



PIYADE TİPİ BALIKÇI GEMİLERİNİN SİSTEMATİK DİRENÇ ANALİZİ

A. ŞALCI, S. KALIPÇI

İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi

ÖZET

Piyade tipi balıkçı tekneleri özellikle Ege ve Akdeniz'in birleşme yeri olan Köyceğiz Gölü, Burdur ve Dalyan deltası çevresi başta olmak üzere, kıyılarımızdan on millik bir açıklığa kadar denizlerimizde ve içsularımızda çalışmakta ve balıkçılar tarafından çok tutulmaktadır. Ağaç malzemeden inşa edilen teknelerin en önemli üretim merkezi Marmaris - Bozburun'dur. Tekne boyları genelde 7 - 12 metre arasında değişmektedir. Tekne geometrisi; seriyi karakterize eden 10 metrelik bir teknenin çekek yerinde üç - boyutlu koordinatlama ile alınan ölçümleri, çekilen fotoğrafları bilgisayar ortamında değerlendirilerek elde edilmiş ve bilgisayardan alınan form planları farklı ölçeklerde çizilerek, gerekli düzeltmeler yapılmış ve kesin geometriye ulaşılmıştır. Elde edilen form planından, farklı yöntemler kullanılarak hidrostataik eğriler ve stabilize eğrileri hesaplanmıştır. [1]

Piyade tipi balıkçı teknesinin 10/3 oranında geometrik benzer bir ağaç modeli yapılarak, İTÜ Gemi Model Deneysel Laboratuvarında deneysel çalışmalara geçilmiştir.

150 x 6 x 3.4 metre boyutlarındaki büyük model deneysel tankında:

- * Değişen su hatlarında (Su çekimlerinde) çekerek,
- * Başa ve kıça değişik trim açılarında çekerek,
- * İleri ve geri (Tornistan) şartlarında çekerek,

teknenin direnç yapısı incelenmiştir. Yapılan her deneyin direnç datası değerlendirilerek, form faktörünün hesabı yolu ile gemi ölçeğinde sonuçlara ulaşılmıştır. Daha sonra parametrelerin değişimi, analize dahil edilerek çeşitli karşılaştırmalı sonuçların elde edilmesi sağlanmıştır.

1. GİRİŞ

Piyade tipi balıkçı tekneleri, özellikle Ege ve Akdeniz'in birleşme yeri olan Köyceğiz Gölü havzası ve Dalyan deltası başta olmak üzere kıyılarımızdan on millik bir açıklığa kadar çimnizlerimizde ve içsularımızda çalışmakta ve balıkçılarımız tarafından çok tutulmaktadır. Teknelerin en önemli üretim merkezi, Marmaris - Bozburun'dur. Ağaç malzemelerden inşa edilen teknelerin boyları genellikle 7 - 12 metre arasında değişmektedir. Teknelerin geometrisi yaklaşık 80 yıllık bir tarihi süreç boyunca gelişerek bugünkü şeklini almıştır. Halen ustalar tarafından kalıp üzerine yapılmakta olup, yapımları sırasında mühendislik ürünü olan herhangi bir proje, çizim ve hesaplama uygulanmamaktadır. Türk sularında çalışmakta olan geleneksel "Taka", "Çektirme", "Alametro", "Tırhandil", "Gulet" gibi v.s. teknelerde olduğu gibi, bu teknelerde tekne yapım ustalarının, tekneyi kullanan balıkçılar ve denizcilerin yıllarca süren gözlem ve deneyimlerinin bir bileşkesi olarak ortaya çıkmışlardır. Form planlarının olmaması nedeni ile, bugüne kadar bu tekneler için bilimsel nitelikli bir araştırmaya girmek mümkün olamamıştır.

[1]'de açıklandığı gibi, piyade tipi balıkçı tekneleri ile ilk bilimsel çalışmalar Köyceğiz Gölünde yapılan geosim deneyler ile gerçekleşmiştir. Bu çalışma kapsamında teknelerin geometrisi de tespit edilerek form planları çizilmiştir. Geosim deneylerde 7 - 12 metre arasında boyları değişen geometrik benzer tekneler örnekleme yolu ile seçilerek teker teker deney tabii tutulmuşlardır. Buradaki çalışmada ise, teknenin model ölçeğinde hidromekanik datsının bilimsel olarak tespiti öngörülmüştür. Model deneylerinin tüm yönleri ile tamamlanmasından sonra, model - gemi arasındaki karşıt ilişkiler (korelasyonlar) ortaya çıkacaktır. Buradaki çalışmada; piyade tipi balıkçı teknesinin 10/3 ölçekli ağaçtan yapılmış modeli ile İTÜ Gemi Model Deney Laboratuvarında sistematik direnç deneyleri yapılmış ve bunların bilgisayar destekli direnç analizleri elde edilmiştir. Diğer bir deyişle, adeta teknenin "Direnç Anatomisi" ortaya konmuştur.

Model ölçeğindeki sonuçların, gemi (prototip) ölçeğindeki sonuçlar ile karşılaştırması ve laboratuvarın kalibrasyonu ise daha sonraki bir aşamada ele alınacak araştırma konularını oluşturmaktadır.

2. MATEMATİK MODELLEME

Teknelerin direnç - güç hesapları, benzerlik yasalarından yararlanılarak model direnç deneyi sonuçları kullanılarak yapılmıştır. İTÜ Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarının model çekme tankında geometrik benzerlik oranı 10/3 olan (model ölçeği : 3/10) ve ihlamur ağacından yapılmış M 204 numaralı model, çekme arabasındaki mekanik Atwood dinamometresine bağlanarak deney esnasında toplam direnç değerleri ölçülmüştür. Deneyler sırasında dinamometreye, belirli bir sıraya göre değişen ağırlıkta daralar asılmış ve böylece artan model ilerleme hızlarına karşı gelen toplam direnç değerleri ölçülmüştür. Deney başlangıcında havuzun liman kısmında model, deneyin şartlarına göre hazırlanmıştır. Modelin dinamometre ile (diğer bir deyimle çekme arabası ile) bağlantısını sağlayan tel

modelin yüzdüğü su hattına bağlı olarak hacim merkezi yüksekliğine konumundan (KB değeri) tespit edilmiştir. Modelin ilk çekiminden önce havuz suyu laminar akımın bozulması için hareketlendirilmiştir. Herbir çekme deneyi arasında, tanktaki dalgaların sönmülerek sa-
 kin su şartlarının oluşması beklenilmiştir. Deney esnasında model çekme arabasında beş ki-
 şilik deney personeli hazır bulunmuştur. Deney sonucunda elde edilen deney datası (ham
 veriler) bilgisayar ortamında değerlendirilerek, hesaplamalara temel teşkil eden düzenlenmiş
 data elde edilmiştir.

Atwood dinamometresinde bulunan yarıçapları 1/2 oranlı makaraların küçük olanına dara
 asılması ve büyük olanına modeli çeken telin bağlı olması nedeni ile deney sırasında ölçü-
 len toplam direnç değeri, moment dengesi nedeni ile asılı ağırlık miktarının (dara) yarısı
 olmaktadır. Bu nedenle, asılı ağırlık değerini w ile gösterirsek,

$$R_{tm} = w / 2 \quad \dots(01)$$

Geminin direncinin hesaplanmasında k form faktörü, ters dönüşüm uygulanmış modifiye eks-
 trapolatör eğrisi yardımı ile Hughes yöntemine ve Prohaska yaklaşık yöntemine göre ayrı ayrı
 hesaplanmıştır. Güç hesabında Hughes yöntemi ile bulunan k değeri esas alınmıştır.

a) Hughes yöntemine göre form faktörü:

Sürtünme direnci katsayısı iki - boyutlu bir levha için ITTC -1957 formülüne göre,

$$C_f = 0.075 / (\text{Log } Re - 2)^2 \quad \dots(02)$$

dir. $Re \rightarrow \infty$ iken, $\lim C_f \rightarrow 0$ olmaktadır.

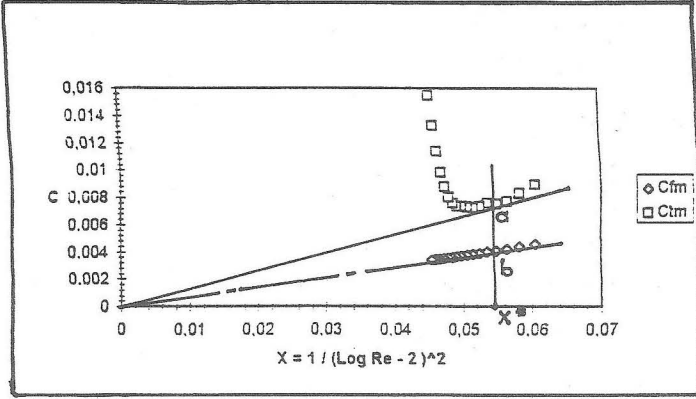
$$1 / (\text{Log } Re - 2)^2 = X \quad \dots(03)$$

dönüşümü ile sürtünme direnç katsayısı, $C_f = 0.075 X$ şeklinde bir doğruya dönüşür.
 Böylece, $(Re - C_t)$ diyagramındaki zarf eğrisi de $(X - C_t)$ diyagramında orjinden geçen
 bir doğruya dönüşmüş olur.

Apsis eksenini : $1 / (\text{Log } Re - 2)^2 = X$

Ordinat eksenini : C_t, C_v, C_f

olsun.



Şekil 2.1 Hughes'a göre form faktörünün bulunuşu

Orjinden geçen ve C_{tm} eğrisine teğet olan doğru (viskoz direnç) çizilirse değme noktasında

$$C_{wm} = 0 \quad [1,2]$$

olur. Hughes'a göre,

$$C_v = (1+k) C_f \quad \dots (04)$$

$$k = (C_v / C_f) - 1 = (a+b) / b - 1$$

ve $k = a / b \quad \dots (05)$

olur.

b) Prohaska yöntemine göre form faktörü:

Bu yöntemde ; blok katsayısı yönünden dolgun olmayan formlarda Froude sayısı, $F_n = v / \sqrt{g.L} = 0.10 - 0.22$ arasında yaklaşık olarak on adet deney datasının kullanılmasının uygunluğu tavsiye edilmektedir.[3]

$$k = (C_v - C_f) / C_f \quad \dots(06)$$

$$C_t = C_v + C_w = (1 + k) C_f + C_w \quad \dots(07)$$

$$C_w = y \cdot Fn^4 \quad \dots(08)$$

$$C_t / C_f = (1 + k) + y \cdot Fn^4 / C_f \quad \dots(09)$$

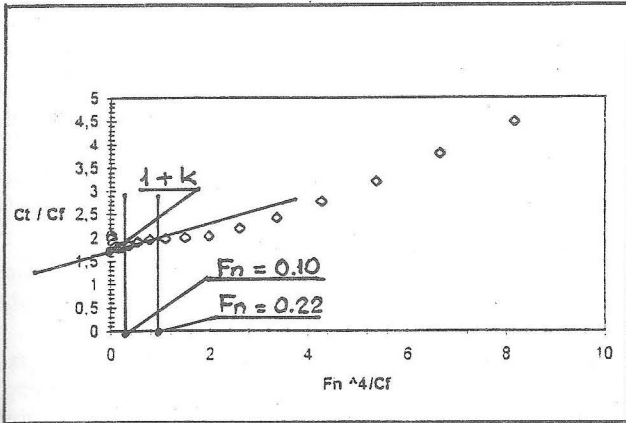
farzedilirse,

Burada C_w dalga direnç katsayısı, C_v viskoz direnç katsayısı ve y ise, Prohaska tarafından tanımlanmış bir katsayıdır.

$0.1 < Fn < 0.22$ arasında kalan noktalardan yaklaşık olarak bir doğru geçirilirse, bu doğru ordinat eksenini kestiği noktadan $(1 + k)$ değeri okunur. Grafikte,

Apsis eksenini : Fn^4 / C_f

Ordinat eksenini : C_t / C_f



Şekil 2.2 Prohaska'ya göre form faktörünün bulunuşu

form faktörü k , bulunduktan sonra sistematik olarak modelin direnç katsayılarından geminin direnç katsayılarına geçiş ve gemi gücünün hesabı, Benzerlik Yasalarına göre yapılır. Model direnç deneyinden elde edilen değerler, ilerleme hızı v_m (m/s.) ve toplam direnç R_{tm} (kg.) şeklindedir.

$$Fn = v / \sqrt{g.L} \quad \dots(10)$$

ve $Re = v.L / \nu \quad \dots(11)$

Modelin yüzdüğü tatlı suyun sıcaklığı t_m ($^{\circ}C$) ve geminin yüzdüğü tuzlu suyun standart sıcaklığı $t_s = 15^{\circ}C$ ' ye karşılık gelen kitlesel yoğunluklar ρ_m, ρ_s ve kinematik viskozite değerleri ν_m, ν_s olsun. Modelin yüzdüğü su hattındaki ıslak yüzey alanı S_m ve bunun gemi için karşısı S_s ile gösterilsin. ITTC - 1957 'ye göre,

$$C_{fm} = 0.075 / (\text{Log } Re_m - 2)^2 \quad \dots(12)$$

Toplam direnç katsayısı, $C_{tm} = R_{tm} / (1/2 \cdot \rho_m \cdot S_m \cdot v_m^2) \quad \dots(13)$

Viskoz direnç katsayısı, $C_{vm} = (1+k) C_{fm} \quad \dots(14)$

Dalga direnç katsayısı, $C_{wm} = C_{tm} - C_{vm} \quad \dots(15)$

dir. Froude benzerliğine göre, $Fn_m = Fn_s$ de $C_{wm} = C_{ws} \quad \dots(16)$

ve $v_s = \sqrt{\alpha} \cdot v_m \quad \dots(17)$

yazılabilir. Ayrıca, $V_s = v_s / 0.5144$ (1 knot $\cong 0.5144$ m/s.) dir.

Gemi için karşıt değerler, $Re_s = v_s \cdot L_s / \nu_s$ olmak üzere

$$C_{fs} = 0.075 / (\text{Log } Re_s - 2)^2 \quad \dots(18)$$

$$C_{vs} = (1+k) C_{fs} \quad \dots(19)$$

$$C_{ts} = C_{vs} + C_{ws} \quad \dots(20)$$

$$R_{ts} = C_{ts} \cdot 1/2 \cdot \rho_s \cdot S_s \cdot v_s^2 \quad \dots(21)$$

efektif (etkin) güç değeri, metrik sistemde B.G. olarak,

$$EHP = R_{ts} \cdot v_s / 75 \quad \dots(22)$$

abilir.

SİSTEMATİK DİRENÇ ANALİZİ

Bölümde yapılan işlemler dizisindeki sıra aşağıda belirtildiği şekildedir.

- İlk olarak deney kod numarası başlığı altında öncelikle modelin deney şartlarını belirten parametreler açıklanmış ve daha sonra deney datası karşıt model hızı (v_m) ve model toplam direnci (R_{tm}) olmak üzere verilmiştir. Deney datası (row data - ham veriler) grafiğinden düzeltilmiş data grafiği eğri uydurma yöntemi ile elde edilmiş ve sayısallaştırılmıştır.
- Düzeltilmiş datadan hareketle; C_t , C_f direnç katsayıları modifiye ekstrapolatör diyagramı üzerinde çizilerek [1] , Hughes yöntemine göre form faktörü elde edilmiştir.
- Karşılaştırma amacı ile, aynı zamanda Prohaska yaklaşık yöntemine göre de form faktörü değerleri hesaplanmıştır. [3]
- Hughes yöntemi ile bulunan form faktörü esas alınarak C_t , C_v , C_f , C_w direnç katsayılarının değişimi logaritmik Reynolds sayısı tabanına göre çizilmiştir. [2,3]
- Akışkan yüzeyinde hareket eden cisimlerin (yüzey gemileri) bağlı olduğu benzerlik yasalarına göre ; gemi model deneyi sonuçlarından hareketle, karşıt geminin (prototip) güç değerlerinin elde edilmesinde geçen tüm ara kademeler, bir tablo formunda değişen hızların fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. [2]

- Son olarak, gemi hızı (V_s) tabanlı efektif güç değişimleri (EHP) grafik olarak elde edilmiştir. [2,3]

B) Model deney tankında yapılan her bir deneyin direnç analiz sonuçları çeşitli parametrelerin değişimini birarada gösterecek şekilde gruplandırılmış ve bunun sonucu olarak, değişik açılardan karşılaştırmaların yapılması mümkün olmuştur. Verilen grafiklerde parametre değişimleri, çizgi çeşitleri ile tanımlanmıştır.

- Modelin değişik yükleme şartlarında diğer bir deyimle değişen su çekimlerinde deneyleri yapılarak su çekimi değişiminin model direnci ve gemi gücüne olan etkileri araştırılmıştır.
- Yüklü su hattında (LWL = WL3) modelin başa / kıça değişik açılarda trimli olması durumunda direnç - güç yönünden davranışları incelenmiştir.
- Model tornistan (geri hareket) şartlarında ve yüklü su hattında çekilerek ileri ve geri harekette direnç - güç davranışları incelenmiştir.
- Su çekimi değişimi ile form faktörünün değişimi incelenmiştir.
- Başa / kıça olmak üzere trim açısının değişimi ile form faktörünün değişimi incelenmiştir.

4. SONUÇLAR

Model deneyleri datasından elde edilen düzenlenmiş datanın kullanılması ile, benzerlik yasalarına göre yapılan detaylı analizler sonunda ortaya çıkan sonuçları şu şekilde özetleyebiliriz.

- Hughes ve Prohaska yöntemlerine göre hesaplanan form faktörlerinin büyük bir yaklaşıklıkla aynı olduğu görülmüştür.
- Su çekiminin artması ile, model direncinin ve buna bağlı olarak gemi gücünün arttığı görülmüştür.
- Trimli yükleme durumunda, trim açısının kıça 4° ye kadar değişen değerlerinde dirençte ve dolayısı ile güçte düşme görüldüğü, buna karşılık başa trimin uygun sonuç vermediği anlaşılmıştır.
- Tornistan halinde, direncin ve gücün ileri harekete göre arttığı buna karşılık yüksek hızlarda ($v_m > 2$ m/s. , $V_s > 7$ knot. , $Fr > 1.25$) farkın sıfırlandığı görülmüştür.

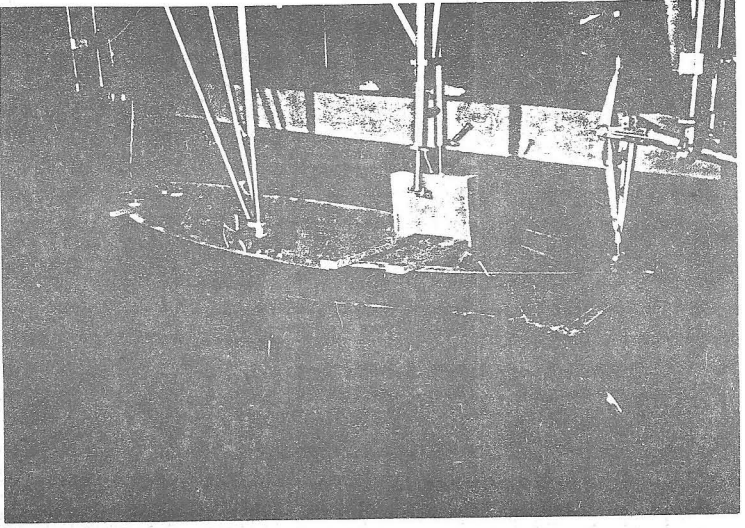
$V_s = 5$ knot. servis hızında tornistan hareketin ileri harekete göre güç ihtiyacı %12.5 daha fazladır. Bununla birlikte, tornistan hızlarının düşük olması nedeni ile bu durumun pratik bir anlamı yoktur. Teknenin tornistanda direnç karakteristiği olumludur.

- Su hattı (su çekimi) değişimi ile form faktörünün arttığı gözlenmiştir. Bu değişimin içinde minimum form faktörünü veren su çekiminin yaklaşık olarak WL3' e denk geldiği tespit edilmiştir. Bu da dizaynı su çekiminin direnç yönünden seçiminin uygun olduğunu göstermektedir.
- Form faktörünün başa / kıça trim halinde 0.82 ile 0.95 arasında değiştiği, maksimum form faktörünün başa / kıça 3° trim açılarında olduğu, bunun dışında azalma gösterdiği anlaşılmıştır. Form faktörü yönünden trimsiz yükleme durumu en uygun olamdır.

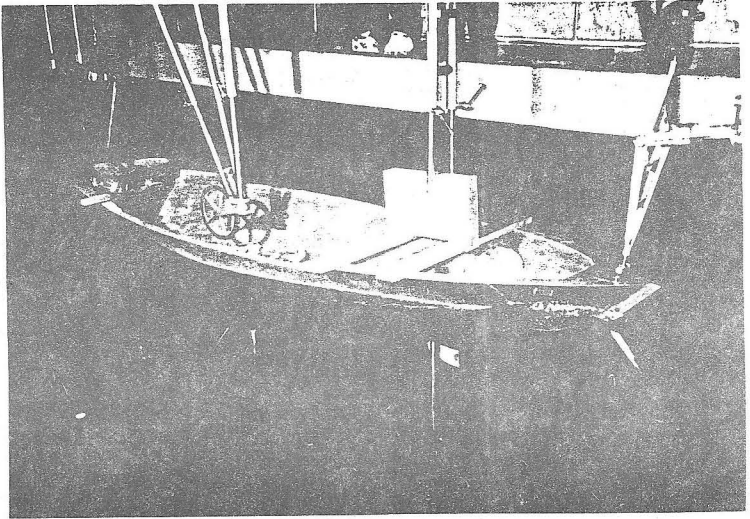
KAYNAKLAR

- [1] ŞALCI, A. *Köyceğiz Dalyanında Çevre ve Doğanın Korunması. Alt Proje No : 02 Köyceğiz Gölü - Dalyan Nehri İçsu Yolu Tekne Trafiğinin Düzenlenmesi. Son Rapor I, II, III.*
Başbakanlık Ö.Ç.K.K. - GTZ. TÜBİTAK - MAM. Ekim - 1991
- [2] KAFALI, K. *Gemi Formunun Statik ve Dinamik Esasları, cilt II (Gemi Direnci ve Sevki)* 1982
- [3] HARVALD, AA. Sv. *Resistance and Propulsion of Ships.*
John Wiley and Sons. Canada, 1983

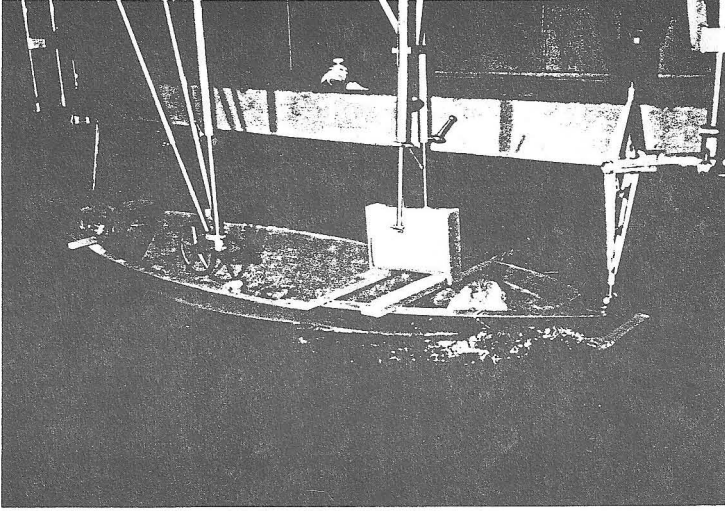
Teşekkür : Bu çalışmanın hazırlanmasında, emeği geçen Arş. Gör. Şebnem Helvacıoğluna, Dr. Zafer Kampek'e ve Model Deney Laboratuvarının tüm ressam ve teknisyenlerine teşekkür etmeyi bir borç biliriz.



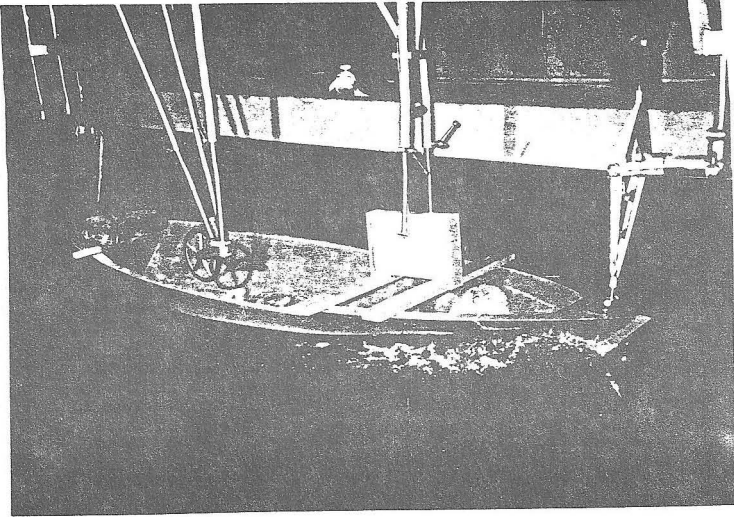
$V_s = 5$ knot., $v_m = 1,412$ m/s. karşıt hızda model direnç deneyi. (LWL = WL 3)



$V_s = 5$ knot., $v_m = 1,412$ m/s. karşıt hızda model direnç deneyi. (LWL = WL 5)

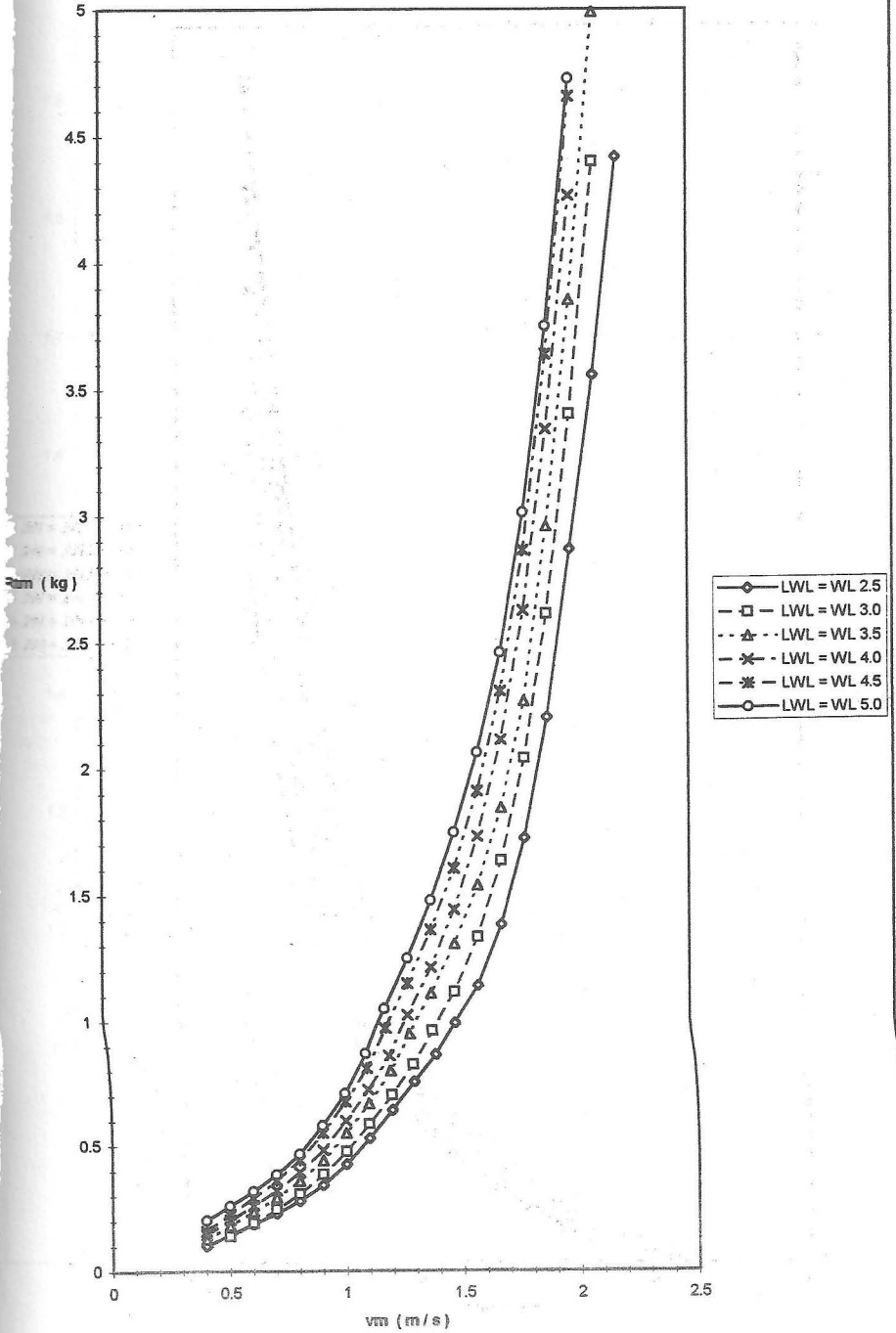


$V_s = 6$ knot., $v_m = 1,691$ m/s. karşıt hızda model direnç deneyi. (LWL = WL 5)

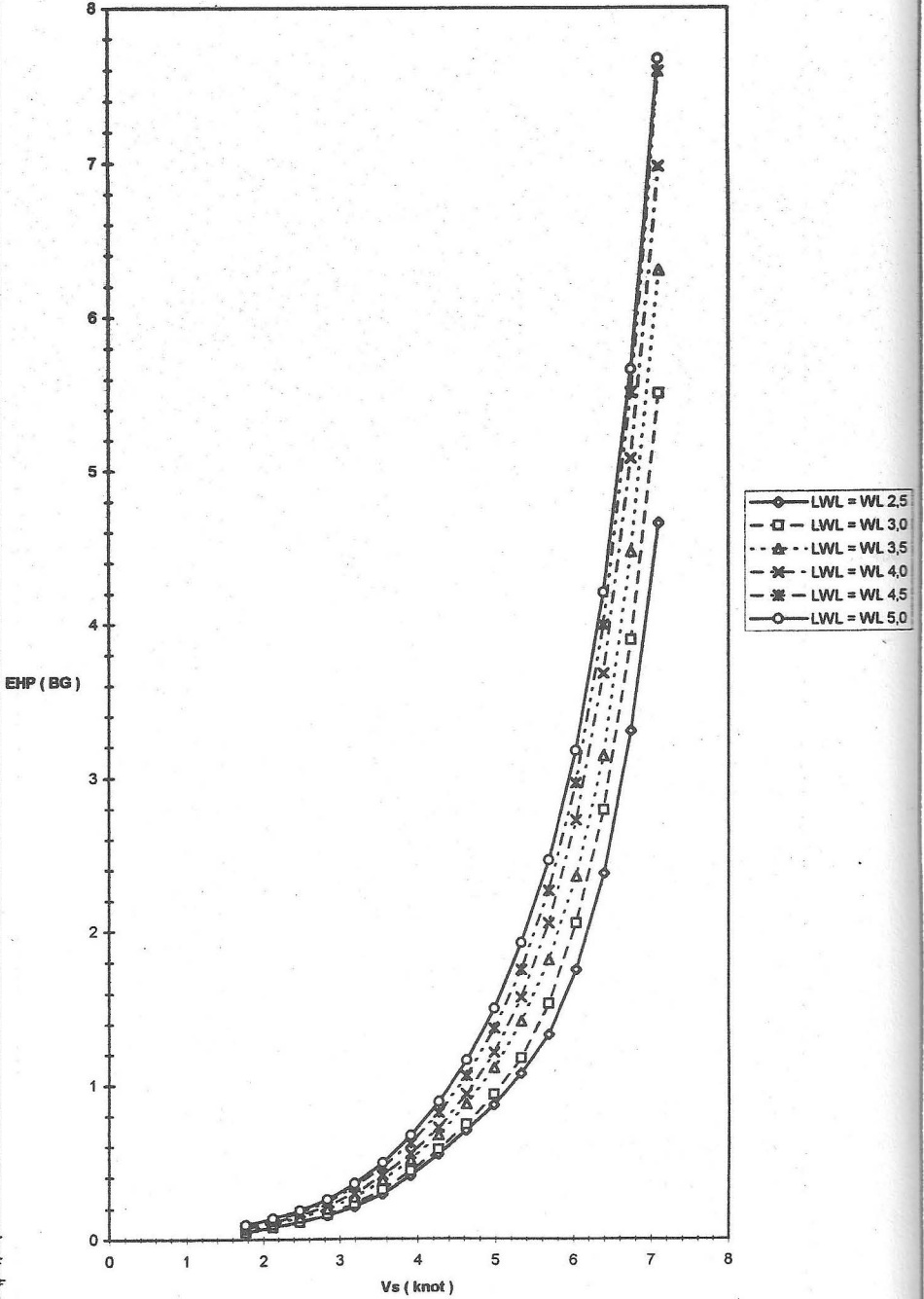


$V_s = 7$ knot., $v_m = 1,972$ m/s. karşıt hızda model direnç deneyi. (LWL = WL 5)

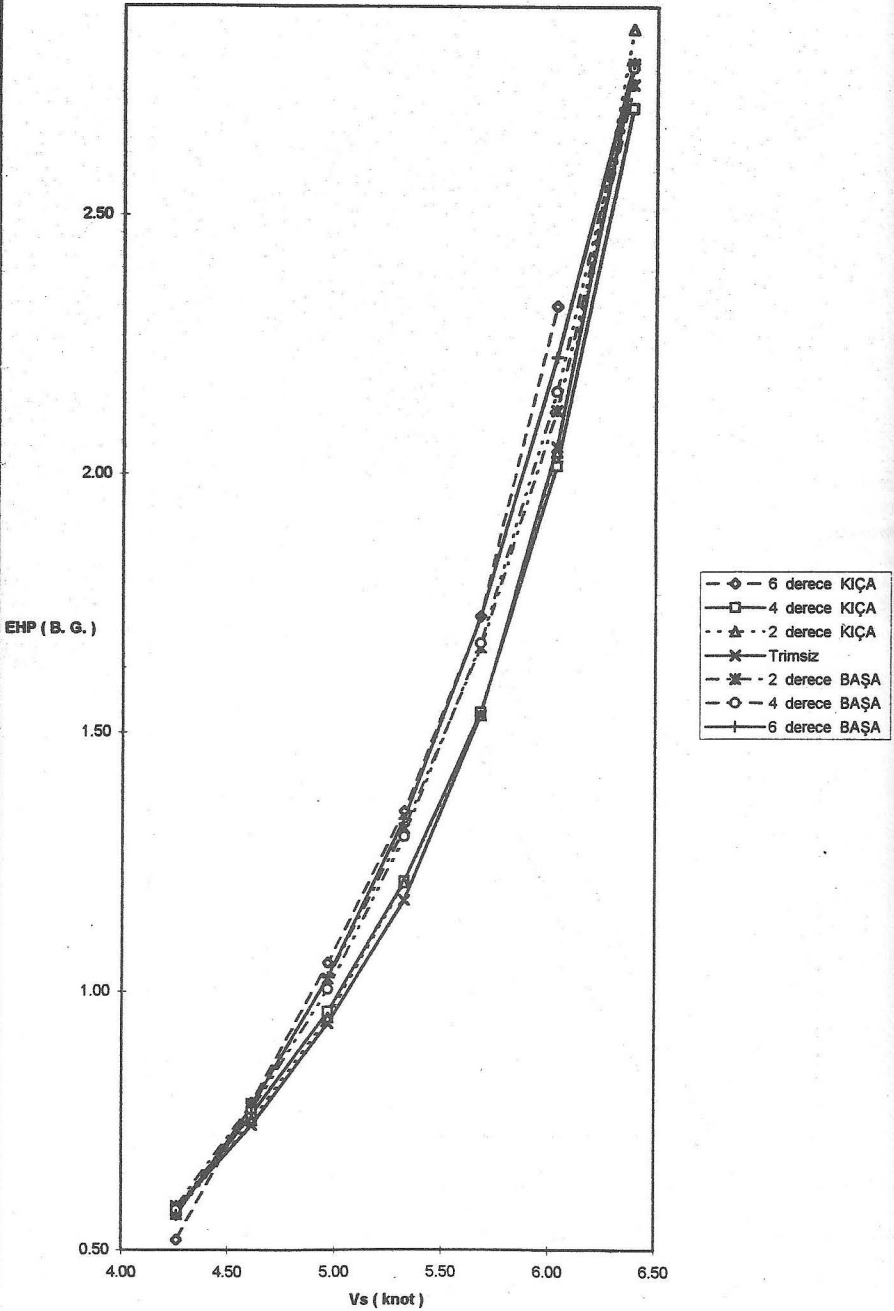
Su hattı (Su çekimi) değişiminin model direncine etkisi



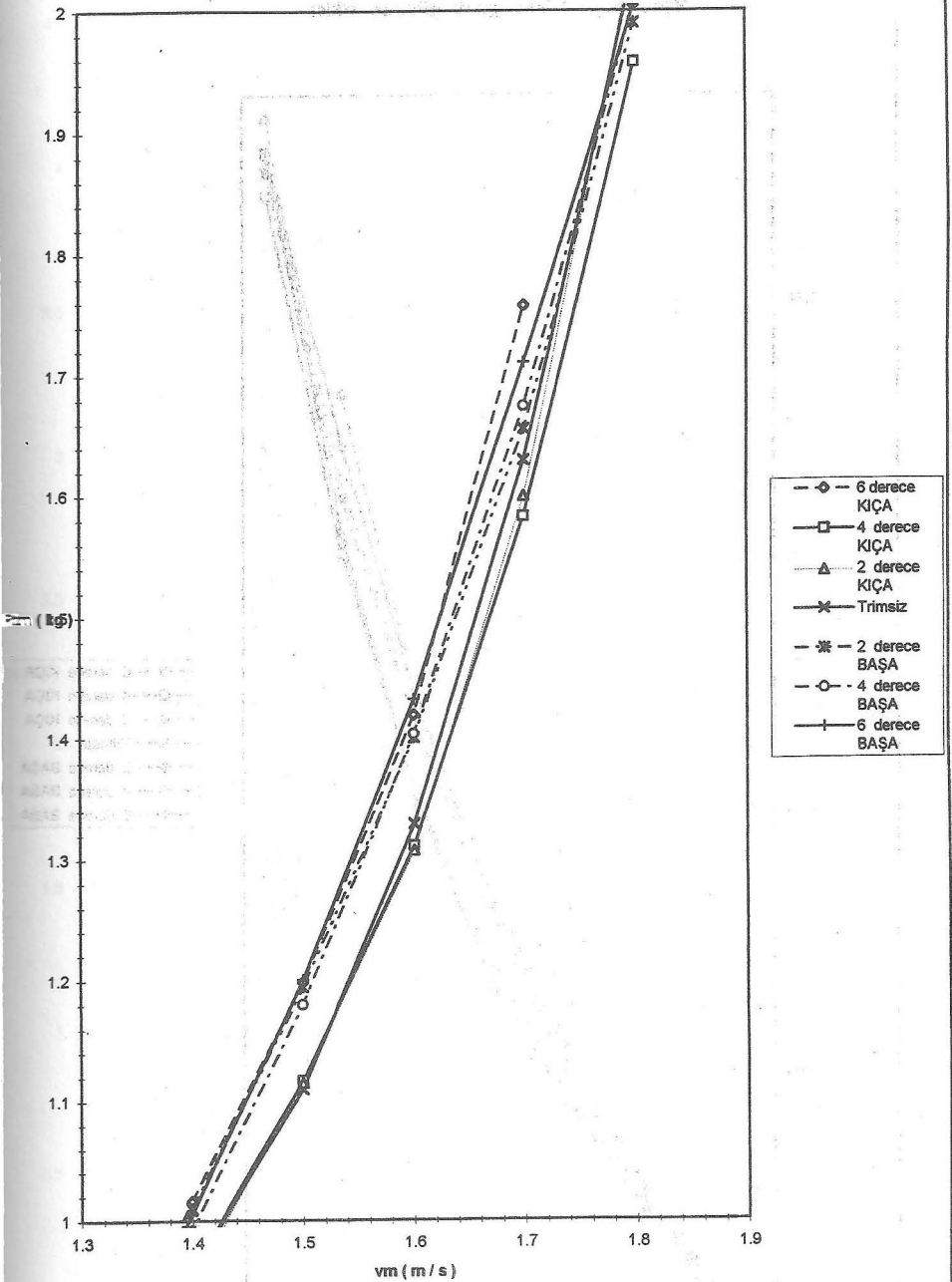
Su hattı (Su çekimi) değişiminin gemi gücüne etkisi



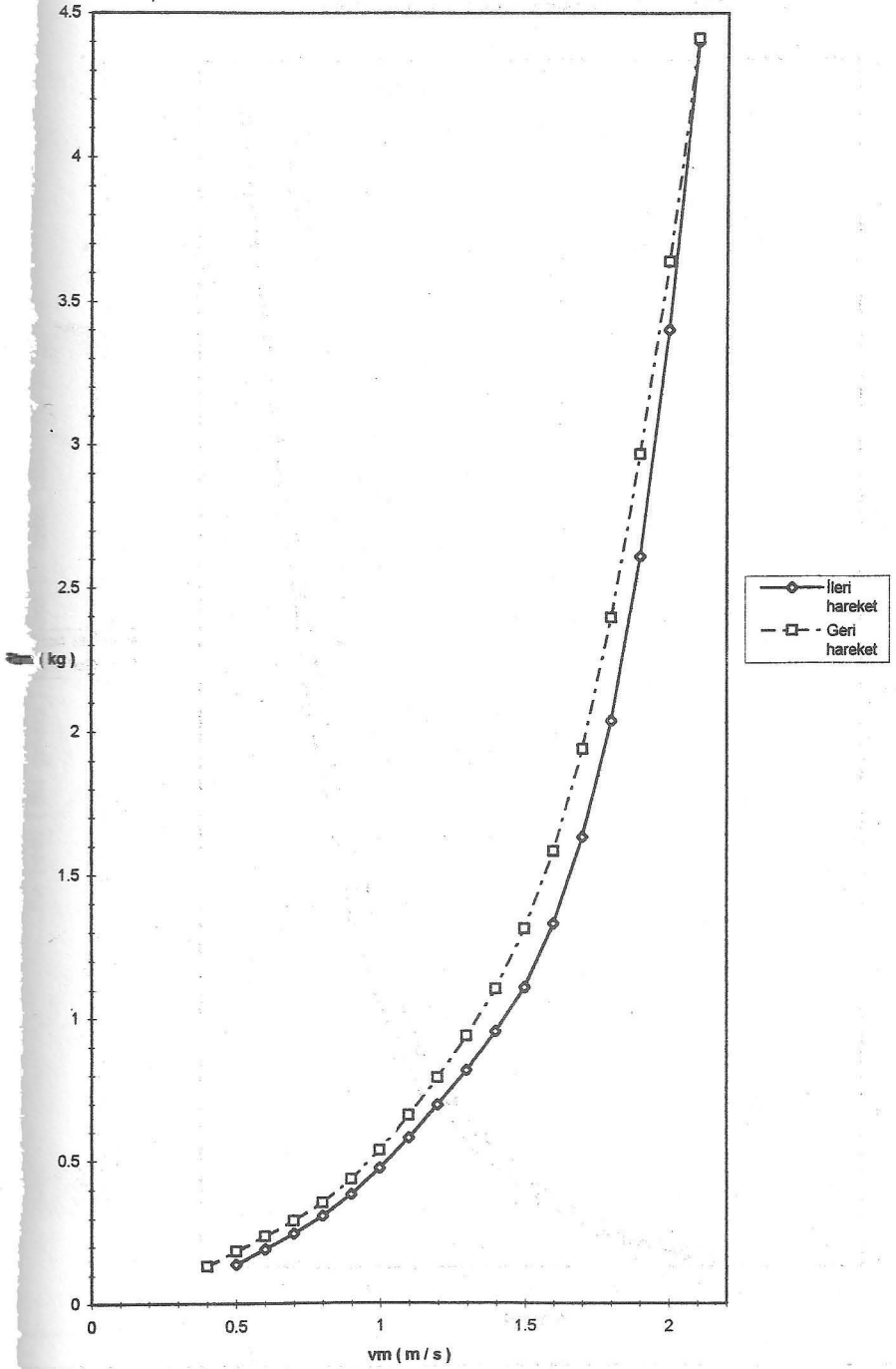
Başa / Kıça Trimin gemi gücüne etkisi



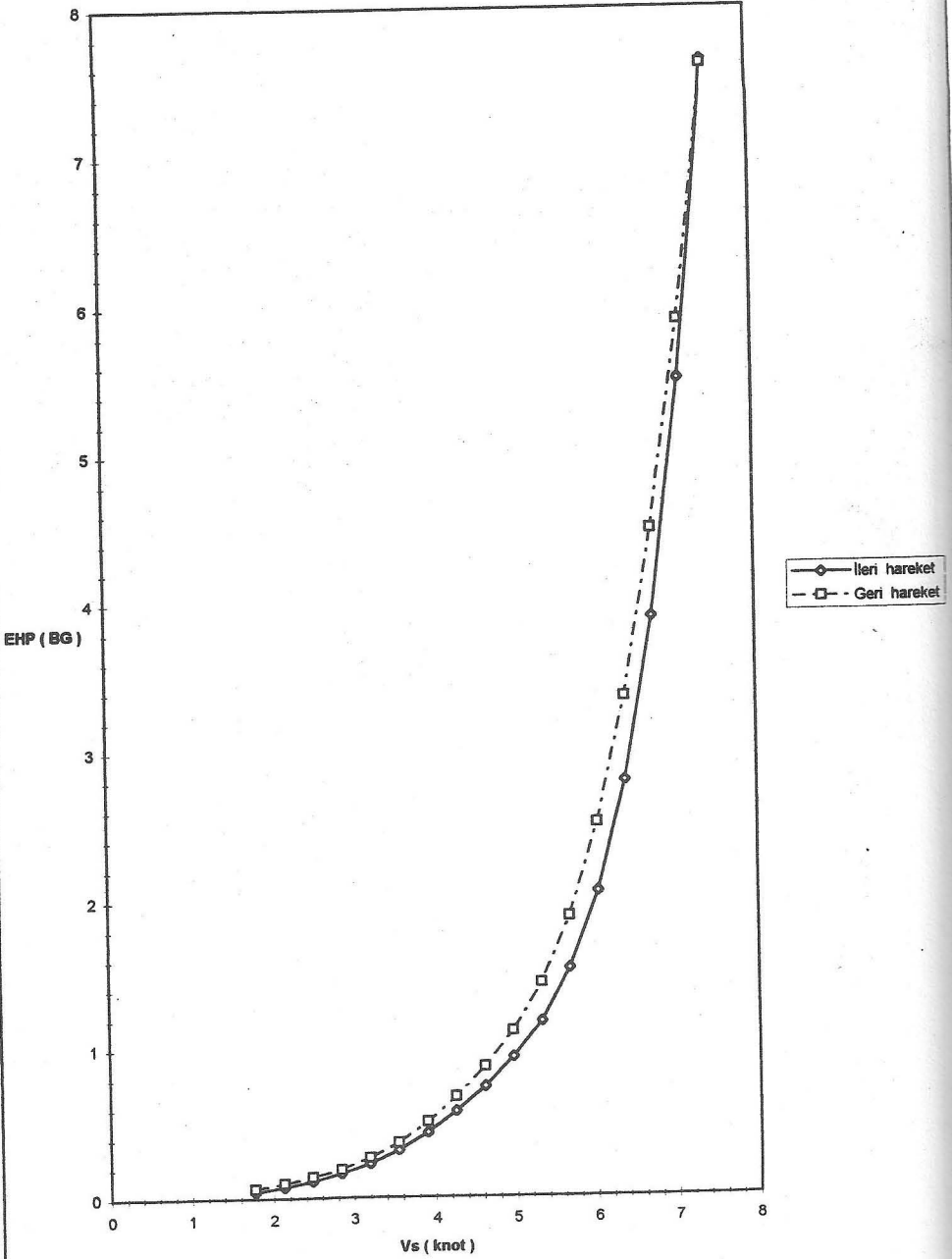
Başa / Kıça trimin model direncine etkisi



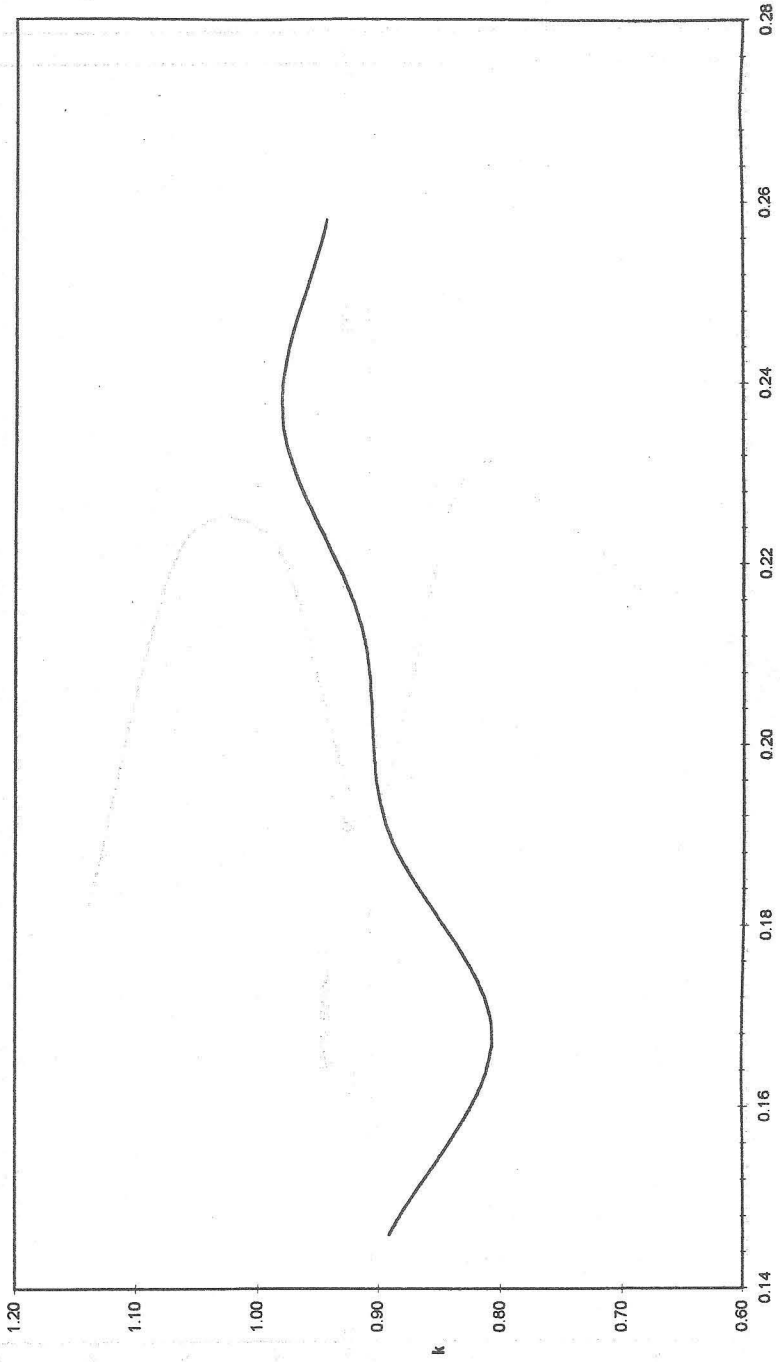
İleri ve geri hareketin model direncine etkisi



İleri / Geri hareketin gemi gücüne etkisi



Su hattı (Su çekimi) değişiminin form faktörüne etkisi



Form faktörünün başa / kıça trim ile değişimi

