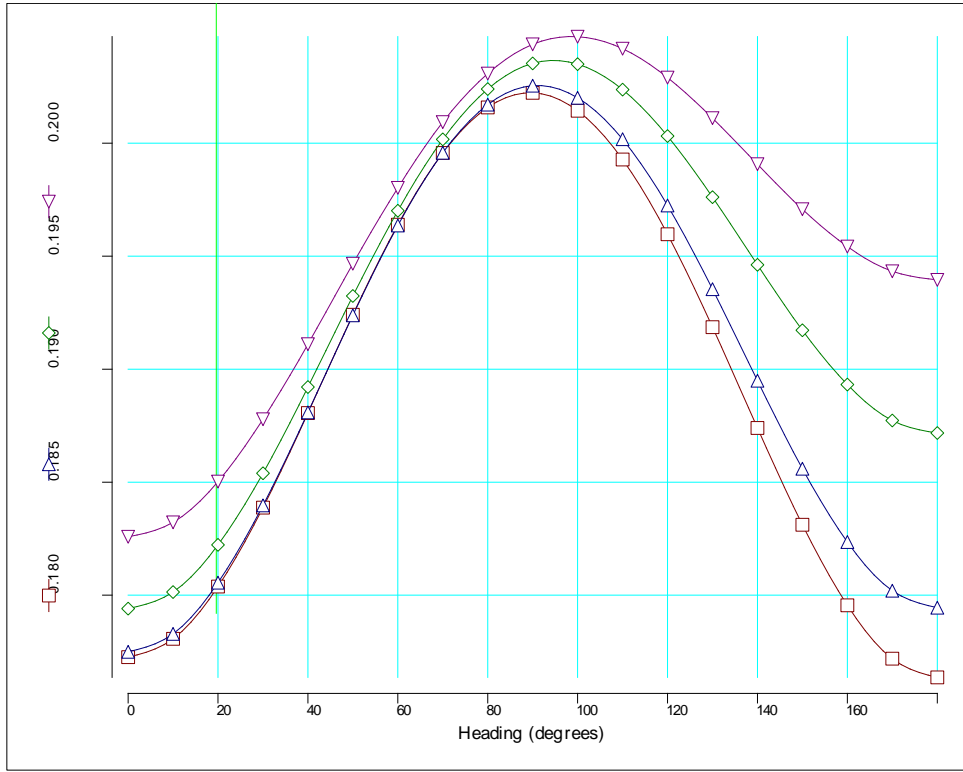
Şekil C.9 Gulet 9'un ilgili hareketler için RMS değerleri



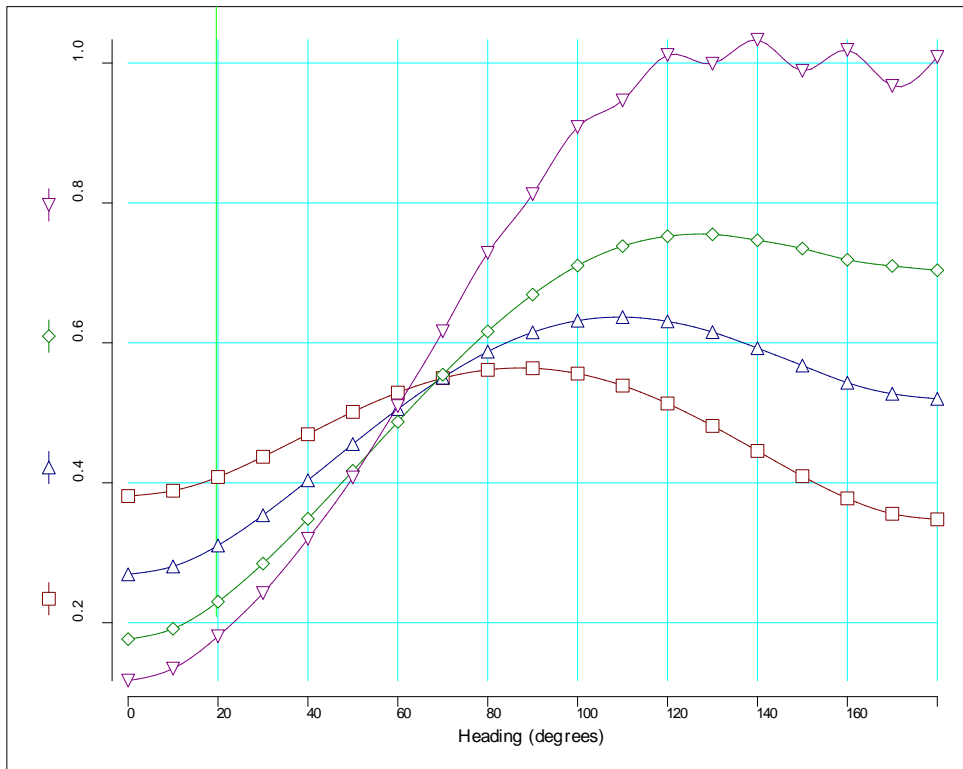
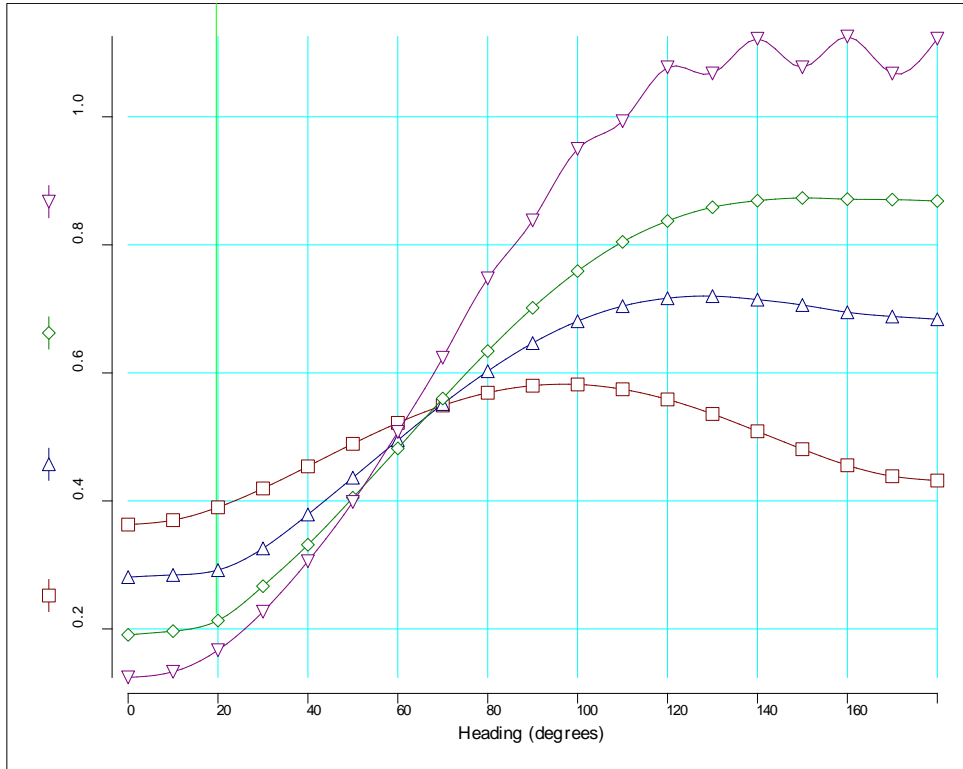


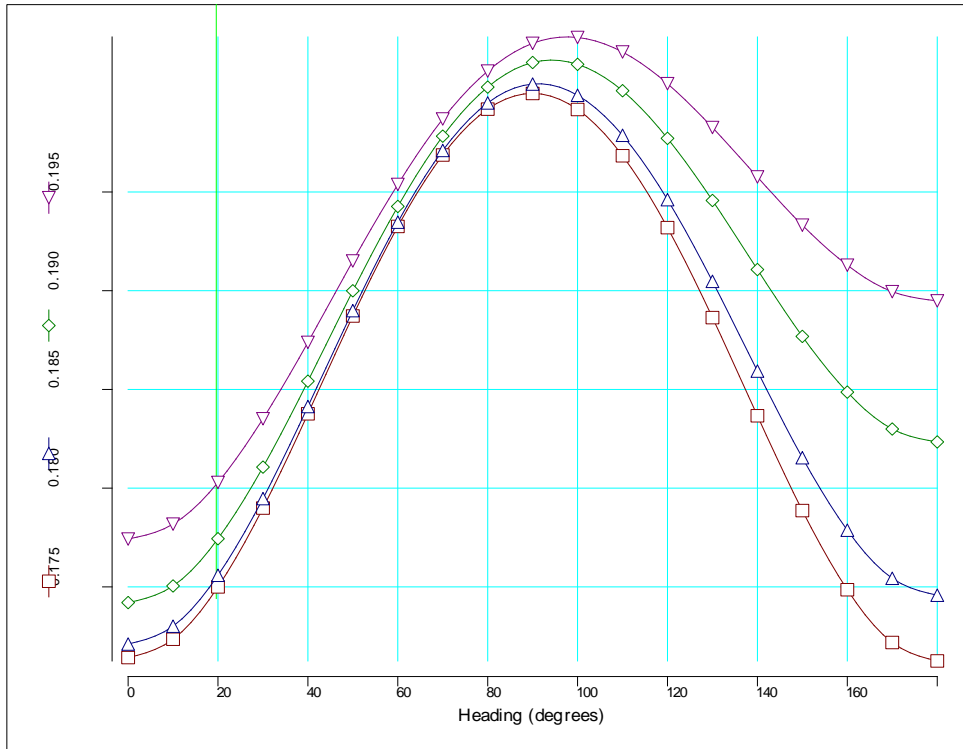
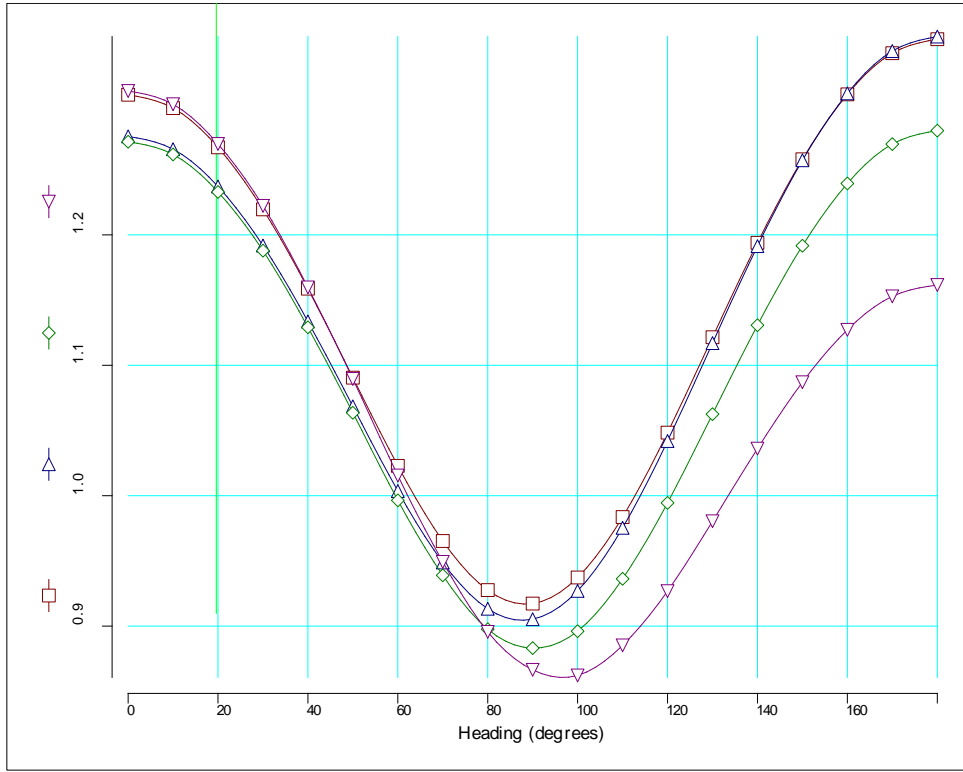
Şekil C.10 Gulet 10'un ilgili hareketler için RMS değerleri



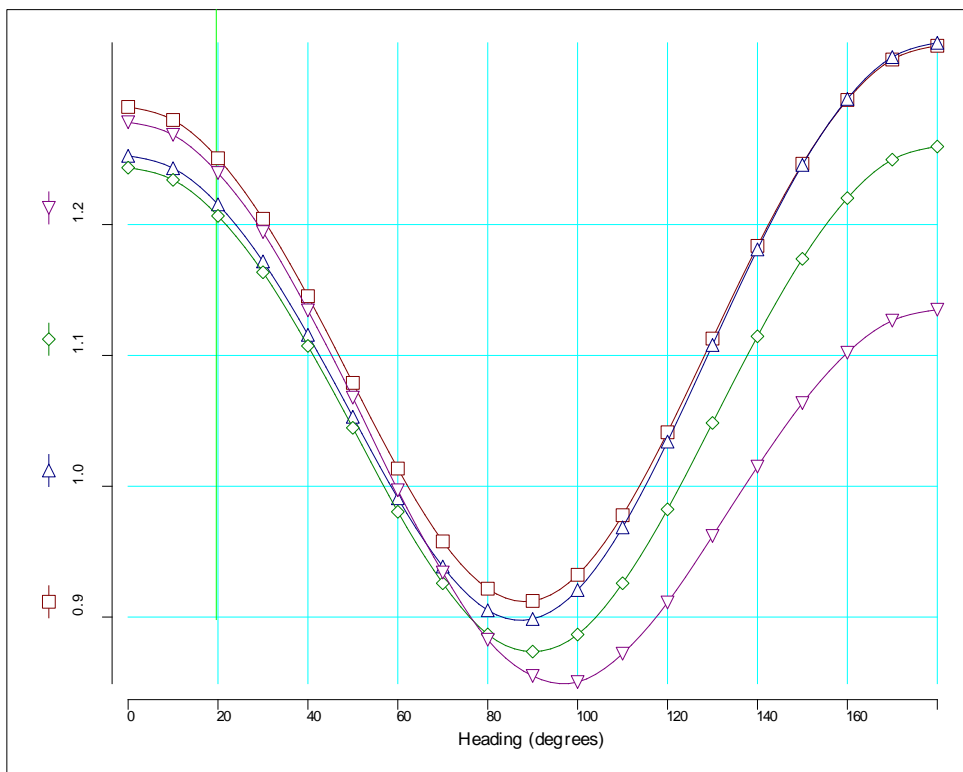
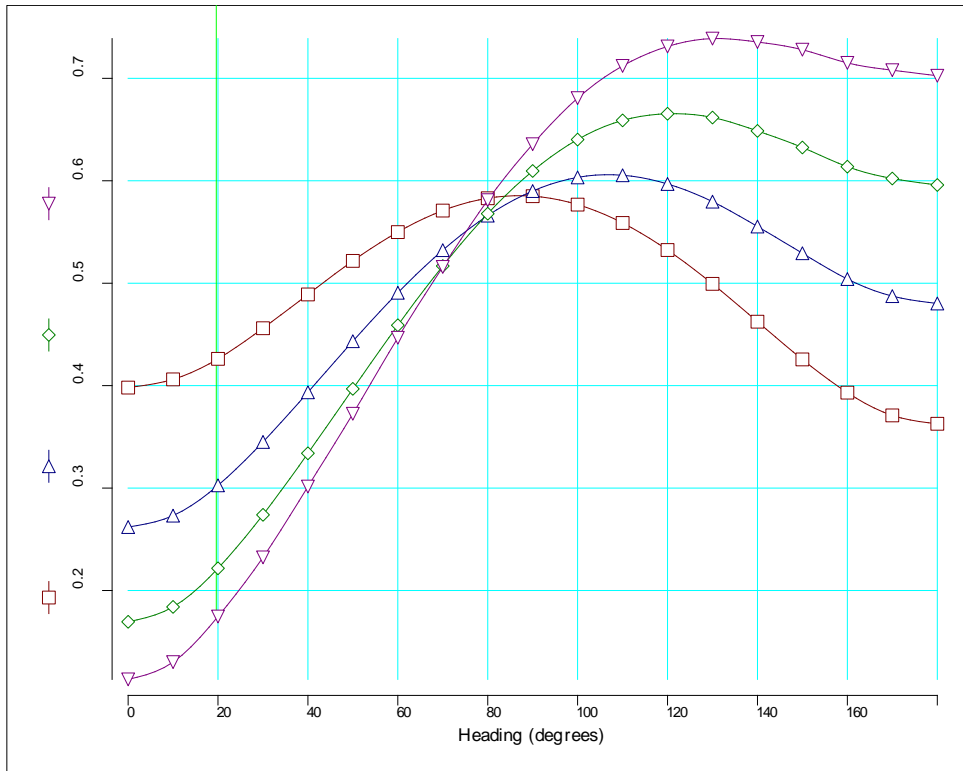


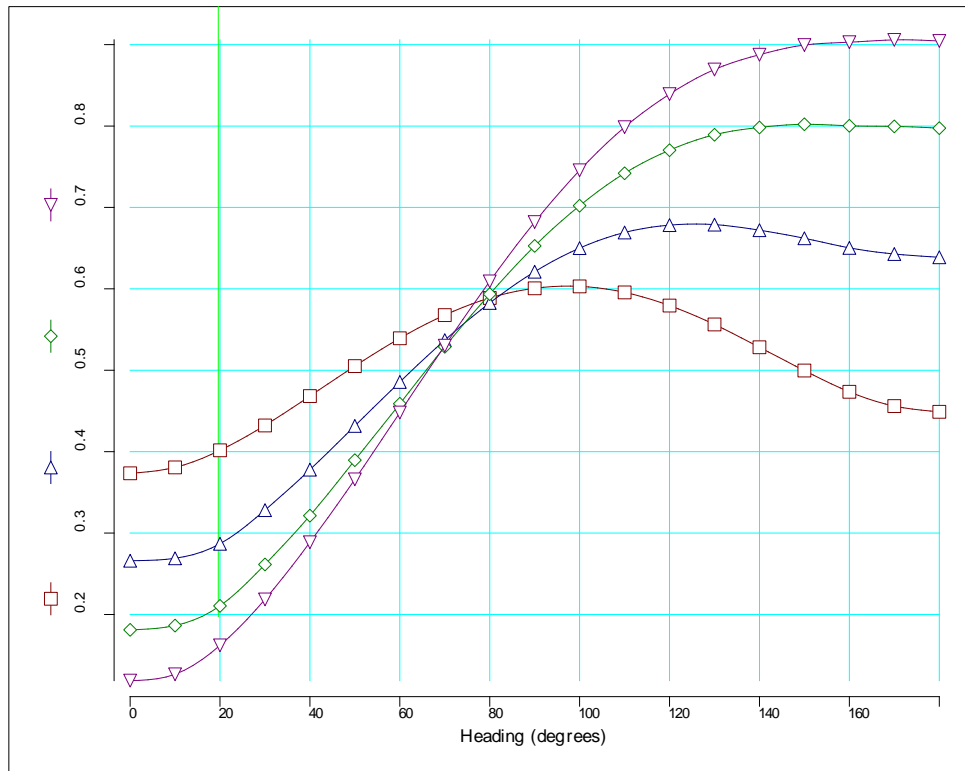
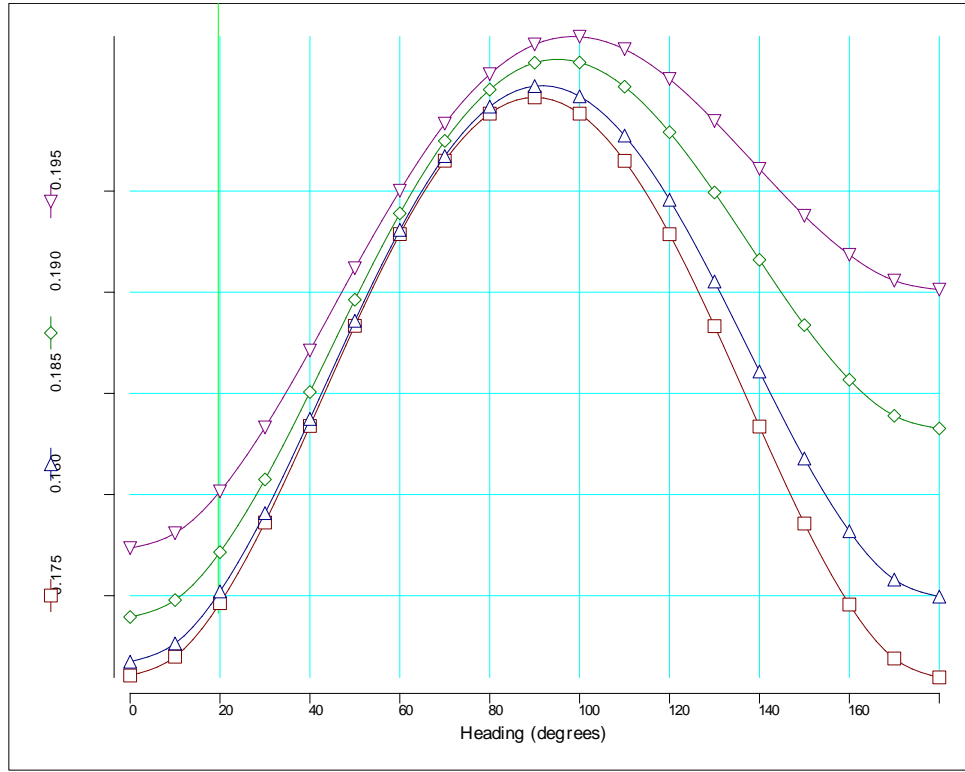
Şekil C.11 Gulet 11'in ilgili hareketler için RMS değerleri



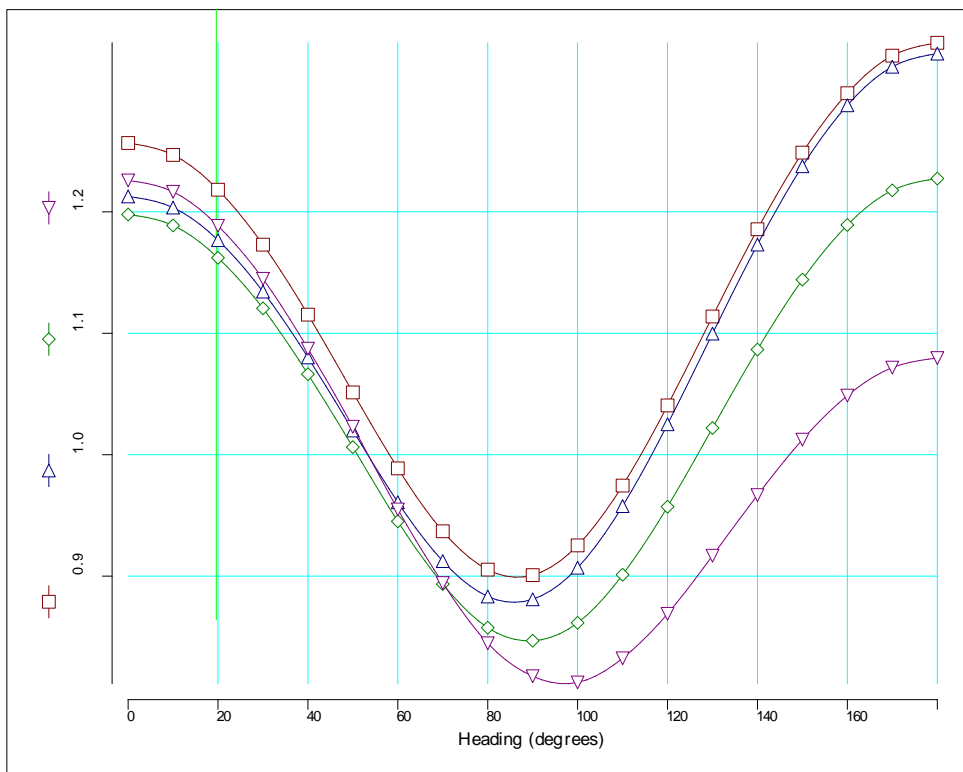
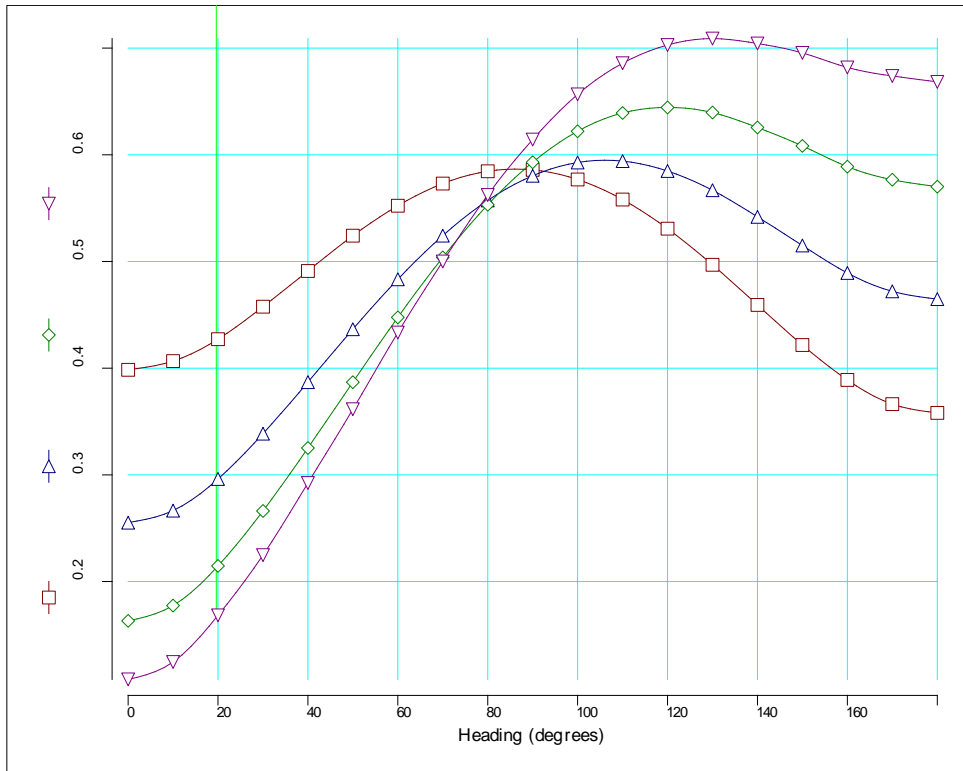


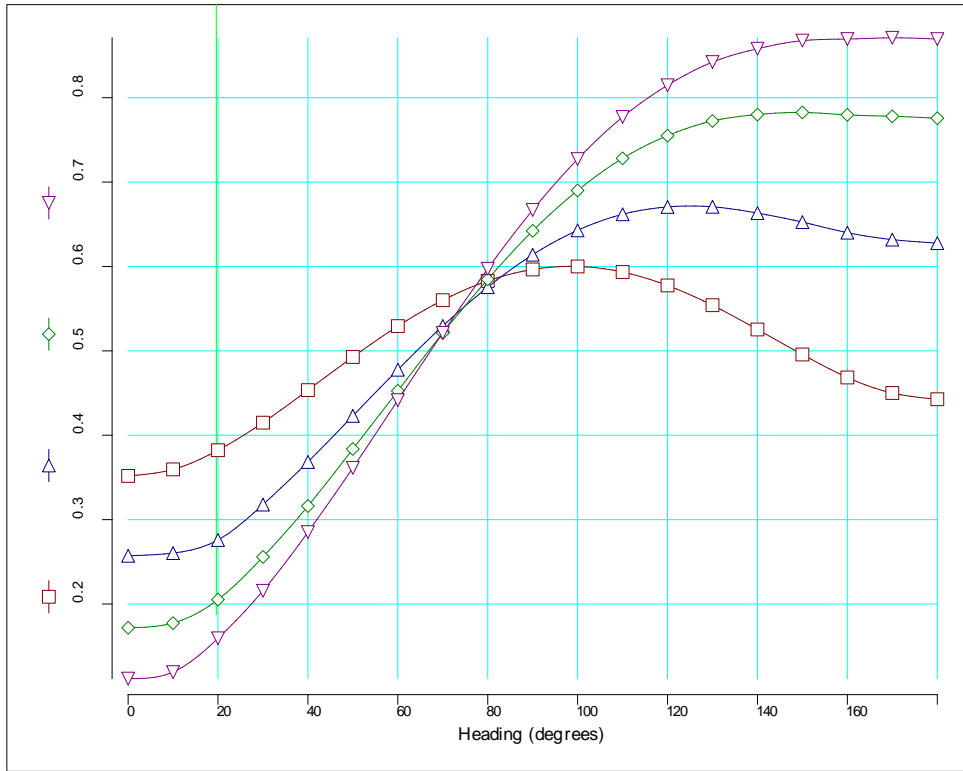
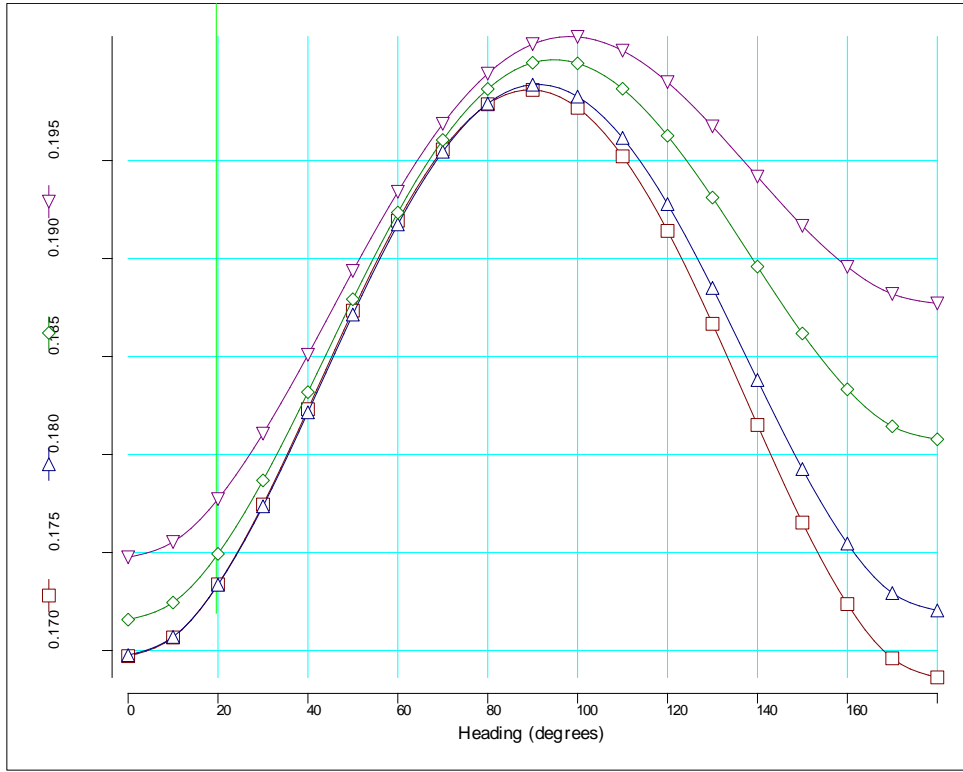
Şekil C.12 Gulet 12'nin ilgili hareketler için RMS değerleri



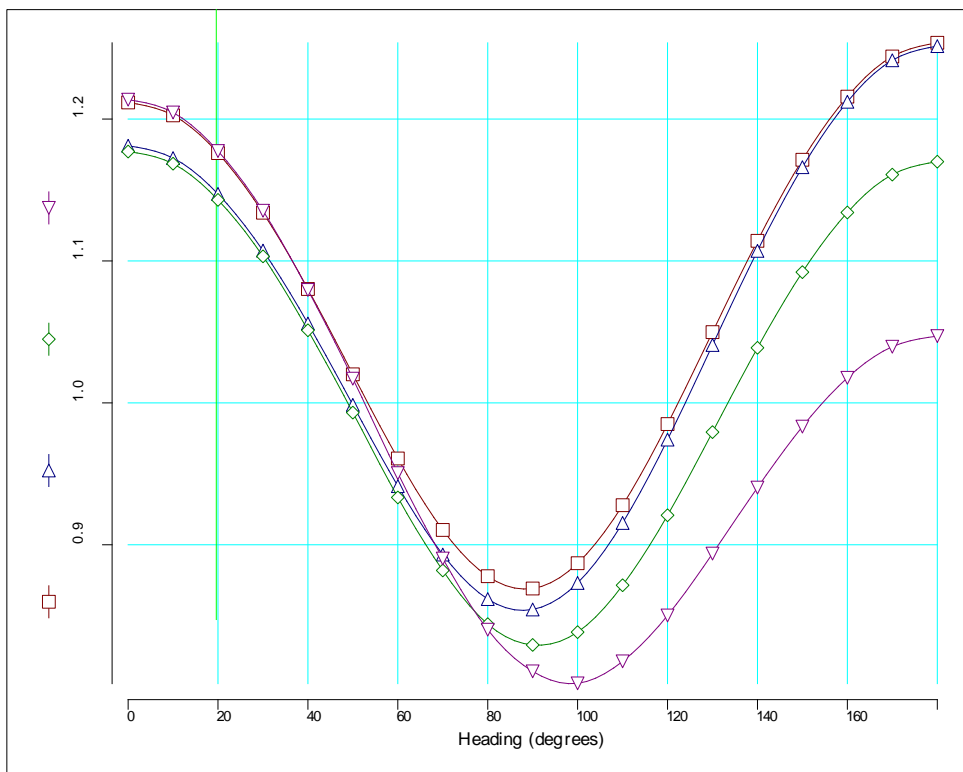
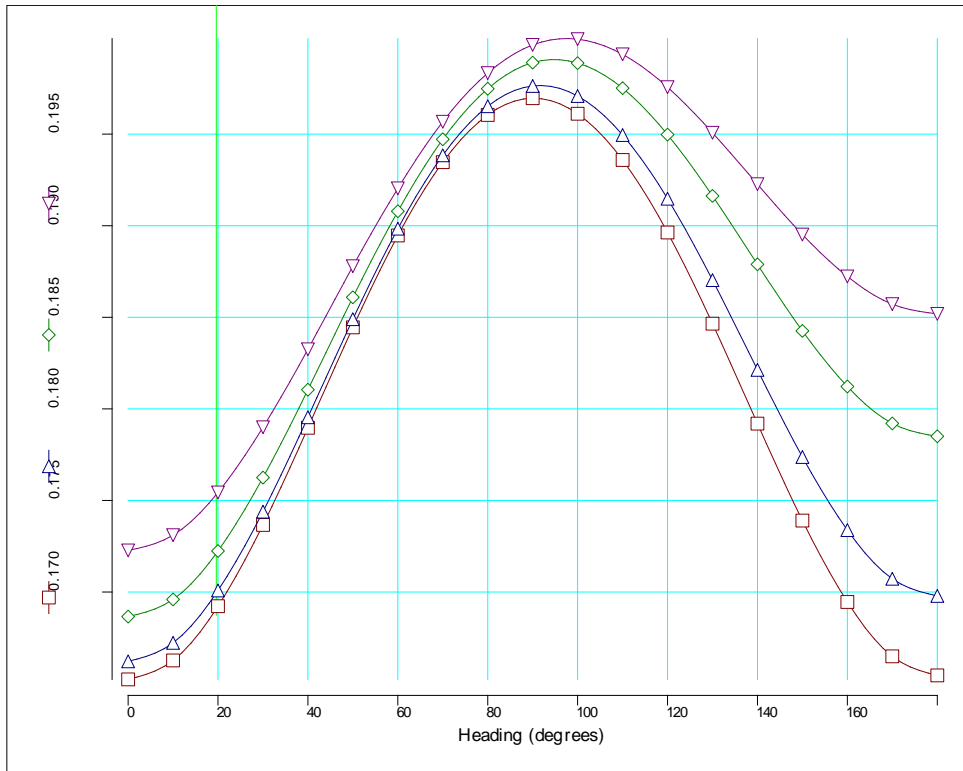


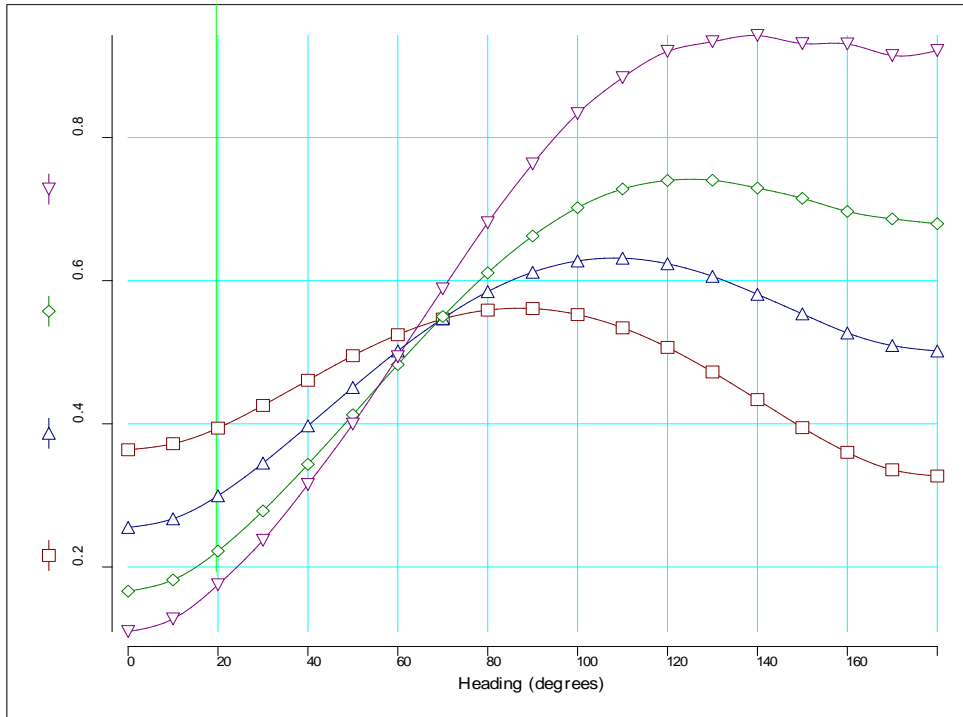
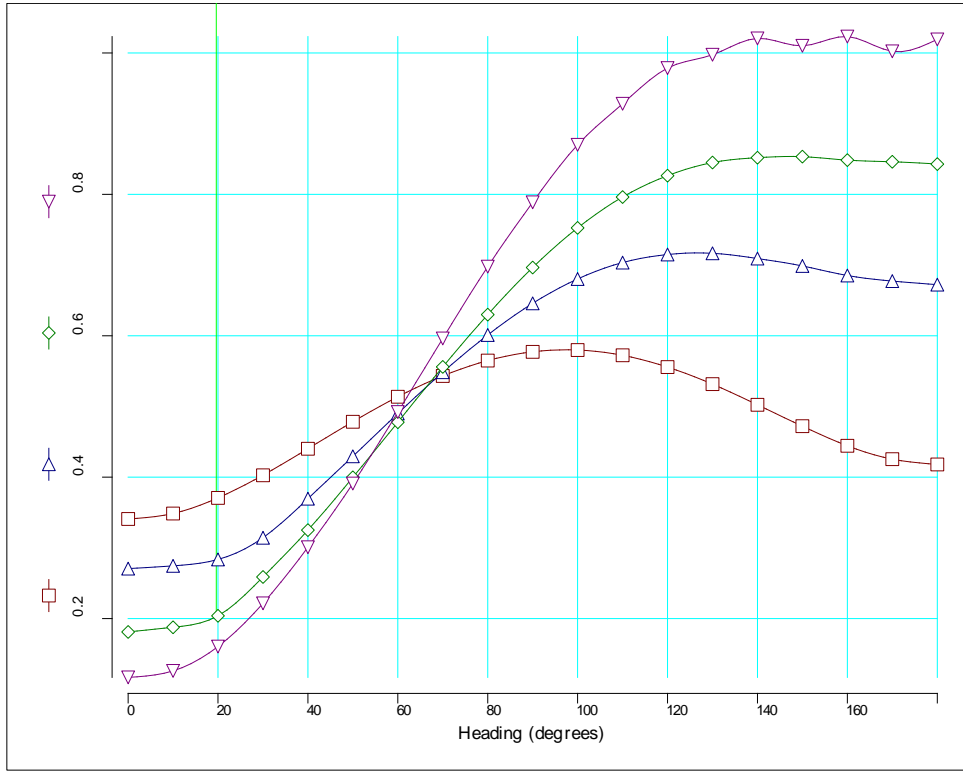
Şekil C.13 Gulet 13'ün ilgili hareketler için RMS değerleri



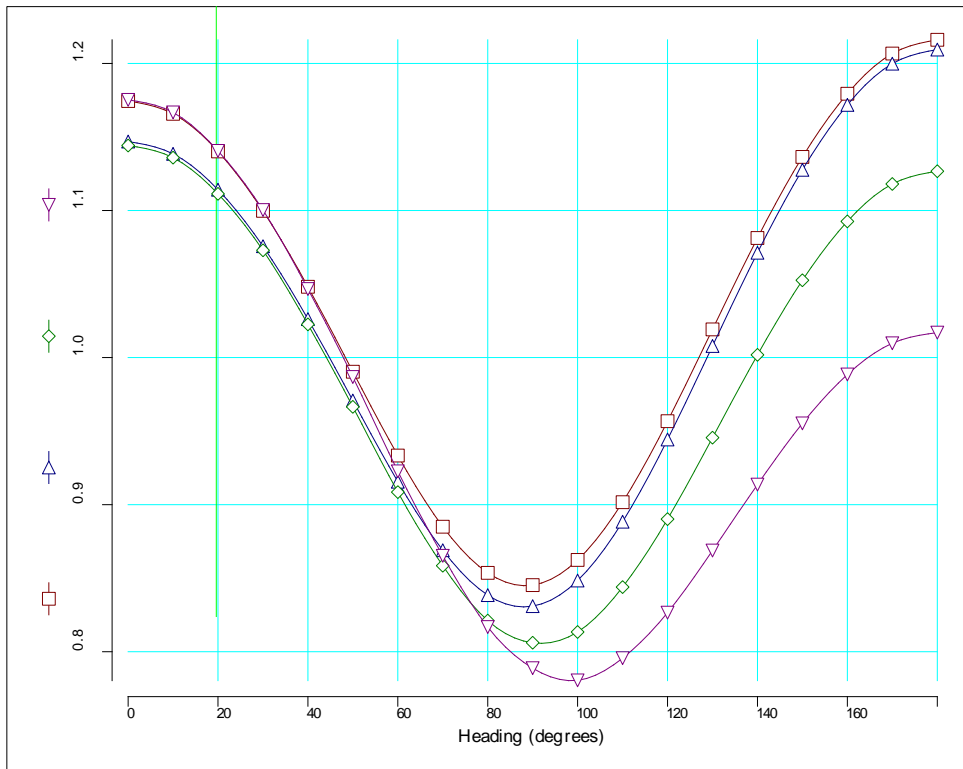
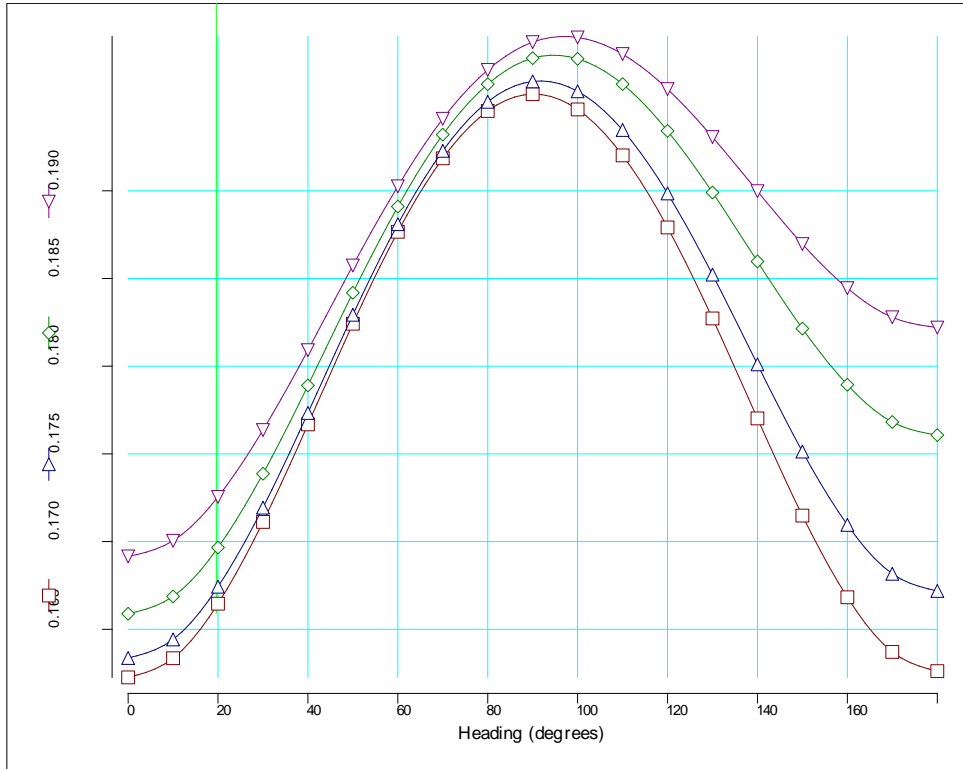


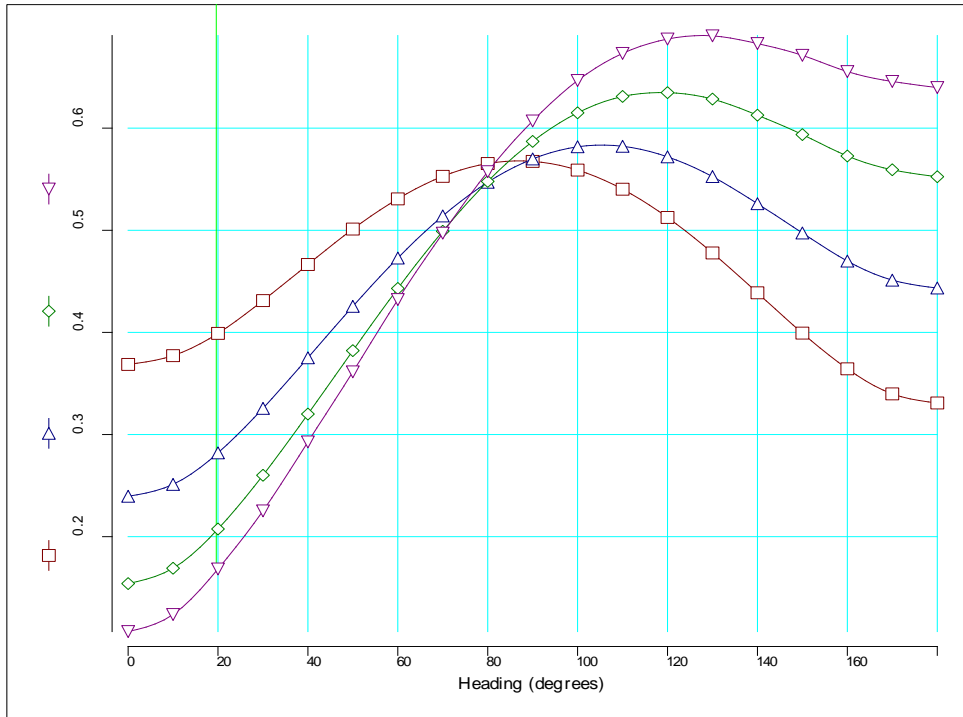
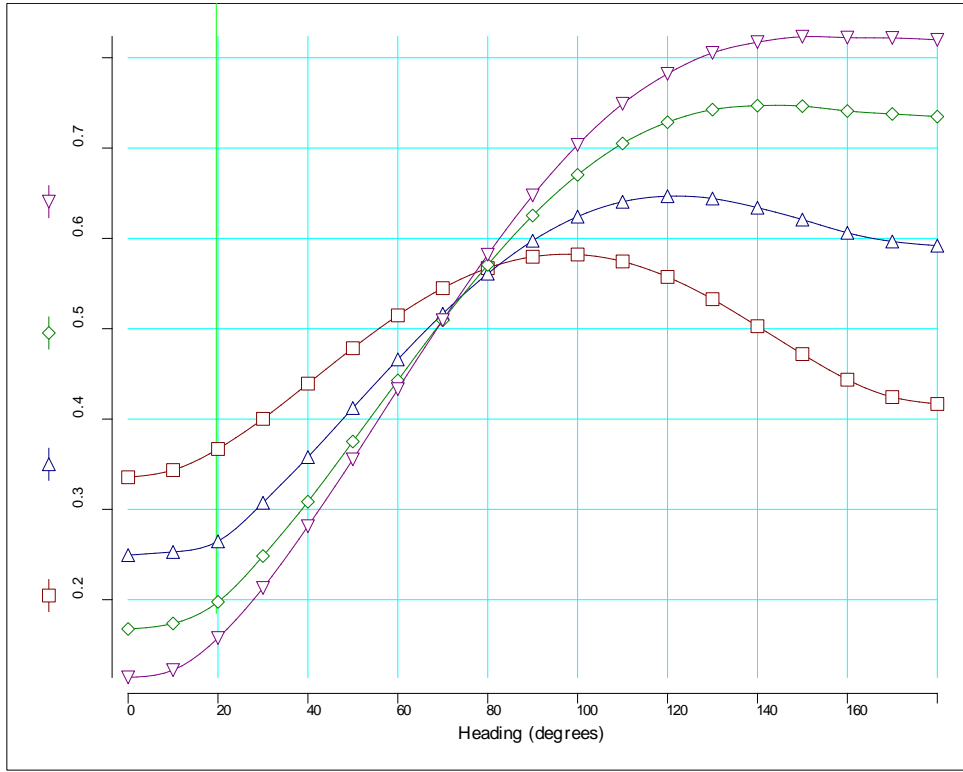
Şekil C.14 Gulet 14'ün ilgili hareketler için RMS değerleri



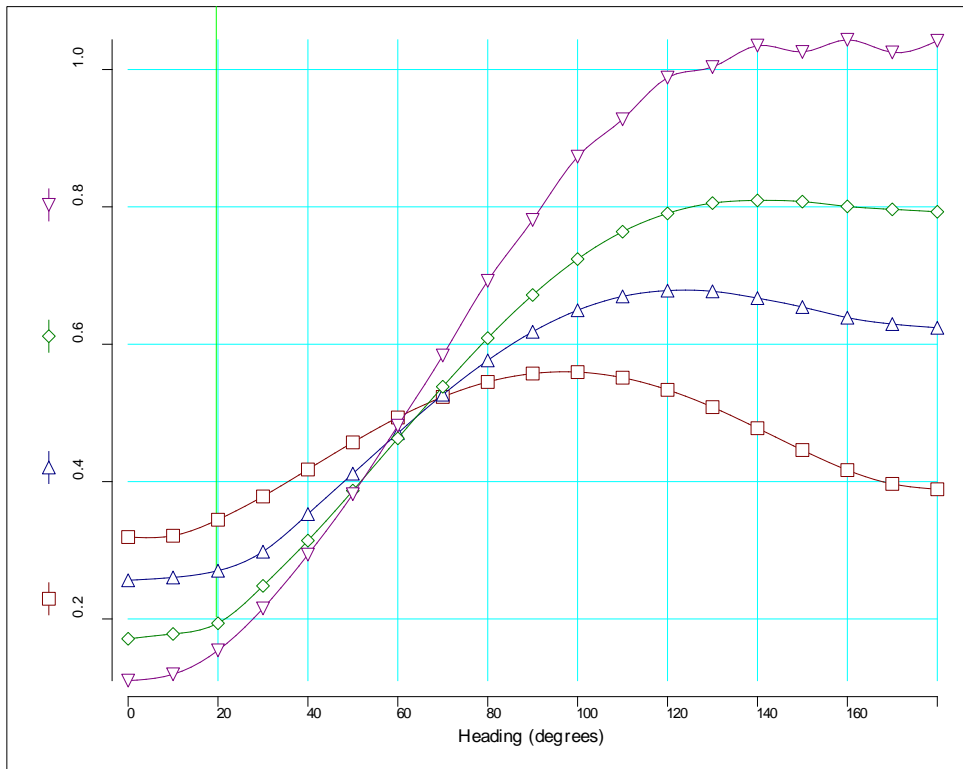
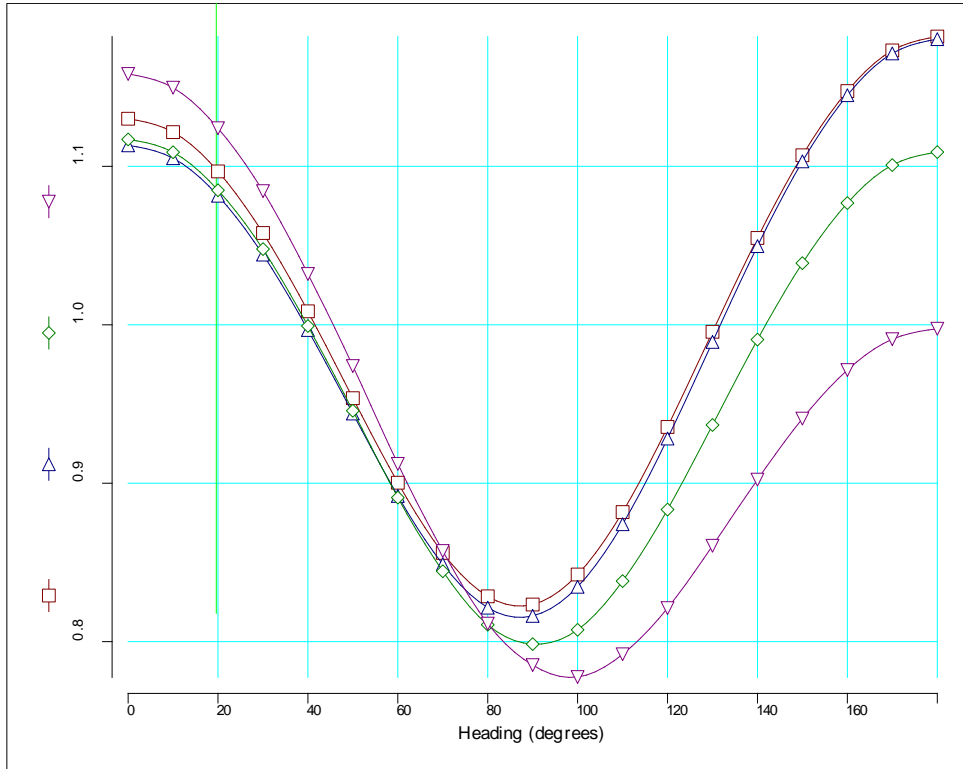


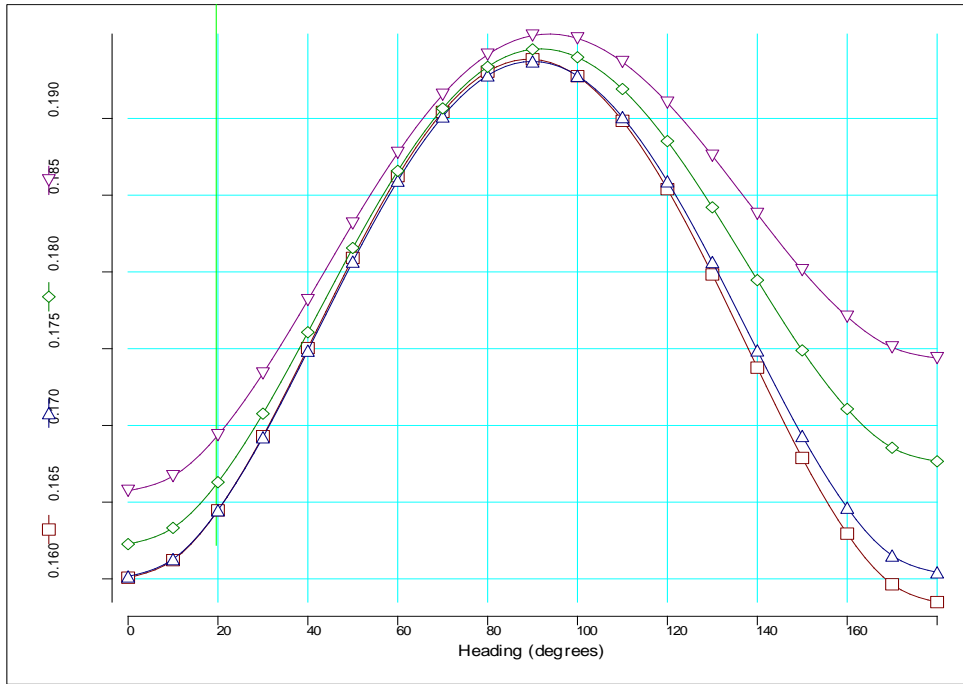
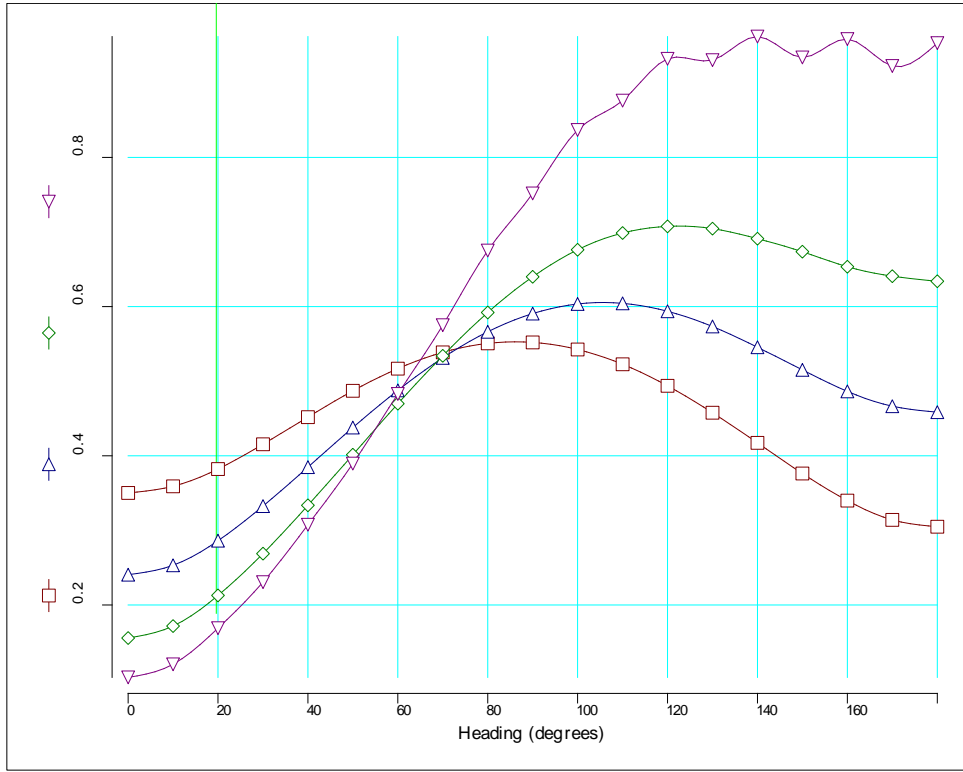
Şekil C.15 Gulet 15'in ilgili hareketler için RMS değerleri



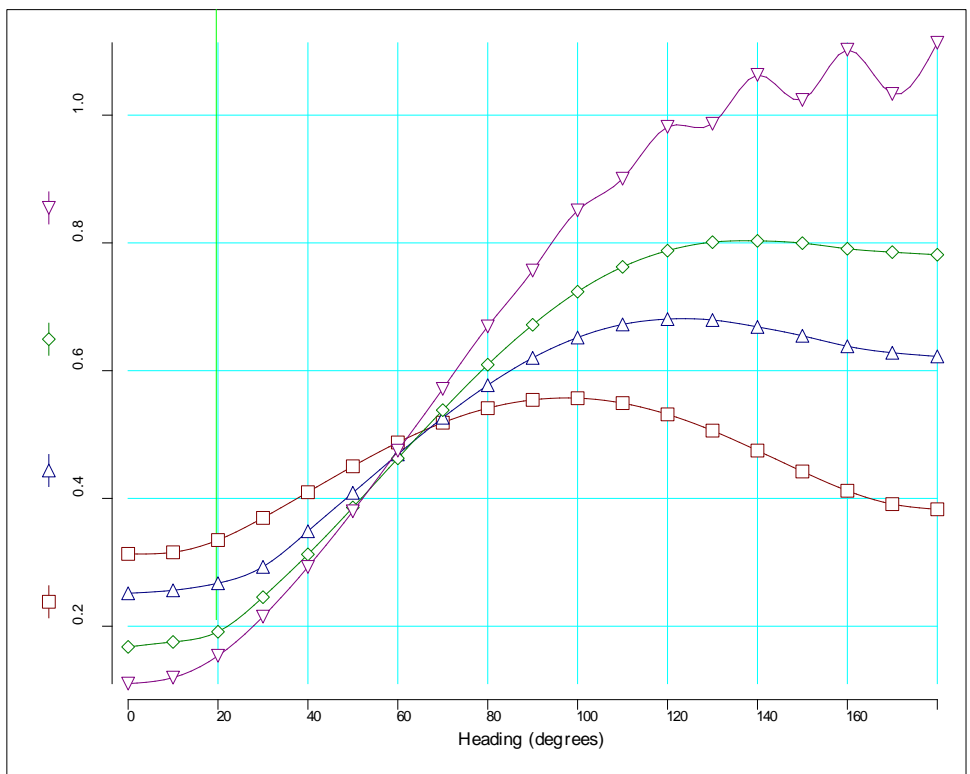
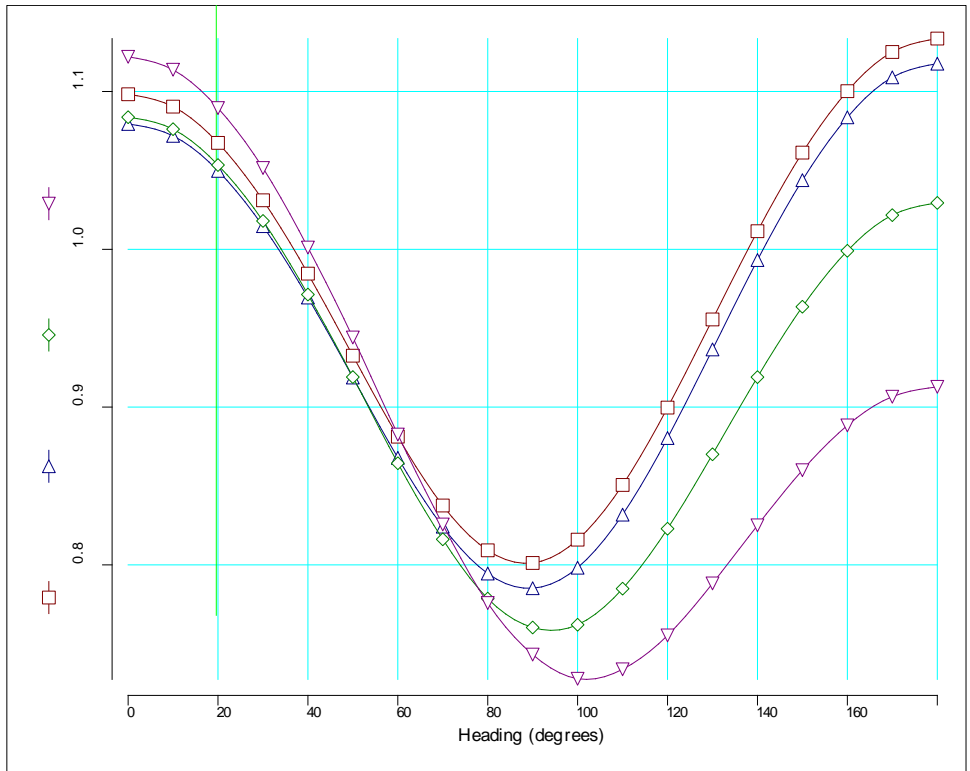


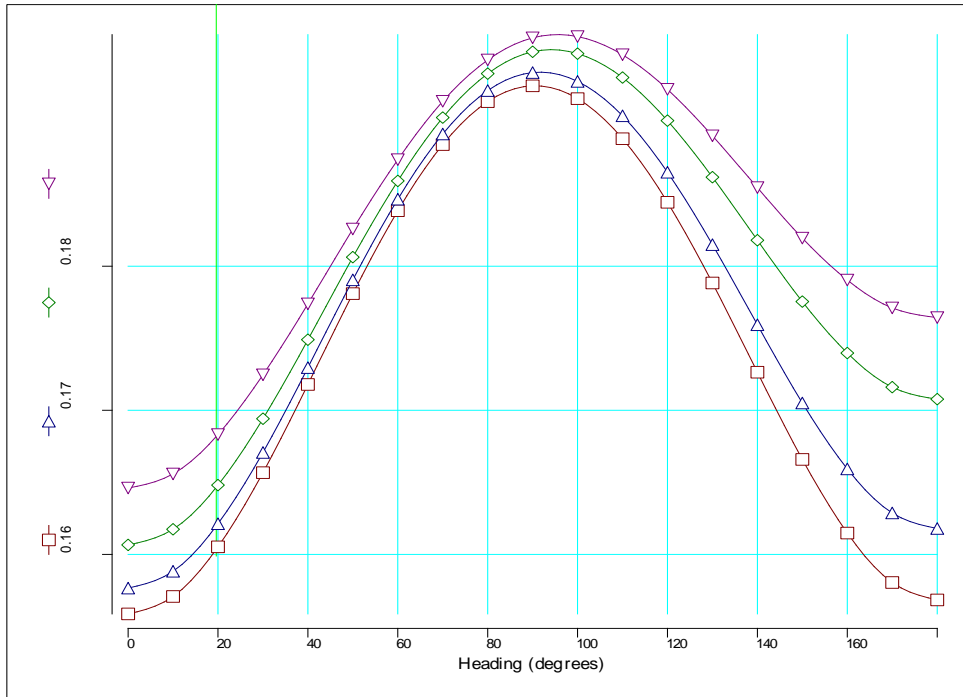
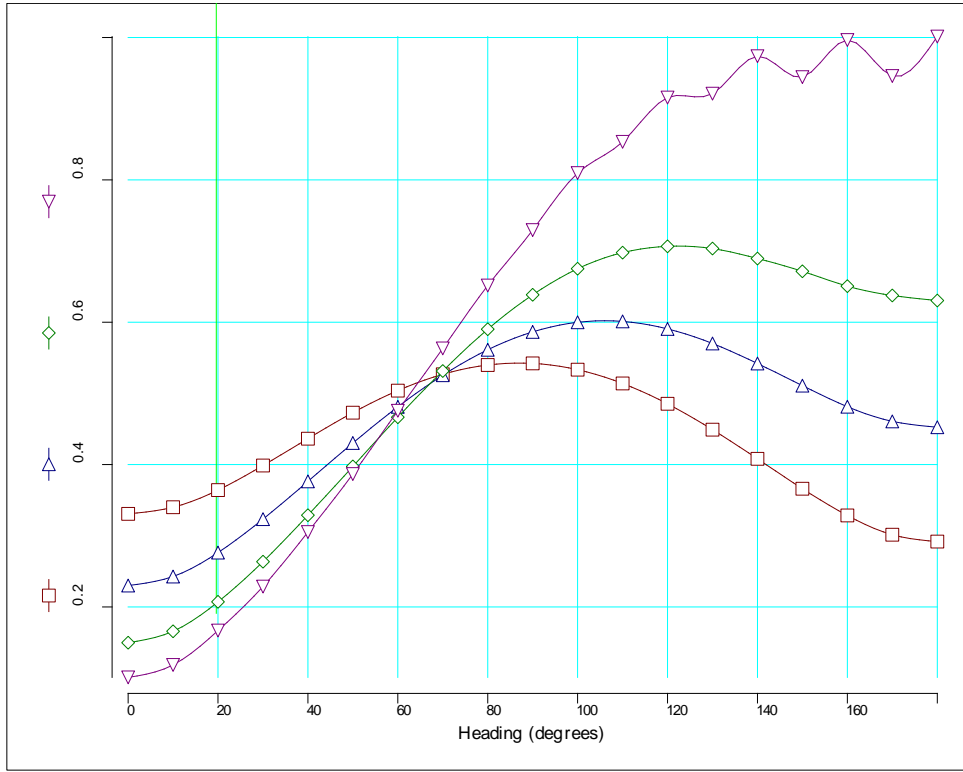
Şekil C.16 Gulet 16'nın ilgili hareketler için RMS değerleri



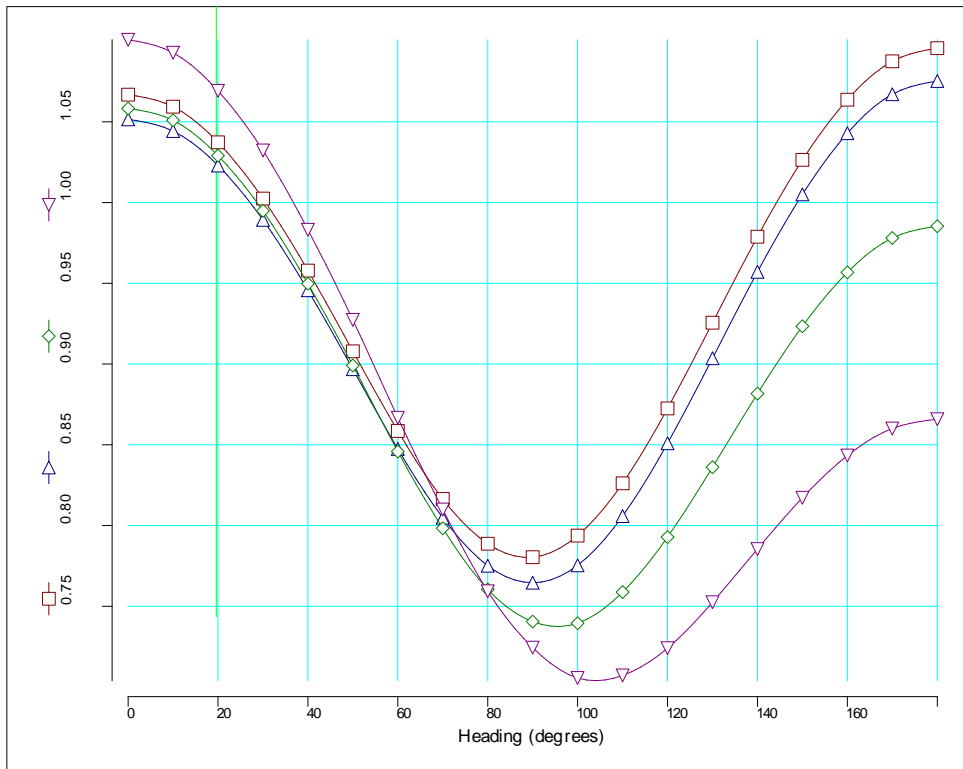
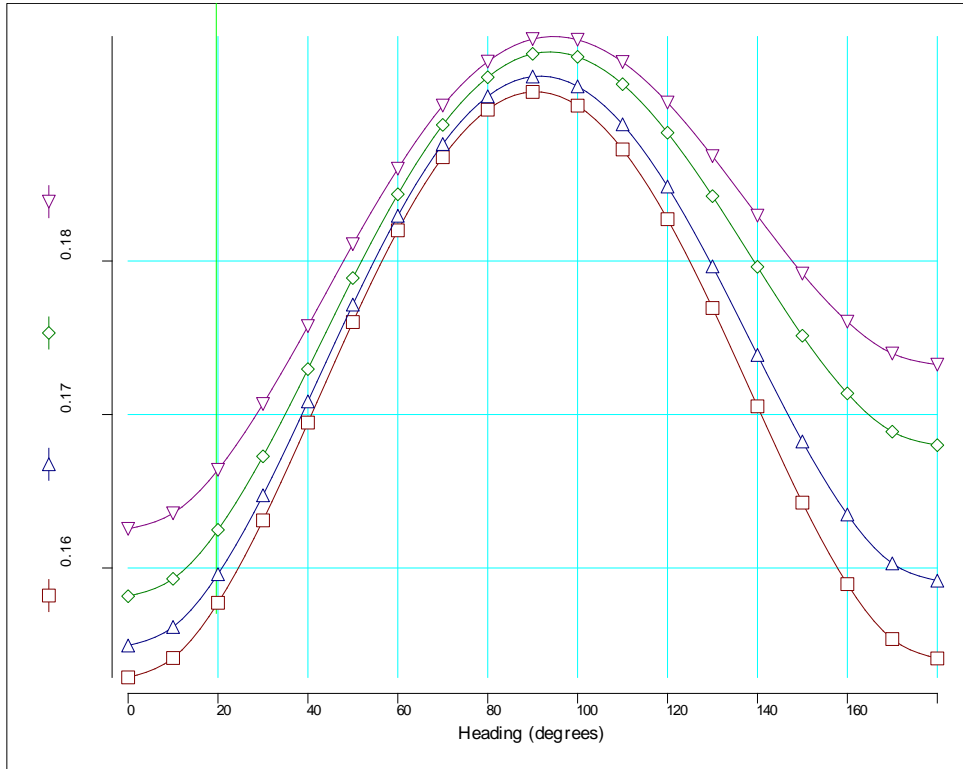


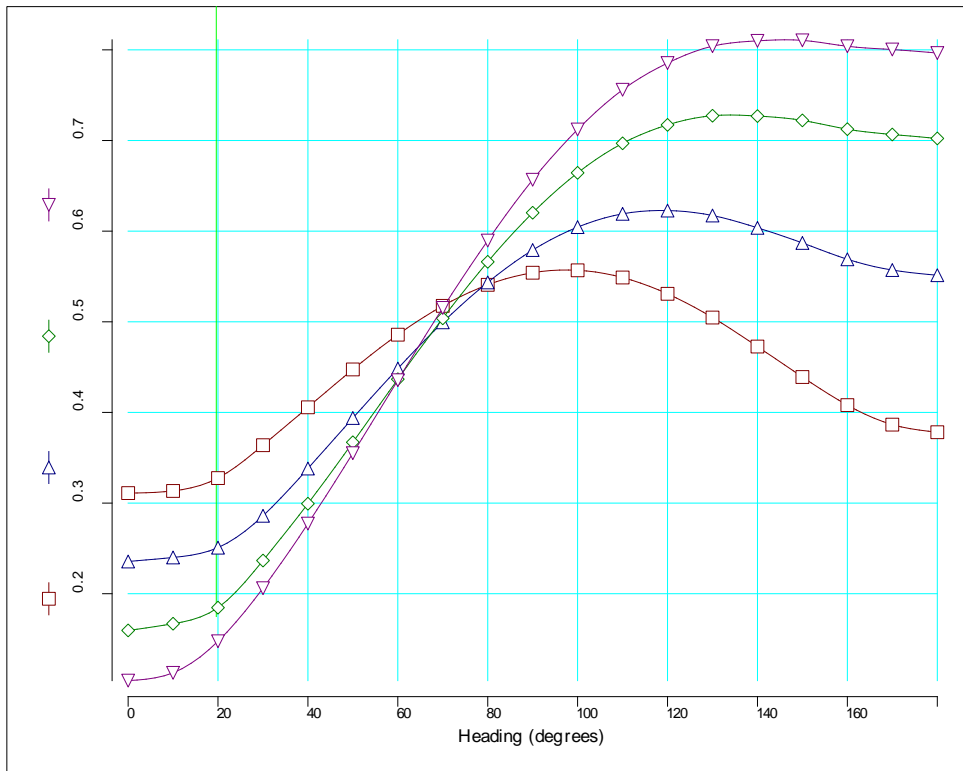
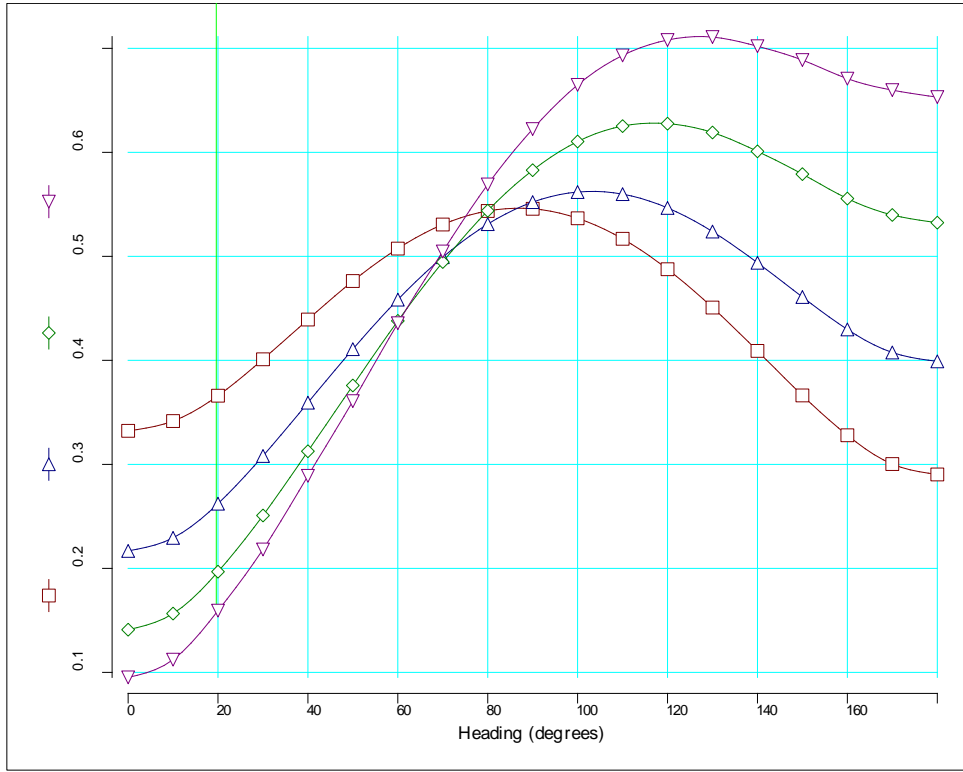
Şekil C.17 Gulet 17'nin ilgili hareketler için RMS değerleri



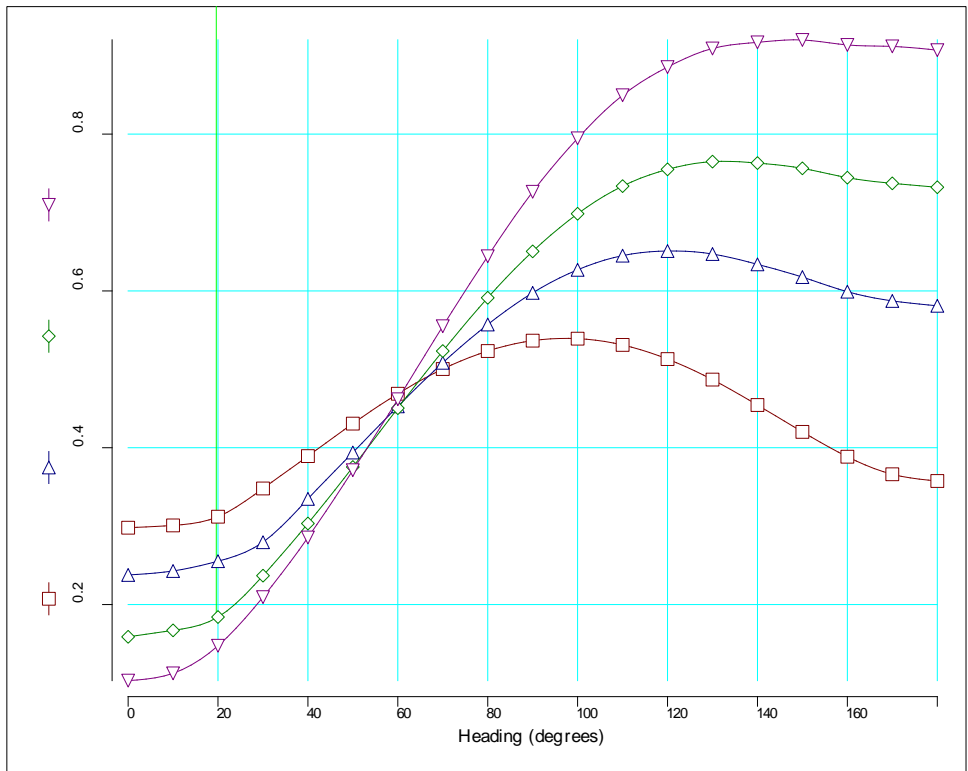
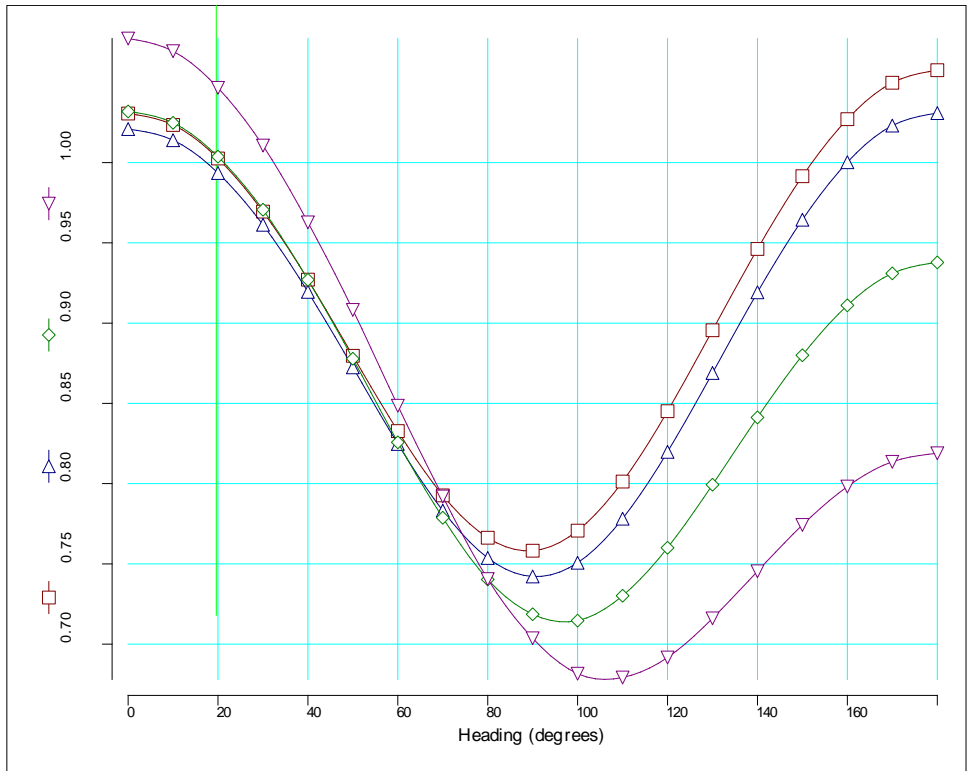


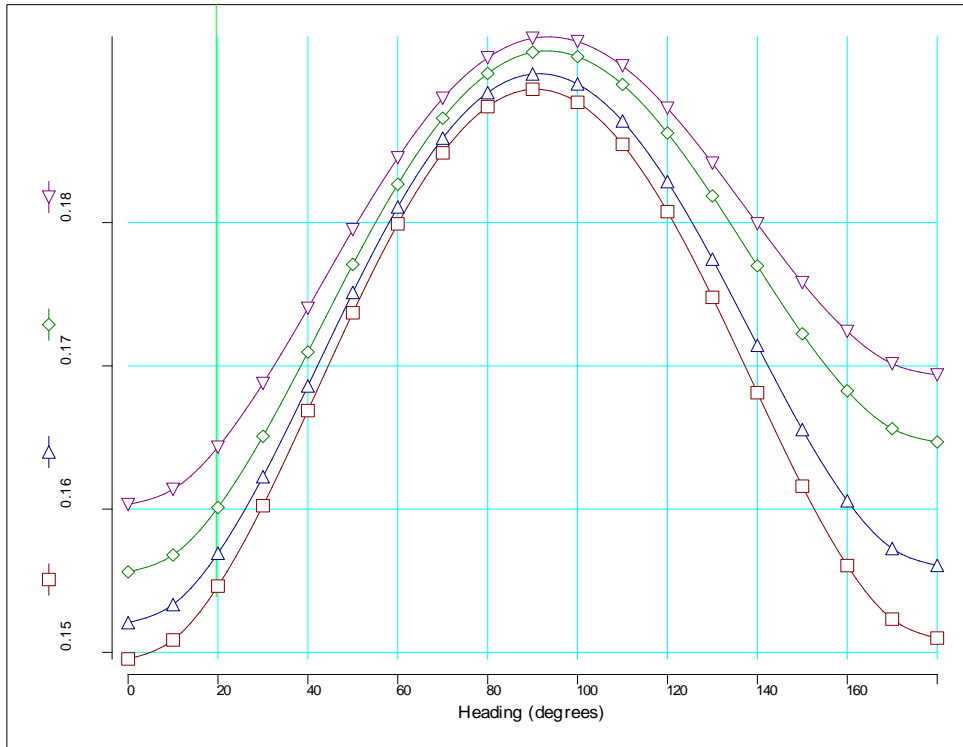
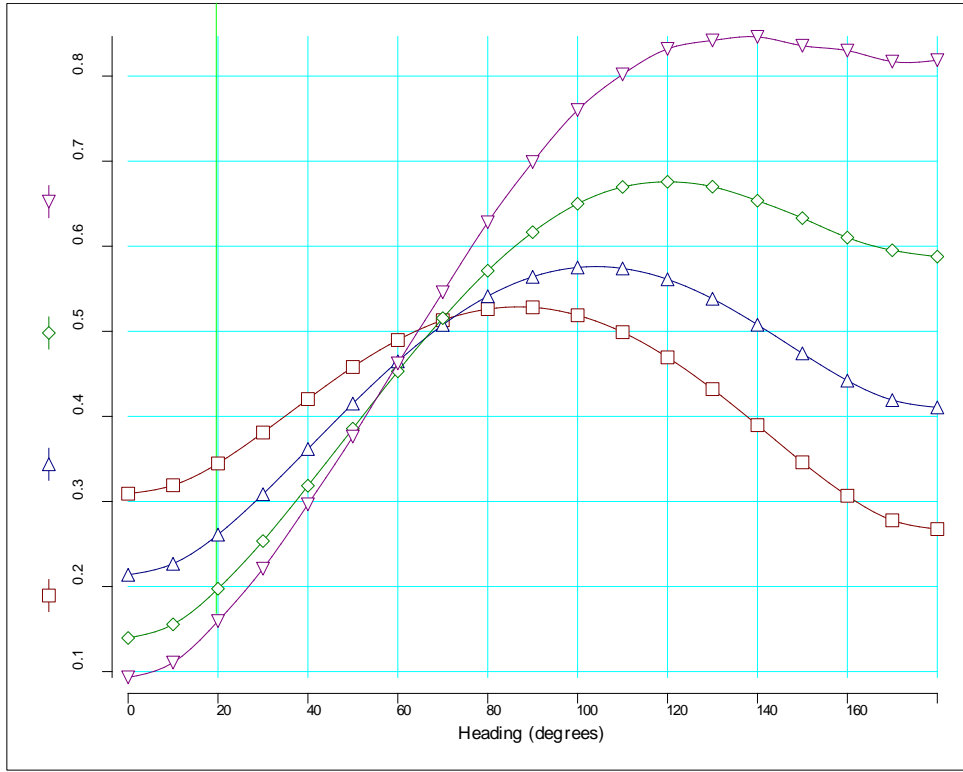
Şekil C.18 Gulet 18'in ilgili hareketler için RMS değerleri



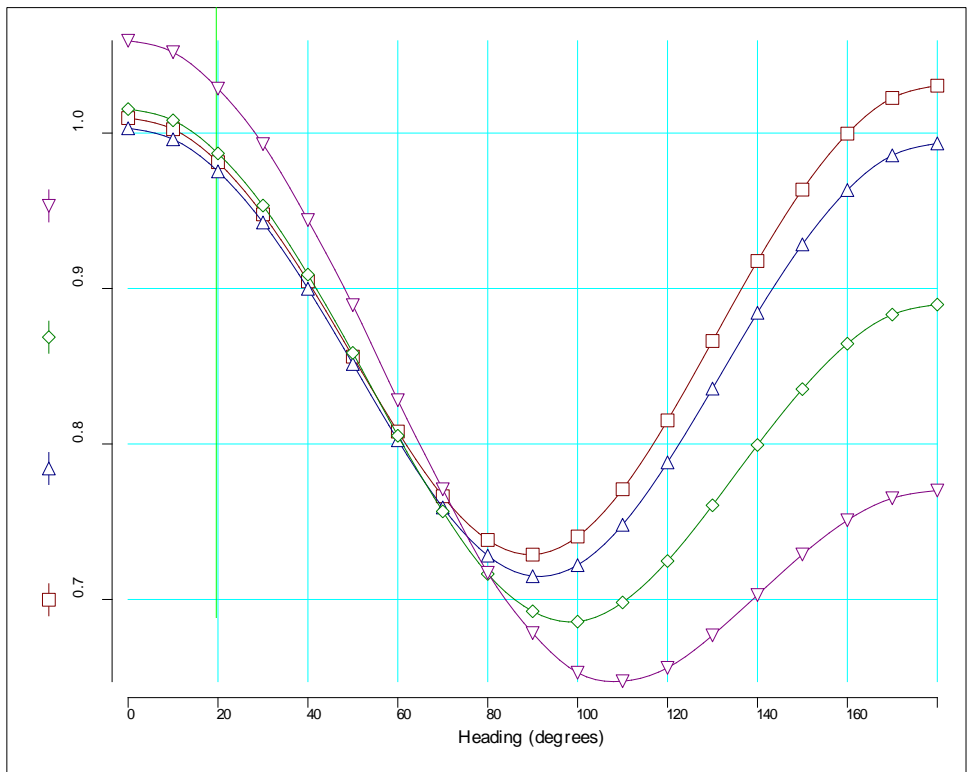
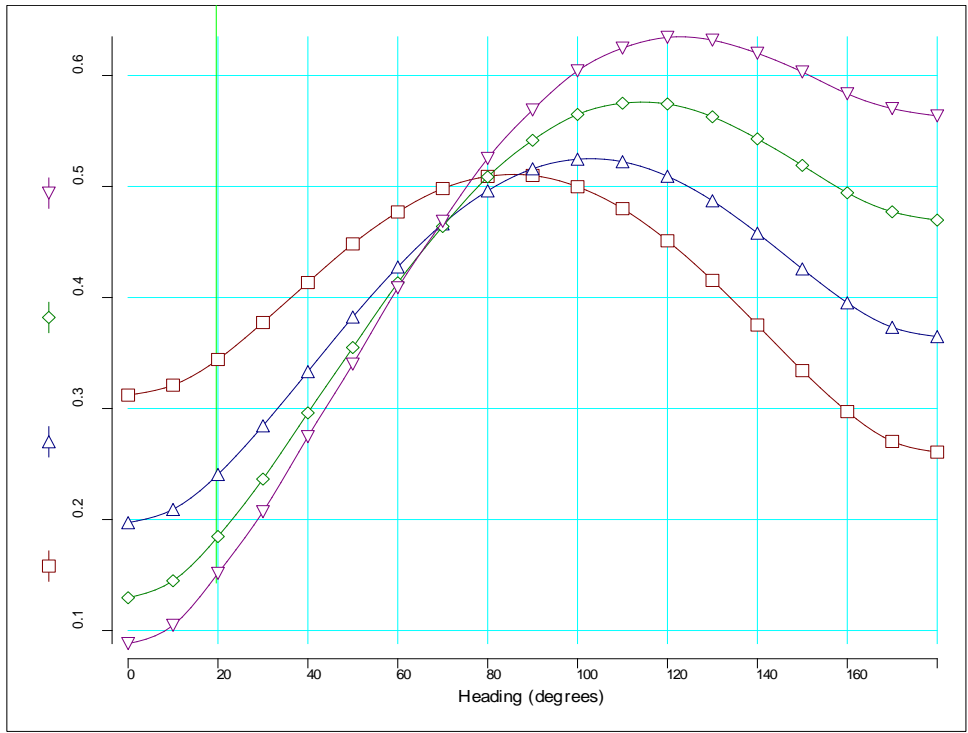


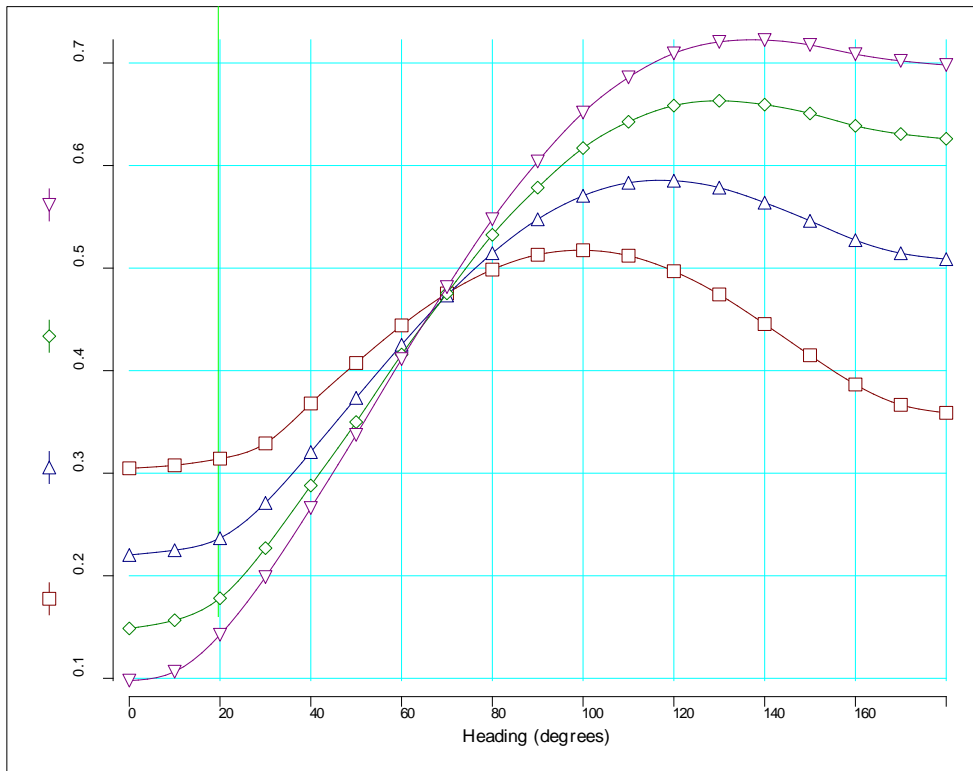
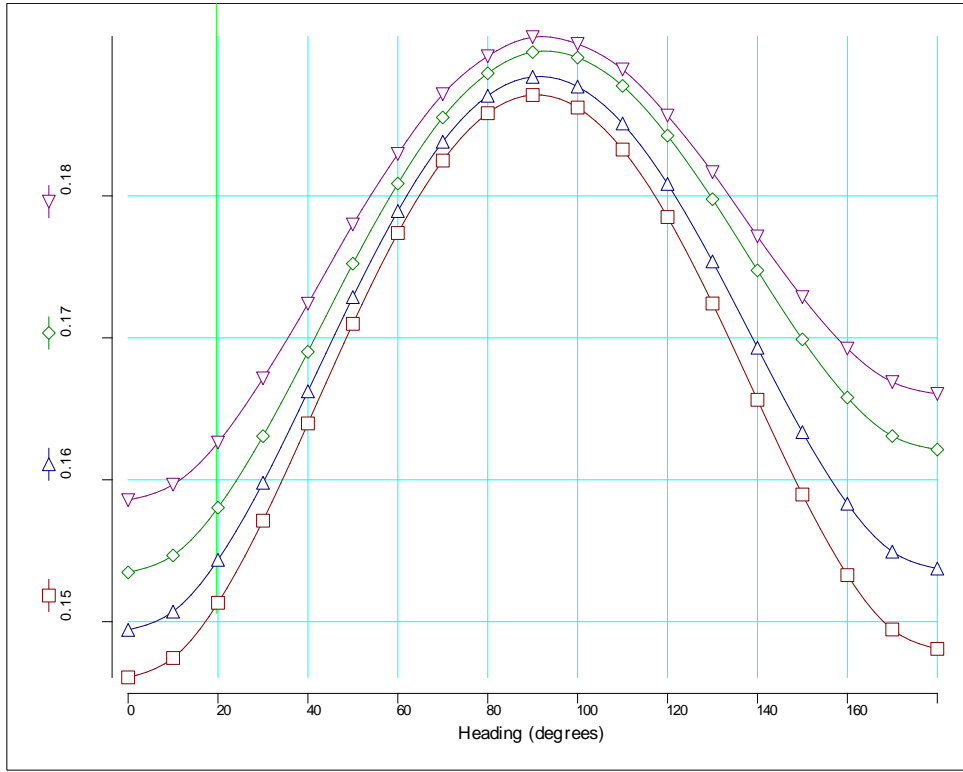
Şekil C.19 Gulet 19'un ilgili hareketler için RMS değerleri





Şekil C.20 Gulet 20'nin ilgili hareketler için RMS değerleri





Şekil C.21 Gulet 21'in ilgili hareketler için RMS değerleri

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ferdi ÇAKICI
Doğum Tarihi ve Yeri : 29.02.1988, KADIKÖY
Yabancı Dili :İNGİLİZCE
E-posta :fcakici@yildiz.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh. Anabilim Dalı	YTÜ	2013
Lisans	Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh. Bölümü	YTÜ	2010
Lise	Fen	Gebze Lisesi	2005

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2012	Yıldız Teknik Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

YAYINLARI

Makaleler

1. Gökçe M.K, Kınacı Ö.K, Çakıcı F., Hidrofoil Tekneler İçin Temel Dizayn Prensipleri ve Kanat Teorisi (GMO Yayınları)

Bildiriler

1. Çakıcı F., Kınacı, Ö.K., Yüksek Froude Sayılarında Çalışan Hidrofoiller Üzerinde Serbest Su Yüzeyi Etkisi, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 2012, Vol. 1, Issue 1, pp. 183-192, (2012)
2. Çakıcı F., Olcay A.B. Yalçın H., Aortik Kapakçık Yapraklarının Boyunun Ve Young Modülünün Regurjitasyona Etkisinin İki Boyutlu Sayısal Analizi, 17.Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı, Vol. 1, Issue 2, pp. 15-21, (2012)
3. Çakıcı F., Usta O., Doğrul A., Bayraktar S., Investigation of the Effects of Different Keel Geometries on a Sailing Yacht, 19th International Conference on Hydrodynamics in Ship Design&4th International Symposium on Ship Maneuvering, Vol. 1, Issue 1, pp. 61-70, (2012)
4. Doğrul A.,Çakıcı F., Kınacı Ö.K, Bayraktar S., Investigation of the Effects of Gurney Flap on the Lift OF NACA 0012 Airfoil in Varying Lengths, 19th International Conference on Hydrodynamics in Ship Design&4th International Symposium on Ship Maneuvering, Vol. 1, Issue 1, pp. 79-89, (2012)