

# MOTORBOTLARIN DİRENCİNİ TAHMİN ETMEDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Abdi KÜKNER<sup>1</sup>, M.Alp KADIOĞLU<sup>2</sup>

## ÖZET

Bu çalışmada motorbotların tarihi gelişimine değinilerek motorbotlar için günümüzde kullanılan direnç tahmin yöntemleri kısaca açıklanmıştır. Savitsky, Radojcic, Blount – Fox, Lahtiharju ve Wyman yöntemleri ele alınıp incelenmiş ve bu yöntemlerden bazıları örnek bir kayıcı tekneye uygulanıp direnç tahminleri yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada, kayıcı teknelerin ön tasarımında gerekli olan güç değerlerinin belirlenmesi konusunda, hangi yöntemin, hangi aralıklarda daha tutarlı çalıştığının bulunması amaçlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Motorbotlar, direnç, tahmin yöntemleri, Savitsky

## ABSTRACT

### "METHODS USED FOR ESTIMATION OF POWERBOAT RESISTANCE"

This report is concentrated mainly on investigation and questionnaire on the accuracy of these methods used in powerboat design for the aim prediction and estimation of resistance values. The work contains a brief timeline on the historical development background of powerboats and emphasizes the processes of the four methods: Savitsky, Radojcic, Blount-Fox, Lahtiharju and Wyman. After detailed research, the focus of the work expands to the inquiry part where a planing hull boat is used as an experiment device and all obtained data is summerized by comparing the result from each method with others'. The objective of the work is to make an evaluation on some of these methods and identify the intervals where each of these methods seem to be the suitable coherent tool for the preliminary design of powerboats.

**Key Words:** Powerboats, resistance, prediction methods, Savitsky

## 1. GİRİŞ

Motorbotların gelişim sürecini incelemek için bir asır öncesine bakmamız yeterli olacaktır. Yüz yirmi beş yıl önce, Friedrich Lürssen tarafından tasarlanan ve üretilen tekne, dünyanın ilk motorbotu olarak kabul edilmektedir. Bu motorbot 6m boya sahip olmakla beraber Gottlieb Daimler tarafından üretilmiş motoru, 0,462 litre silindir hacminde olup 60 kg ağırlığında ve 700 rpm' de 1.5 HP güç üretmekteydi. [1]

Motorbotları tanımlayacak olursak: içten yanmalı veya elektrik motoru ile donatılmış nispeten küçük deniz aracıdır diyebiliriz. [2] Motorbotlar genel olarak boylarına göre sınıflandırılırlar. Bunun sebebi, benzer boydaki teknelerin benzer iç mekâna ve özelliklere sahip olmasıdır. Gövde yapılarının getirdiği kısıtlamalar nedeniyle boya göre kullanılabilir iç

1) İ.T.Ü. Gemi İnş. Ve Dz. Bil. Fak. Öğ. Ü. [kukner@itu.edu.tr](mailto:kukner@itu.edu.tr)

2) İ.T.Ü. Gemi ve Deniz Tek. Müh., [kadioglualp@gmail.com](mailto:kadioglualp@gmail.com)

mekân oranı sabit sayılabilir. Sürat tekneleri ve yatların geneli, benzer bir tasarım anlayışı çerçevesinde tasarlanmaktadır.

Motorbotlar: gezinti, balıkçılık, yüzme, derin dalış ve su kayağı gibi spor keyfi, römorkör, kıyı emniyeti, ve yarışlar gibi birçok amaç için kullanılır. Çoğu motorbot altı kişi veya daha az yolcu taşıyacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Motorbotlar temel olarak dıştan takmalı veya teknenin iç kısmına yerleştirilmiş şekilde ayrılırlar. Genellikle 15m üzeri tekneler, iç kısmına yerleştirilmiş motora sahiptirler ve motoryat olarak da adlandırılırlar.

Diğer taraftan, motorbotlar gövde tiplerine göre deplasman, yarı kayıcı ve kayıcı tip olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

## 2. FROUDE SAYISINA GÖRE TEKNELEİN SINIFLANDIRILMASI

Hidrodinamik basıncın önemli olduğu teknelere kayıcı tekneler denilmektedir. Hidrostatik ve hidrodinamik kaldırma kuvvetleri Froude sayısına göre ayırım göstermektedirler. Froude sayısı genel olarak  $F_n > 1,2$  olduğunda meydana gelmektedir; fakat  $F_n = 1,0$  olduğu durum kayıcılık için alt limit olarak kabul edilmektedir. [3]

Kritik hız değeriyle boyutsuz Froude sayısı arasında:  $V_k / \sqrt{L} = F_n 3,36$  gibi bir oran bulunmaktadır. [4]

Su yüzeyindeki dalgaların hızları ve boyları arasındaki oran 1,34' tür. 1,34 değeri, normal deplasman teknelerinin bulunduğu aralığın üst sınırındadır ve yüksek hızlı yarı deplasman teknelerinin alt sınırının başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Yarı deplasman teknelerinin üst sınırı ise  $V / \sqrt{L} = 3,7$  değeridir.  $V / \sqrt{L} = 3$  değeri ise çeneli teknelerin alt sınır oranı olarak kabul edilmektedir. Bu oran üzerine çıkıldıkça teknenin ıslak alanı azalmaktadır. [4]

$$F_n = V / \sqrt{(g * L)} \quad (2.1)$$

## 3. KAYICI TEKNELEİN İÇİN KULLANILAN DİRENÇ TAHMİN YÖNTEMLERİ

### 3.1 Savitsky Yöntemi

Savitsky' nin 1964 yılında model deneyleri sonucu geliştirmiş olduğu bu yöntem, prizmatik kayıcı teknelerin performansını tahmin etmek için geliştirilmiştir. Savitsky prizmatik kayıcı yüzeylerin, sabit genişlik, trim ve kalkıntı açısına sahip olduğunu varsaymıştır. Stepli gövde performansını iyi bir şekilde tahmin etmede kullanıldığı için yöntemin adımlarının çok iyi bir şekilde gözlenmesi gerekmektedir. [5-6]

- 1) İ.T.Ü. Gemi İnş. Ve Dz. Bil. Fak. Öğ. Ü. [kukner@itu.edu.tr](mailto:kukner@itu.edu.tr)
- 2) İ.T.Ü. Gemi ve Deniz Tek. Müh., [kadioglualp@gmail.com](mailto:kadioglualp@gmail.com)

Öncelikle kalkıntı açılı kayıcı yüzeylerin basınç alanından bahsetmek yararlı olmakla birlikte formdaki kayıcı yüzeylerin alt yüzeylerindeki su yüzeyi, omurga ve çene arasındaki iki eğik çizgi oluşturur ve yaklaşık olarak 15° trim açılarında kadar omurga hattında, suda herhangi bir yığılma meydana getirmez. Daha büyük açılarda görülmeye başlanır. Serpinti hattının eğriliği ihmal edilmektedir. [5-6]

Sakin su durumunda, ıslak omurga uzunluğu ve çene uzunluğu arasındaki mesafenin kalkıntı açısı ( $\beta$ ) ve trime ( $\tau$ ) bağlı ifadesi aşağıdaki ifadeyle verilmektedir:

$$L2 = ( b \tan \beta ) / ( 2 \tan \tau ) \quad (3.1)$$

Kayıcı yüzeylerde meydana gelen dalga yükselmesi ve gerçek ıslak alan genişliğinin sakın suya göre  $\pi/2$  katı olacağı Wagner'in yaptığı deneyler sonucu belirlenmiştir.

Kayıcı yüzeyler için gerçek ıslak omurga (LK) ve çene uzunlukları (LC) arasındaki mesafe:

$$LK - LC = ( b \tan \beta ) / ( \pi \tan \tau ) \quad (3.2)$$

Omurga uzunluğu:

$$LK = d / \sin \tau \quad (3.3)$$

d= Kıçtaki Düşey Tekne Draftı, ft

Ortalama ıslak alan uzunluğu ile genişlik (b=ft olarak) oranının farkı:

$$\lambda = ( LK + LC ) / 2b \quad (3.4)$$

olarak tanımlanmaktadır. Kayıcı yüzeyin dip kısmı ıslak alan bakımından ikiye ayrılmaktadır. İlki serpinti hattının kıçtaki bölümü, diğeri baştaki bölümdür. Baş kısımdaki serpinti hattının yükün kaldırılmasına herhangi bir etkisi yoktur, çünkü tekne hızlandıkça baş kısım sudan çıkarak yükselecektir.

### 3.2 Radojic Regresyonu

Radojic, Seri 62 ve Seri 65 formundaki tekne model deneyleri sonucu ortaya çıkan bilgileri kullanarak regresyon analizi yapmıştır. Bu yöntem, ön dizayn aşamasındaki kayıcı teknelerin direnci ve trim açısını tahmin etmek için kullanılmaktadır. [7,8,9] Bu yöntemin doğru sonuç verebilmesi için bazı kabuller yapmak gereklidir. Bu kabuller şunlardır:

- $4,25 < (A_p / (V)^{2/3}) < 9,5$
- $30 < 100LCG / L_p < 45$

- $13^\circ < \beta < 37,4^\circ$
- $2,36 < L_p / B_p < 6,73$

Burada;

$A_p$  = Toplam Basınç Alanı

LCG = Tekne Kirişinden Ağırlık Merkezinin Mesafesi

$L_p$  = Çene Uzunluğu

$B_p$  = Tekne Genişliği

$\beta$  = Kalkıntı Açısı

$V$  = Tekne Su Altı Hacmi

Gerçeğe en yakın sonuçlara ulaşmak için tekne ağırlığı 45,36 ton (100000 lbs), deniz suyu sıcaklığı  $15^\circ\text{C}$ , su yoğunluğu  $1026 \text{ kg/m}^3$ , viskozite  $1,19 \text{ m}^2/\text{s}$  olarak; ATTC – 1947 sürtünme düzeltme katsayısı ise  $Ca = 0$  şeklinde alınmalıdır.

Radojic regresyon analizi,  $1 < F_n < 4$  aralığı için en doğru sonuçlar bulunarak yapılmaktadır.

Yapılacak olan analizde, dört farklı değişken olup hesaplar yapılmadan evvel bu dört değişkenin hesaplanması gerekmekte ve bağımsız değişkenlerin aşağıdaki değişkenlere dönüştürülmesi gereklidir.

$$x_1 = ( A_p / (V)^{2/3} - 6,875 ) / 2,625 \quad (3.5)$$

$$x_2 = ( 100 ( LCG / L_p ) - 37,4 ) / 7,4 \quad (3.6)$$

$$x_3 = ( (L_p / B_p) - 4,545 ) / 2,185 \quad (3.7)$$

$$x_4 = ( \beta - 25,2 ) / 12,2 \quad (3.8)$$

Tüm değişkenleri hesaplayabilmek için 2. Dereceden 27 elemanlı polinom kullanılması gereklidir.

$$\begin{aligned} \gamma = & b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_1x_2 + b_6x_1x_3 + b_7x_1x_4 + b_8x_2x_3 + b_9x_2x_4 + b_{10}x_3x_4 \\ & + b_{11}x_1^2 + b_{12}x_2^2 + b_{13}x_3^2 + b_{14}x_4^2 + b_{15}x_1x_2^2 + b_{16}x_1x_3^2 + b_{17}x_1x_4^2 + b_{18}x_2x_1^2 + b_{19}x_2x_3^2 + \\ & b_{20}x_2x_4^2 + b_{21}x_3x_1^2 + b_{22}x_3x_2^2 + b_{23}x_3x_4^2 + b_{24}x_4x_1^2 + b_{25}x_4x_2^2 + b_{26}x_4x_3^2 \end{aligned} \quad (3.9)$$

Bu denklemde a katsayısı kullanılır ise trim bulunur, b katsayısı kullanılır ise  $R/\Delta$ , c katsayısı kullanılır ise  $S/(\nabla)^{2/3}$  ve d katsayısı kullanılır ise  $L/L_p$  hesaplanabilmektedir. Ara değerler için ise interpolasyon yapılması gerekmektedir.

Tablo 5.1' de Radojic yönteminin kabulleri verilmiştir.

Tablo 5.1 Radojic Yönteminin Kabulleri (1984,1985,1990) [9]

Parametreler	$Ap/\nabla^{2/3}$ , $L_p/B_p$ , $LCG/L_p$ , & $\beta_m$
Kısıtlamalar	$L_p/B_m=2.36-6.73$ $LCG/L_p=.30-.448$ $Ap/\nabla^{2/3}=4.25-9.5$ $\beta_m=13^\circ-37.4^\circ$
Hız Aralığı	$F_{nv}=1.00-3.50$

### Hesaplama Adımları

1. Temel parametreler olan  $Ap/(\nabla)^{2/3}$ ,  $LCG/L_p$ ,  $L_p/B_p$ ,  $\beta$  hesaplanmalıdır.
2.  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  hesaplanır.
3. Tablolar yardımıyla katsayılar bulunur.
4. Tekne Seri 65 formunda ise  $bz$  ve  $az$  değerleri eklenir.
5. Değişik deplasman Froude sayıları için  $\tau$ ,  $R/\Delta$ ,  $S/(\nabla)^{2/3}$  ile  $L/L_p$  değerleri hesaplanır.
6. Tekne ağırlığı 45.36 ton (100000 lbs) ise hesaplamalar tamamlanır, değilse bir sonraki adıma geçilmelidir.
7. Ölçek oranı hesaplanır.

$$\lambda = \sqrt[3]{(\Delta s / \rho s) 2,3} \quad , \quad \Delta s \text{ (ton)}, \rho s \text{ (kgs}^2/\text{m}^4) \quad (3.10)$$

8.  $L_{pm} = L_p / \lambda$  formülü ile modelin boyu hesaplanır ve Froude sayısına göre ıslak alanın ortalama uzunluğu hesaplanır.

$$L_m = (L / L_p) L_{pm}, \quad L_s = (L / L_p) L_p \quad (3.11)$$

9. Reynolds Sayısı hesaplanır.

$$Re_{\text{model}} = L_m F_{nv} 4,9423 * (10)^6, \quad Re_{\text{gemi}} = (L_s F_{nv} \sqrt{g (\Delta)^{1/3}}) / v \quad (3.12)$$

10. Schoenherr sürtünme katsayısı hesaplanır.

$$\sqrt{2/C_f} = 2,604 (\ln Re - \ln(1 - (2,7398 / \ln Re) + 1,5863)) + 3,303 \quad (3.13)$$

11. Geminin  $R/\Delta$  değeri hesaplanır.

$$R/\Delta = (R/\Delta)_{100000} + C_f 0,5 ((S/\nabla)^{2/3}) F_{nv}^2 \quad (3.14)$$

1) İ.T.Ü. Gemi İnş. Ve Dz. Bil. Fak. Öğ. Ü. [kukner@itu.edu.tr](mailto:kukner@itu.edu.tr)  
2) İ.T.Ü. Gemi ve Deniz Tek. Müh., [kadioglualp@gmail.com](mailto:kadioglualp@gmail.com)

### 3.3 Blount - Fox Yöntemi

Blount – Fox yeni bir yöntem geliştirmemiş olup Savitsky yöntemini modifiye etmişlerdir. Tekne genişliğini göz önüne alarak yapılan deneyler sonucunda, en doğru direnç tahmini, sabit kalkıntı açısı ve maksimum çene genişliğinde elde edilmiş olup kalkıntı açısının direnç üzerinde çok büyük etkisinin bulunmadığı görülmekle birlikte trimde biraz değişme olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte dinamik kaldırma kuvvetinin, basınç merkezinin kıçtan 3/4L kadar bir mesafe önde oluşu gözlenmiştir.

Blount – Fox, elde edilen değerler için bir düzeltme katsayısı elde etmişlerdir.

$$M = 0,98 + 2*(LCG / B_{px})^{1,45} * (e)^{-2 (F_v - 0,85)} - 3 (LCG / B_{px}) * (e)^{-3 (F_v - 0,85)} \quad (3.15)$$

Çeneli tekneler için takıntıların direnci performansı etkileyen diğer bir unsur olup, teknenin direncini bir katsayıyla çarpıp üzerine eklenerek takıntıların direncinin bulunması gereklidir. Geliştirilmiş olan aşağıdaki formül takıntılı ve takıntısız olarak yapılan model deneyleri sonucunda elde edilmiştir.

$$\mu_A = 1 / (0,005 F_v^2 + 1,05) \quad (3.16)$$

$$R_{App} = R_g ((1 / \mu_A) - 1) \quad (3.17)$$

Burada  $B_{px}$ = Maksimum Tekne Genişliğini,  $F_v$  = Hacim Froude Sayısı'nı göstermektedir.

### 3.4 Lahtiharju Yöntemi

Lahtiharju yöntemi, kayıcı teknelerin, kayıcı haldeki hızdayken direncini hesaplamakta kullanılmaktadır.

Tablo 5.2' de Lahtiharju yönteminin kabulleri verilmiştir.

Tablo 5.2 Lahtiharju Yönteminin Kabulleri [9]

	<b>Yuvarlak Karinalı Gövde</b>	<b>Derin V Tipi Gövde (Çeneli)</b>
<b>Parametreler</b>	LWL/Bx, Bx/T, Cx, At/Ax, LWL / $\nabla^{\%}$ & $B^3 / \nabla$	LWL/Bx, Bx/T, At/Ax & LWL / $\nabla^{\%}$
<b>Kısıtlamalar</b>	LWL/Bx=3.33-8.21 Bx/T=1.72-10.21 Cx=0.567-0.888 At/Ax=0.16-0.82 LWL / $\nabla^{\%}$ =4.47-8.3 $B^3 / \nabla$ =0.68-7.76	LWL/Bx=2.73-5.43 Bx/T=3.75-7.54 At/Ax=0.43-0.995 LWL / $\nabla^{\%}$ =4.49-6.81
<b>Hız Aralığı</b>	$F_{\nabla} = 1.80-3.20$	$F_{\nabla} = 1.80-3.20$

- 1) İ.T.Ü. Gemi İnş. Ve Dz. Bil. Fak. Öğ. Ü. [kukner@itu.edu.tr](mailto:kukner@itu.edu.tr)
- 2) İ.T.Ü. Gemi ve Deniz Tek. Müh., [kadioglualp@gmail.com](mailto:kadioglualp@gmail.com)

### 3.5 Wyman Yöntemi

Wyman' in direnç tahmin yönteminde kullanılan formülü, tekne formlarının direnci için hem kayıcı hem de deplasman gövdelerde kullanılan evrensel bir formüasyondur. Orjinal yöntem Wyman' in bir motor gücünü hesaplamada elde ettiği sonuçlar sayesinde bulunmuştur. Toplam verimlilik, geliştirilen güç ve etkili gücün arasındaki kayıpları hesaplamaktadır. Wyman, amprik verilerden bir katsayı türetmiştir. [10]

Bu yöntemin avantajı, kayıcı, deplasman ve yarı kayıcı tekne formlarına uygulanabilmesidir.

Wyman' in formülü [11]:

$$V = C_w ((L_{wl})^{0,5} (SHP/(Displ/1000))^{0,333} \quad (3.18)$$

V = Tekne hızı (kn)

$C_w$  = Wyman katsayısı

$L_{wl}$  = Su hattı boyu

SHP = Şaft beygir gücü

$Displ/1000$  = Pound olarak Deplasmanın 1,000'e bölümü

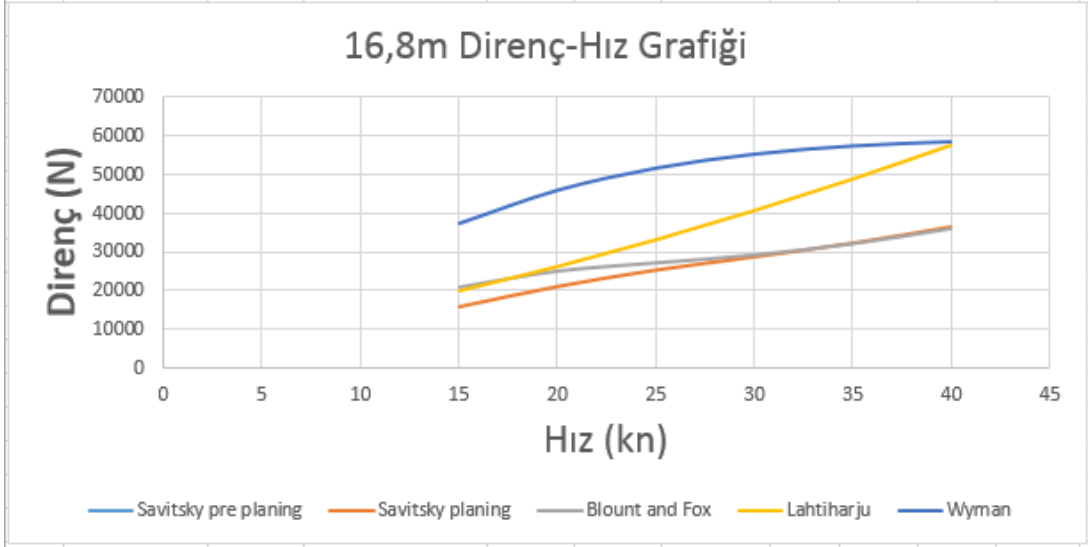
### 4. Sonuçlar ve Karşılaştırmalar

Bu çalışmada, motorbotlarda Savitsky' nin araştırmalarına göre direnç ve güç hesabı örnek bir kayıcı tekneye ve bu teknenin farklı uzunluktaki versiyonlarına uygulanmıştır. Ayrıca Blount – Fox, Savitsky Pre Planing, Lahtiharju ve Wyman yöntemlerine göre de hesaplamalar yapıp sonuçlar karşılaştırılmıştır.

İlk olarak aşağıda gösterilmiş olan örnek teknenin sabit kalkıntı açısında ( $\beta$ ) değişik hızlara göre direnç tahmini yapılmış olup daha sonra teknenin boyu 20m, 25m ve 30m' ye uyarlanarak direnç tahmini yapılmıştır. Bu tahminler yapılırken Savitsky Pre Planing, Savitsky Planing, Blount – Fox, Lahtiharju, ve Wyman yöntemleri kullanılmış olup elde edilen sonuçlar tablo 4.1, tablo 4.2, tablo 4.3 ve tablo 4.4' te, grafiksel karşılaştırmaları ise şekil 4.1, şekil 4.2, şekil 4.3, şekil 4.4' te verilmiştir.

Tablo 4.1 16.8m Boydaki Tekne için Bulunan Direnç Değerleri

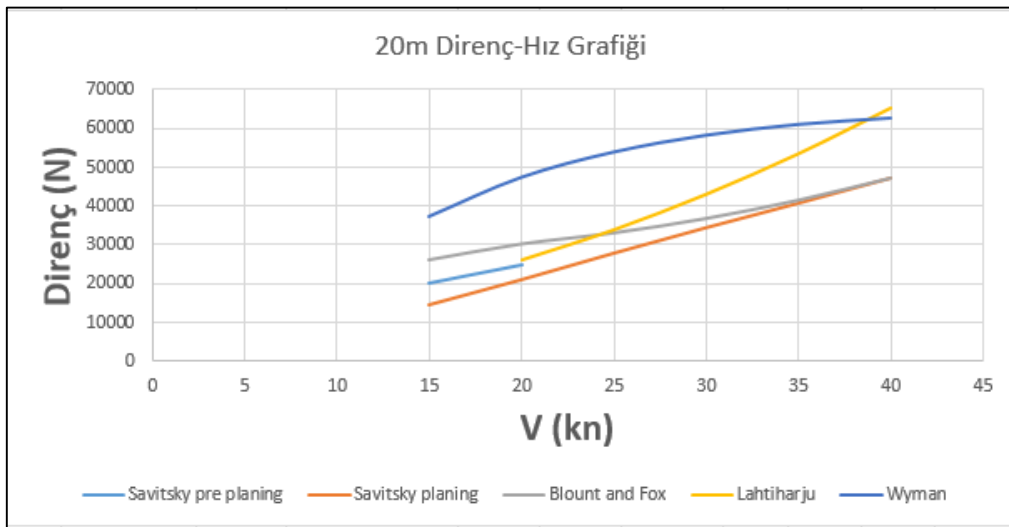
V	Savitsky pre p	Savitsky g	Blount and Fox Pla	Lahtihar	Wyman	Fn	Sp - S	BF - S	L - S	W - S
15	20544,25	15646,9	21031,64	19853	37497	0,635	4897	5385	4207	21851
20		20926,5	25143,18	26137	45975	0,847		4217	5211	25048
25		25216,2	27230,33	33057	51615	1,059		2014	7841	26399
30		28655,8	29243,04	40603	55188	1,271		587,3	11947	26532
35		32239,1	32097,87	48767	57295	1,482		-141,2	16528	25056
40		36485,2	35969,6	57542	58375	1,694		-515,6	21057	21890



Şekil 4.1 16.8m Boydaki Direnç-Hız Grafiği

Tablo 4.2 20m Boydaki Tekne için Bulunan Direnç Değerleri

V	Savitsky pre p	Savitsky g	Blount and Fox Pla	Lahtihar	Wyman	Fn	Sp - S	BF - S	L - S	W - S
15	20029,43	14386,2	25997,46		37.225	0.585	5643	11611		22.839
20	24871,23	20906,1	30050,24	25906	47392	0.779	3965	9144	5000	26.486
25		27767,8	32890,57	33736	53951	0.974		5123	5968	26.183
30		34382,9	36582,67	42906	58341	1.169		2200	8523	23.958
35		40736,7	41269,36	53406	61141	1.364		532,7	12669	20.404
40		47260,9	46917,54	65228	62789	1.559		-343,3	17967	15.528



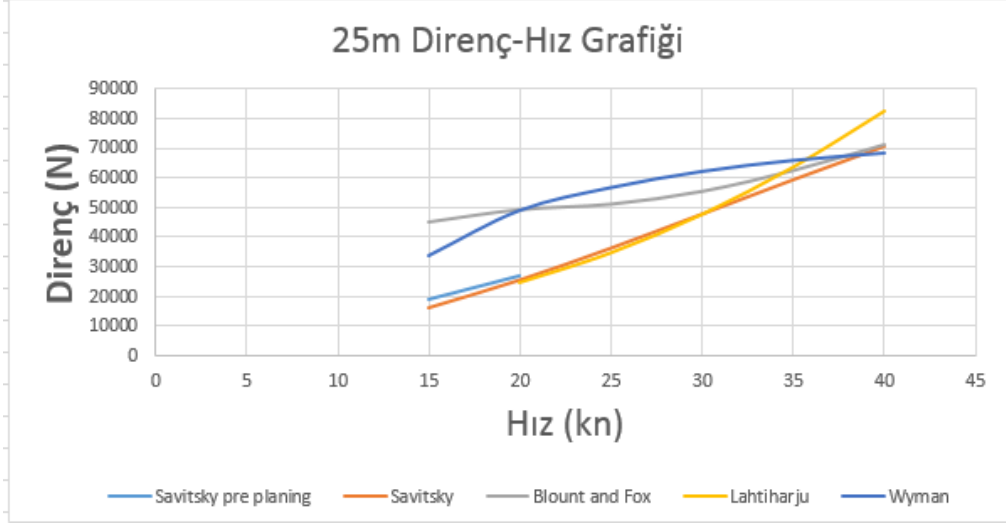
Şekil 4.2 20m Boydaki Direnç-Hız Grafiği

- 1) İ.T.Ü. Gemi İnş. Ve Dz. Bil. Fak. Öğ. Ü. [kukner@itu.edu.tr](mailto:kukner@itu.edu.tr)
- 2) İ.T.Ü. Gemi ve Deniz Tek. Müh., [kadioglualp@gmail.com](mailto:kadioglualp@gmail.com)



Tablo 4.3 25m Boydaki Tekne için Bulunan Direnç Değerleri

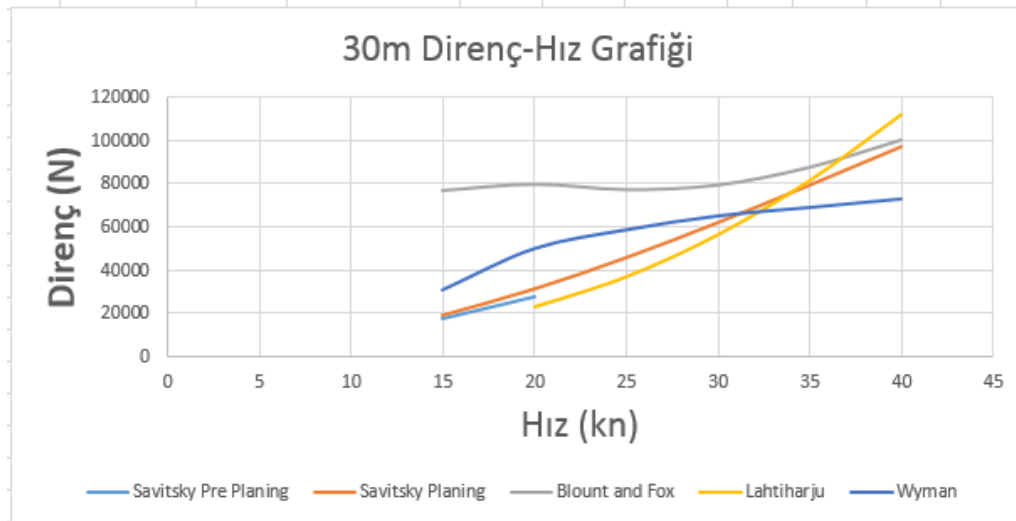
V	Savitsky pre p	Savitsky g	Blount and Fox Pla	Lahtihar	Wyman	Fn	Sp - S	BF - S	L - S	W - S
15	18968,95	16389,3	45046,34		33476	0,526	2580	28657		17086
20	26691,41	25721,8	49250,91	24605	48884	0,701	970	23529	-1117	23163
25		36461,7	51088,88	34632	56636	0,876		14627	-1830	20175
30		47924,1	55448,45	47651	62136	1,052		7524	-272,9	14212
35		59462,8	62541,36	63651	65910	1,227		3079	4188	6447,2
40		70704,1	71306,95	82618	68385	1,402		602,9	11914	-2319



Şekil 4.3 25m Boydaki Direnç-Hız Grafiği

Tablo 4.4 30m Boydaki Tekne için Bulunan Direnç Değerleri

V	Savitsky pre p	Savitsky g	Blount and Fox Pla	Lahtihar	Wyman	Fn	Sp - S	BF - S	L - S	W - S
15	17324,93	19262,3	77226,96		30729	0,482	-1937	57965		11467
20	28138,21	31325,2	80050,3	22937	49931	0,643	-3187	48725	-8388	18606
25		45714,9	77635,76	36897	58683	0,803		31921	-8818	12969
30		61856,1	79682,85	56417	65152	0,964		17827	-5439	3296,2
35		79114,7	87663,77	81481	69086	1,125		8549	2367	-10029
40		96845,1	99967,78	112074	73050	1,285		3123	15229	-23795



Şekil 4.4 30m Boydaki Direnç-Hız Grafiği

- 1) İ.T.Ü. Gemi İnş. Ve Dz. Bil. Fak. Öğ. Ü. [kukner@itu.edu.tr](mailto:kukner@itu.edu.tr)
- 2) İ.T.Ü. Gemi ve Deniz Tek. Müh., [kadioglualp@gmail.com](mailto:kadioglualp@gmail.com)

Sp – S: Savitsky Pre Planing – Savitsky Planing

BF – S: Blount-Fox Planing – Savitsky Planing

L – S: Lahtiharju – Savitsky Planing

W – S: Wyman – Savitsky Planing

Hesaplamalarda derin V tipi kayıcı tekne formu kullanılmıştır.

Hesaplamalarda kullanılan örnek kayıcı tekne boyutları:

Tam boy	LOA	16,8m
Su hattı boyu	LWL	15,046m
Tam genişlik	B	4,36m
Su hattı genişliği	BWL	4,183m
Deplasman	$\Delta$	18,53t
Ortalama draft	T	0,72m

Elde edilen değerlere baktığımızda düşük hızlarda ( $V=15\text{kn}$  ve  $LWL= 15.046\text{m}$  için) tekne henüz kayıcı duruma geçmediği için ( $F_n=0,635$ ) Savitsky Planing yöntemi düşük değer göstermekte olup Blount Fox ve Savitsky Pre Planing yöntemleri birbirlerine yakın ve tutarlı sonuçlar vermişlerdir. Wyman yöntemi ise biraz yüksek tahmin yapmıştır.

Hız değeri artırılıp tekne kayıcı duruma geçtiğinde ise ( $F_n=1,059$ ) tüm yöntemler ile elde edilen değerler birbirlerine yaklaşmışlardır. Savitsky Planing yönteminin, belirlenen bir hız değerinde, örnek tekne katalog değerleriyle uyduğu görülmektedir. Blount –Fox yöntemi de Savitsky Planing yönteminin modifiye hali olduğu için Blount – Fox yönteminin sonuçları Savitsky Planing değerlerine çok yakın çıkmıştır. O halde, burada yüksek hızlar için Savitsky Planing yöntemi en güvenilir metot olarak ortaya çıkmaktadır. Dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta ise Blount – Fox yönteminin düşük hızlarda Savitsky Planing yöntemi üzerinde %20' ye varan bir düzeltme yapmış olmasıdır. Savitsky Planing yönteminin düşük hızlarda düşük değerler vermesini göz önünde bulundurursak bu düzeltmenin elde edilen direnç değerleri üzerine olumlu bir etkisi muhakkak olacaktır ve hız arttıkça bu oran azalmaktadır.

Boy değişiminin direnç üzerindeki etkisine bakacak olursak direnç, düşük hızlarda boydan çok etkilenmemektedir; ama yüksek hızlarda direnç de boyun artmasıyla birlikte artmaktadır. Tekne boyunun artmasıyla birlikte Froude sayısı azalmakta bu nedenle de tekne

1) İ.T.Ü. Gemi İnş. Ve Dz. Bil. Fak. Öğ. Ü. [kukner@itu.edu.tr](mailto:kukner@itu.edu.tr)  
2) İ.T.Ü. Gemi ve Deniz Tek. Müh., [kadioglualp@gmail.com](mailto:kadioglualp@gmail.com)

kayıcı özelliğini o oranda kaybetmektedir. (Karşılaştırma aynı hız değerlerinde yapılmakla birlikte boy değerleri artırılarak yapılmıştır.)

## KAYNAKLAR

- [1] <http://www.superyachtworld.com/news/125-year-anniversary-of-worlds-first-motorboat-1610>, Erişim Tarihi: 25 Şubat 2015.
- [2] <http://global.britannica.com/EBchecked/topic/394352/motorboat>, Erişim Tarihi: 25 Şubat 2015.
- [3] Faltinsen, O., 2005. Hydrodynamics of High – Speed Marine Vehicles, *Cambridge University Press*, New York.
- [4] [http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/muhsina\\_5ffe6c697feb491708abb2e80affa55.pdf](http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/muhsina_5ffe6c697feb491708abb2e80affa55.pdf), Erişim Tarihi: 10 Mart 2015.
- [5] Svahn, N., 2009. Performance Prediction of Hulls with Transverse Steps, *Lisans Tezi*, Royal Institute of Technology, Stockholm.
- [6] Savitsky, D., DeLorme, M., Datla, R., 2007. Inclusion of Whisker Spray Drag in Performance Prediction Method for High-Speed Planing Hulls, *Marine Technology*, Vol. 44, No. 1, 35-56
- [7] Radojicic, D., Zgradic, A., Kalajdzic, M. ve Simic, A., 2014. Resistance Prediction for Hard Chine Hulls in the Pre-Planing Regime, *Polish Maritime Research*, Vol. 21, 9-26.
- [8] <http://eprints.soton.ac.uk/43587/1/023.pdf>, Erişim Tarihi: 02 Nisan 2015.
- [9] Vos, M., Murrie, B., Siale, V., Sahoo, P., No date. A Critical Analysis of Resistance Prediction Using Regression Methods for High Speed Hull Forms, Australian Maritime College, Launceston.
- [10] <https://elibrary.utas.edu.au/utas/file/95c1db57-72c1-4e7f-ad68-b632abbca580/1/Lohch1-3-2012.PDF>, Erişim Tarihi: 18.06.2015.
- [11] <http://www.sponberg yacht design.com/the%20design%20ratios.pdf>, Erişim Tarihi: 18.06.2015.

## Özgeçmiş

**Abdi KÜKNER**, 1975 yılında İ.T.Ü. Gemi İnşaatı Fakültesi'nden lisans derecesini alan Prof.Dr.Abdi Kükner, yüksek lisans derecesini 1977 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden, ikinci yüksek lisans derecesini California Üniversitesi'nden (1980) ve Doktora derecesini ise Stevens Teknoloji Enstitüsü'nden almıştır (1984). İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi'nden 1988 yılında Doçent, 1998 yılından bu yana profesör olarak öğretim üyesi yapmaktadır. Lisans ve lisansüstü öğretimde verdiği dersler arasında gemi hidrodinamiği, yelkenli tekneler, dalga mekaniği, deniz yapılarının dinamiği, hesaplamalı akışkanlar mekaniği, küçük teknelerin yapım malzemeleri ve üretim teknikleri yer almaktadır.

**M.Alp KADIOĞLU**, 2009 yılında Kadıköy Anadolu Lisesi'nden mezun olarak orta öğretimini tamamladı. Bir sene Fen Teknoloji ve Astronomi Kulübü başkanlığı yaptı. 2010 yılında İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği bölümüne başladı. Bitirme çalışmasını motorbotların tasarım ve formlarının performansa etkisi üzerine yaparak 2015 yılında lisans derecesini alan Kadioğlu, "Design and Engineering" üzerine yüksek lisansa devam etmekte ve bu alanda çalışmalarını devam ettirmektedir.

- 1) İ.T.Ü. Gemi İnş. Ve Dz. Bil. Fak. Öğ. Ü. [kukner@itu.edu.tr](mailto:kukner@itu.edu.tr)
- 2) İ.T.Ü. Gemi ve Deniz Tek. Müh., [kadioglualp@gmail.com](mailto:kadioglualp@gmail.com)