



Gemilerde Trim ve Pervane Piçi Optimizasyonu ile Yakıt Tüketiminde Tasarruf Sağlanması

Prof. Dr. Ali Can TAKİNACI

İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi

27. ITTC Direnç Komitesi Üyesi (2011-2014)

26. ITTC İz Ölçeklendirme Komitesi Üyesi (2008-2011)

Trim Optimization & SEEMP



ANNEX 9

RESOLUTION MEPC.213(63)

Adopted on 2 March 2012

2012 GUIDELINES FOR THE DEVELOPMENT OF A

SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN (SEEMP)' optimized ship handling

Optimum trim

5.12 Most ships are designed to carry a designated amount of cargo at a certain speed For a certain fuel consumption. This implies the specification of set trim conditions. Loaded or unloaded, trim has a significant influence on the resistance of the ship through the water and optimizing trim can deliver significant fuel savings. For any given draft there is a trim condition that gives minimum resistance.

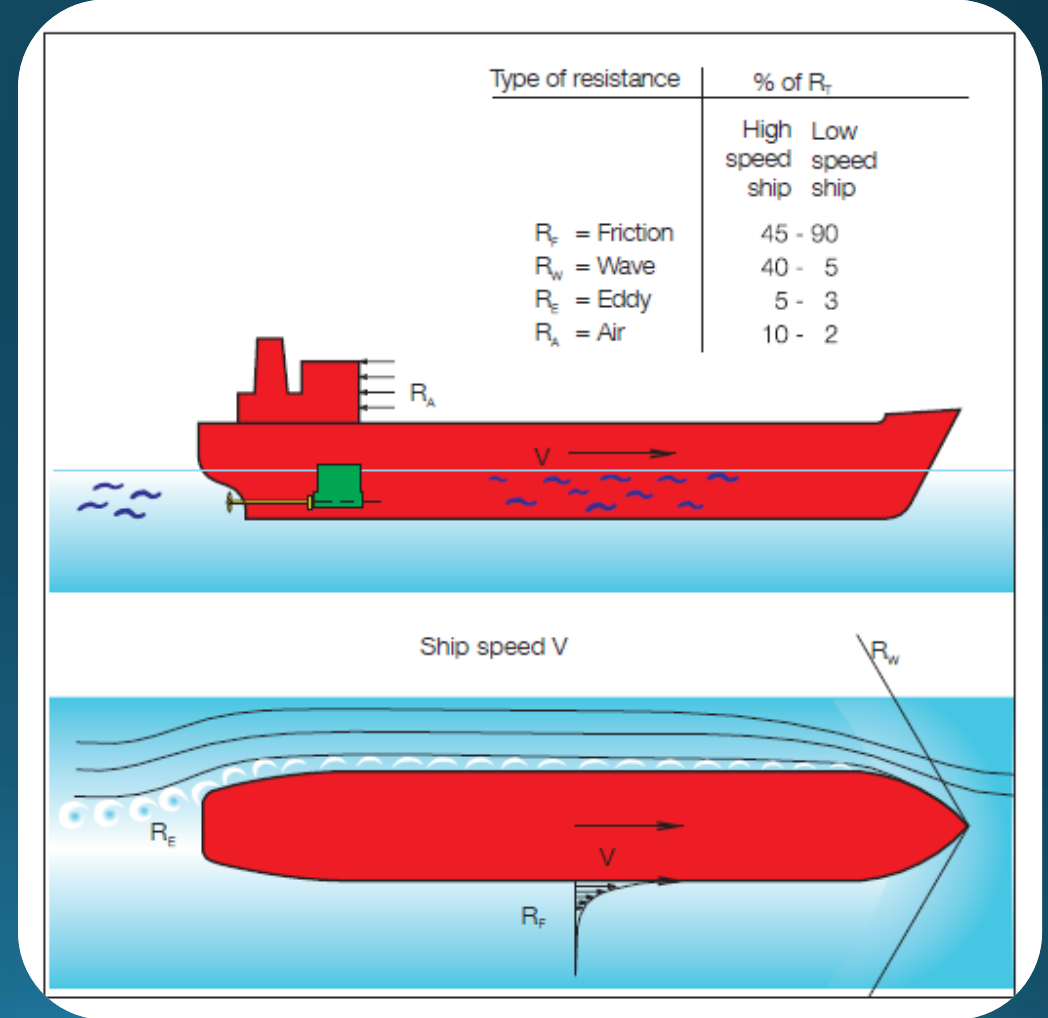
In some ships, it is possible to assess optimum trim conditions for fuel efficiency continuously throughout the voyage.

Design or safety factors may preclude full use of trim optimization.

Gemi Direncinin Bileşenleri

- i. Sürtünme
- ii. Dalga
- iii. Girdap + Akım Ayrışması vs
- iv. Hava & Rüzgar
- v. Kirlilikten dolayı artış

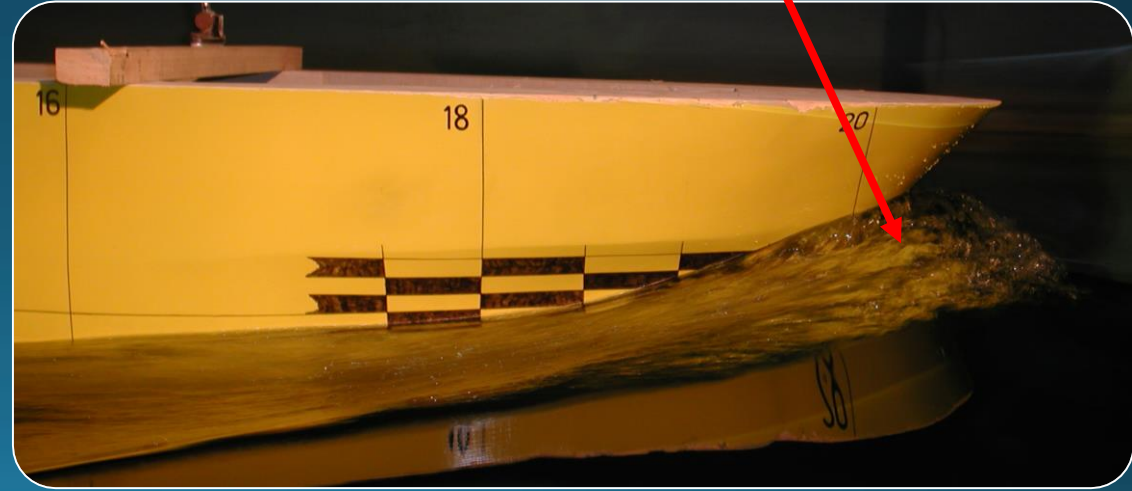
Dalga hariç değiştiremiyoruz !!



İyi – Kötü Dalga Oluşumları

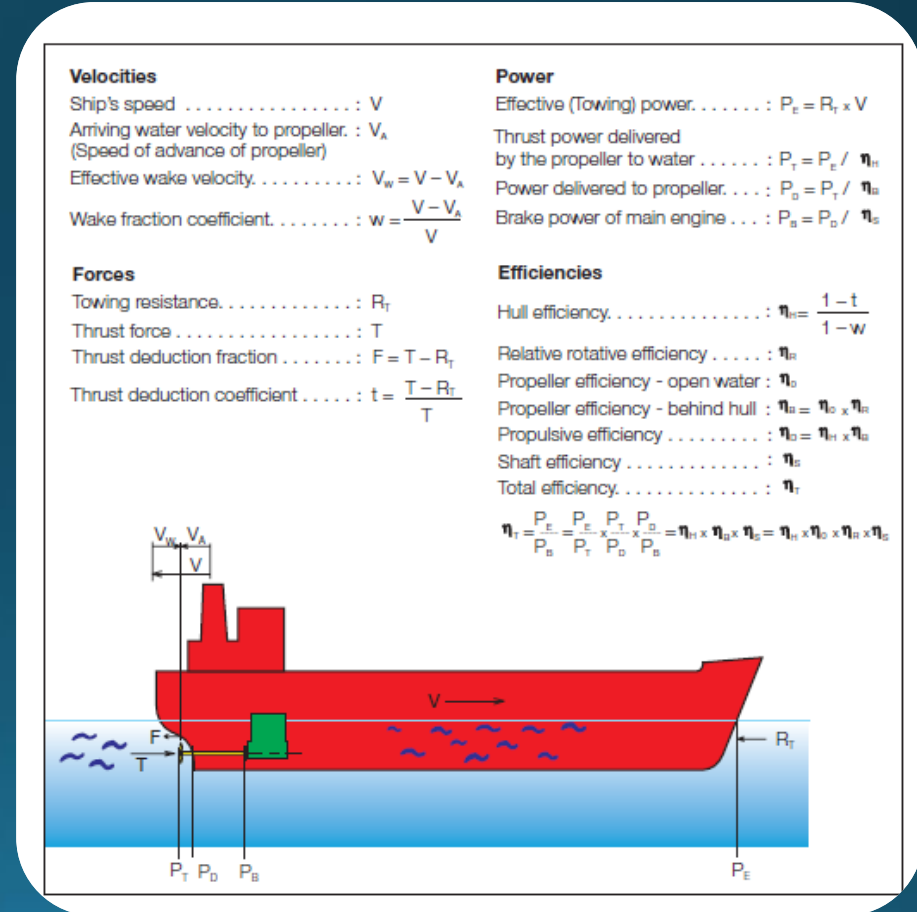


Aşırı Dalga Kırılması



Gemi Sevkinin Bileşenleri

Güç; makinadan
pervaneye
giderken
her aşamada
kayba uğrar

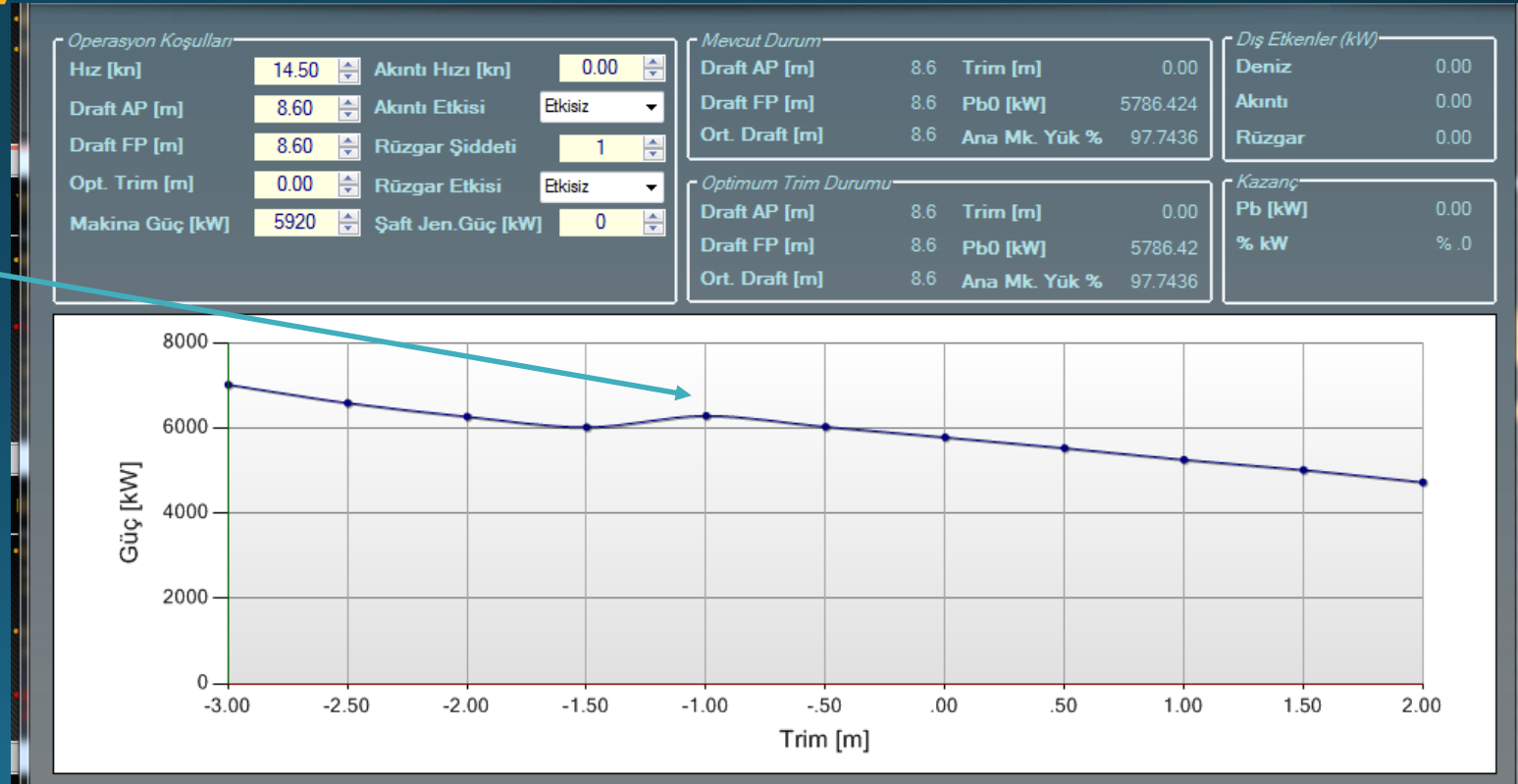


Trim Optimizasyonu Ne Yapar ?

- Trim ile kontrol edebileceğimiz tek direnç bileşeni dalga direncidir.
- Giriş açısını kontrolü.
- Teknenin su altı formunun kontrolü.
- Yükleme kısıtları altında trim ile oynama şansımız vardır.

Batıl İnanç-1

- Kışlı gemi iyidir.
- Değildir.
- Trime göre değişir.



Batıl İnanç-2



- Benim gemim “squat” yapar. Bu yüzden gemimi kışlandırıyorum. Sizin program yanlış çalışıyor.
- **Yanlıştır.** Her şeyden önce “Squat” siğ suda ve/veya kanalda oluşur.
- Derin suda oluşan dinamik trimdir.
- Gemi aşırı yüklü değilse dikkate alınmayabilir.

Dođrusu Hangisidir?

- En doğrusu model deney raporunda yer alan geminin dizayn draftında yapılan seyirdir.
- Ancak eğer y¼kleme kısmi ise olay değişir
- **Dođrusu; y¼klemeye bađlı olarak trim durumunu ¼nceden belirlemektir.**

Trim Optimizasyonu Ne İş Yapar ?



- Belirli yük durumunda kaptanı veya işletmeyi optimal seyir için uyarır.
- Yüklenecek yük miktarı önceden belirlidir.
- Bu durumda kısa bir çalışma ile işletme ve fiziksel kısıtlar (liman, geminin mukavemet durumu) dahilinde optimal yükleme bulunabilir.

Trim Optimizasyonu Nasıl Çalışır ?

- Önceden hazırlanmış senaryolar uyarınca kaptan veya işletmeci geminin belirli yükleme durumu altında optimum trim durumunu bilebilir.
- Bu işlem basit bir yazılım ile yapılabilir.
- Burada basitlik ve kolay kullanım önemlidir.

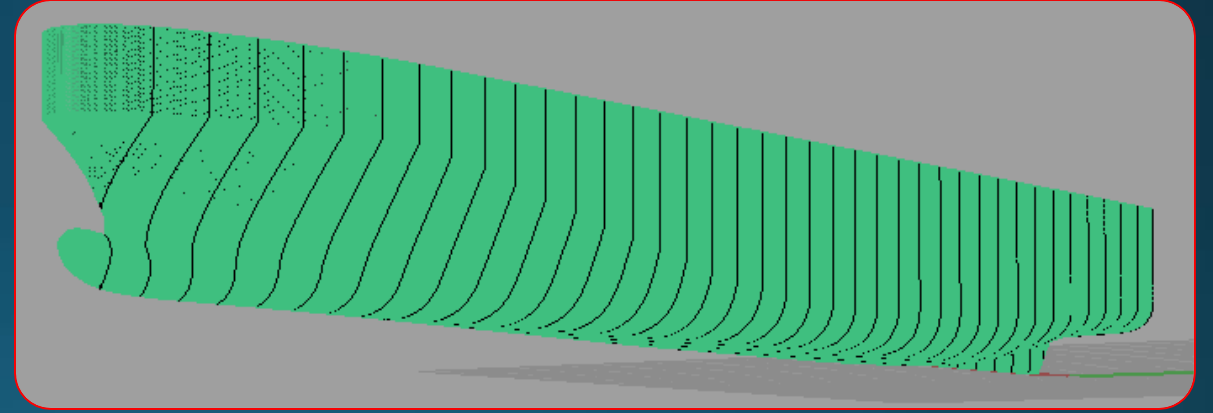
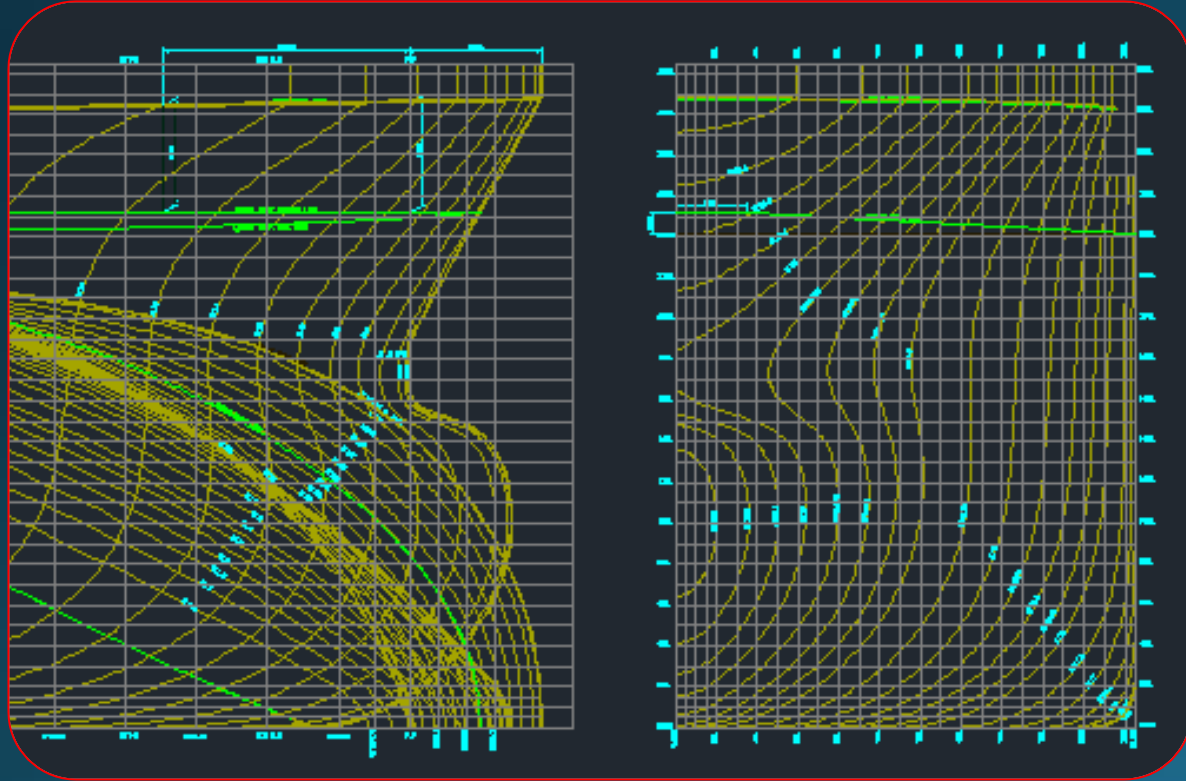
Trim Optimizasyonu İçin Hangi Bilgiler Gereklidir ?



- 1. Gemi Formu (Endaze (Linesplan), 3D Form vs)**
- 2. Model deney tankı raporu veya CFD analizi**
- 3. Pervane planı**
- 4. Gemi Makine özellikleri**
- 5. Önceki seyir bilgileri (Voyage Data-Noon Reports)**

1. Tekne Formu

- Güç tayininde gemiye özel uyarlanmış istatistiksel yöntemler kullanıldığı için anlık hidrostatik hesap yapmak için gereklidir.



2.a. Model Deney Tank Raporu

Gemi performansı ile ilgili temel bilgi kaynağıdır.

RESISTANCE, SELF PROPULSION AND
WIS DUCT OPTIMIZATION TEST RESULTS

Ship Model: M-1369
Propeller Models: V-1162 (Stock FPP)
Lewis Duct Model: DRAWING R-2.10298-01

170 k Bulk Carrier
BMS 10298
Becker Marine Systems
/ Besiktas Group of Shipping

Report written by:

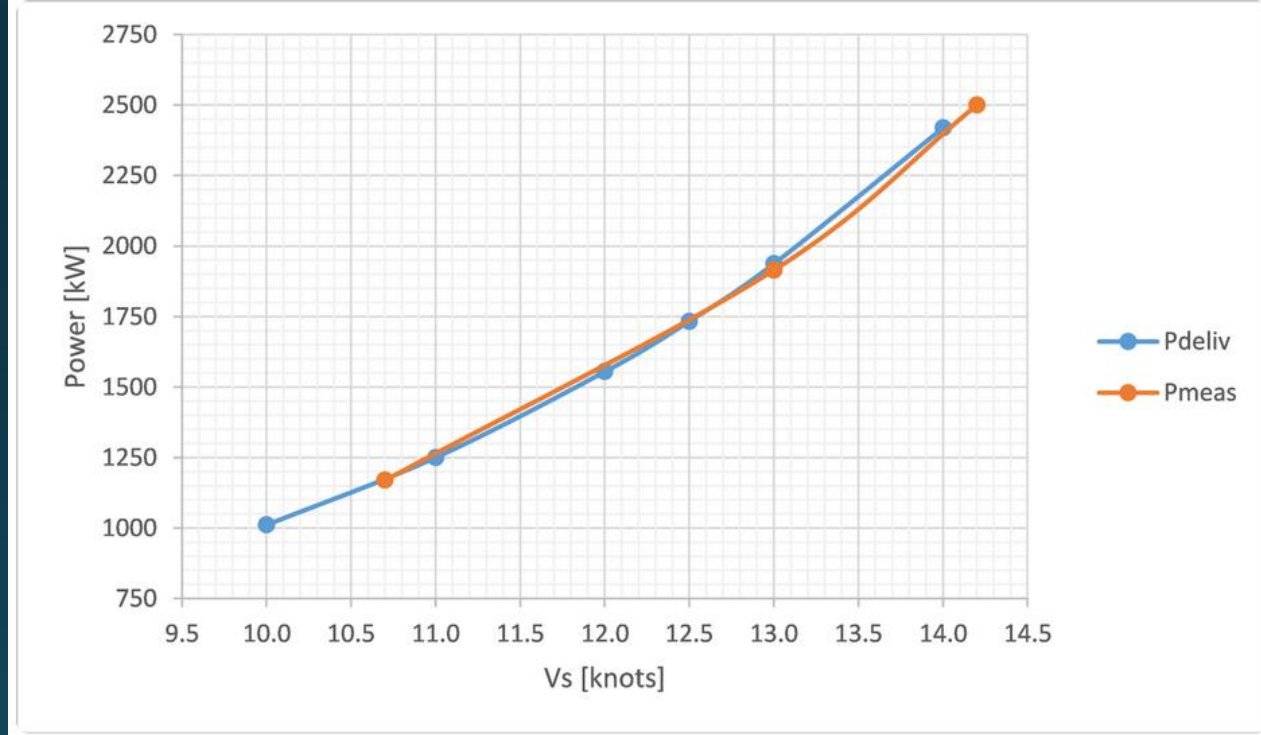
Ante Muselin, Nav.Arch.

Marta Pedišić Buča, M.Sc., Na



2.b. Hesaplmalı Analiz

Yeni teknolojide (son 15 yıldır diyelim) artık gemi performansını hesaplmalı analizler yardımı ile tam olarak bulabiliyoruz.



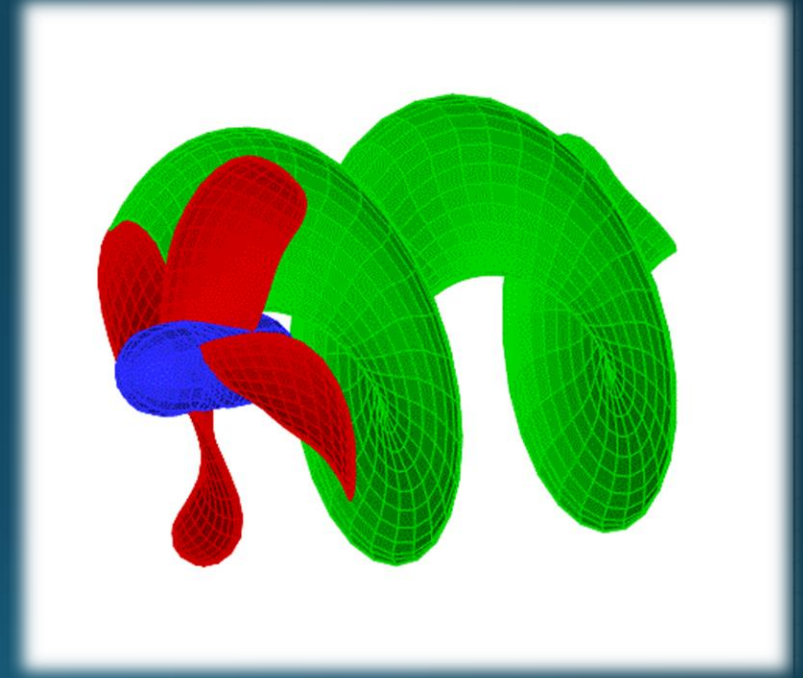
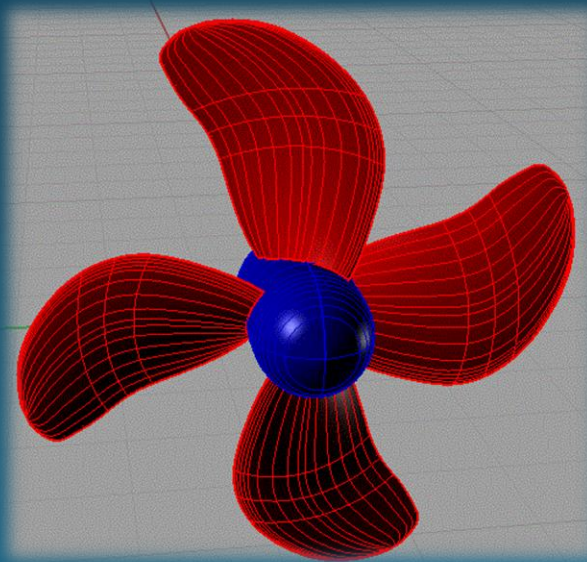
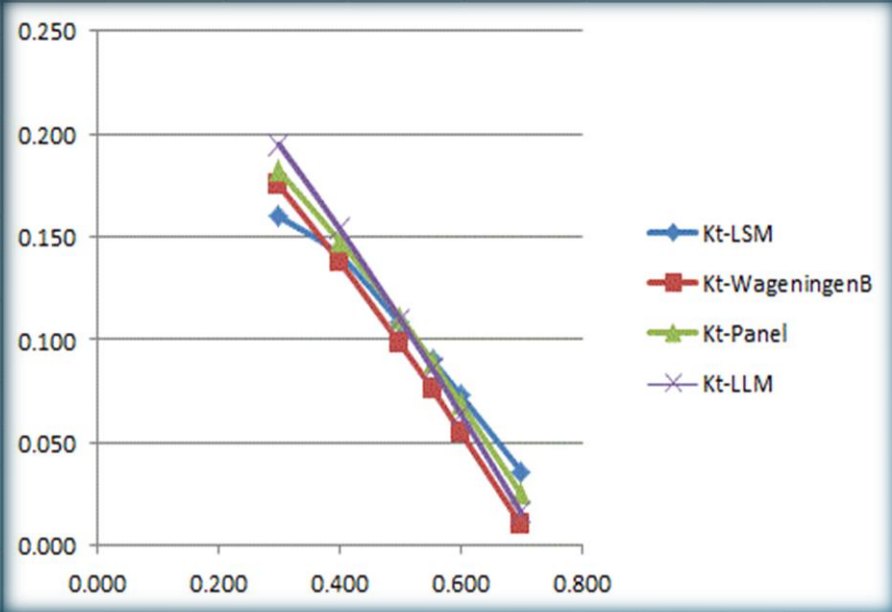
Hesaplmalı ve Sonraki Seyir Tecrübesinde alınmış sonuçlar.

<https://www.linkedin.com/pulse/our-precision-cfd-calculations-excellent-professor-ali%25CC%2587-can-taki%25CC%2587naci/?trackingId=fxeqNrbnTVGtUjrQBkB%2Bwg%3D%3D>



3. Pervane Planı

Pervane hidrodinamik performans analizi trim optimizasyonu yazılımının vazgeçilmezidir. Çünkü gücü belirleyen en önemli parametre pervanedir. Hesaplama yeteneğimiz mevcut.



4. Gemi Makine Özellikleri

- Güç analizinde kullanılır; şaft jeneratörü, devir düşürücü özellikleri dahildir.

5.Seyir Bilgileri (Voyage Data)

- Programların doğru çalışıp çalışmadığının belirlenmesinde kullanılır

PASSAGE PERFORMANCE																					
Voy:05/12-B																					
From: Singapore																					
To:Puerto Drummond																					
Condition: Ballast																					
Ordered Speed: Economy																					
DRAFTS												Wind Condition				Sea Condition		MAIN ENGINE			
Date&Time	F	A	Trim	St. Hours	DTG	St. Dist	Speed	RPM	Load	Pitch	Eng.Speed	Slip	Hdg	Dir	Force	Dir	Height	HSFO	LSFO	MGO	LSMGO
COSP:14.07-0136																					
NOON 14.08.12	8.66	10.99	2.33	25	2442	329	13.16	73.28	50		14.23	7.50		SE	6	SE	3.5	45.79			
NOON 15.08.12	8.66	10.99	2.33	24	2125	334	13.92	73.40	48		14.25	2.30		SE	5	SE	2.5	43.95			
NOON 16.08.12	8.66	10.98	2.32	24	1757	333	13.87	73.18	48		14.21	2.38		SE	5	SE	2.0	43.88			
NOON 17.08.12	8.66	10.98	2.32	25	1422	335	13.4	73.30	48		14.23	5.8		SE	5	SE	2.0	45.74			
NOON 18.08.12	8.66	10.98	2.32	24	1084	338	14.08	73.10	49		14.19	2.75		SE	4	SE	1.5	43.91			
NOON 19.08.12	8.66	10.98	2.32	24	754	330	13.75	73.36	48		14.24	3.5		E	7	E	4.0	43.95			
NOON 20.08.12	8.70	10.90	2.20	25	415	339	13.56	73.20	50		14.21	4.6		E	5	E	2.0	45.86			
NOON 21.08.12	8.70	10.90	2.20	24	4103	325	13.54	74.70	50		14.50	6.6		SW	5	SW	2.0	45.61			
NOON 22.08.12	8.70	10.90	2.20	25	3744	359	14.36	75.04	56		14.57	1.4		SW	6	SW	2.5	48.80			
NOON 23.08.12	8.70	10.80	2.10	24	3422	322	13.42	75.3	51		14.60	8.2		SW	5	SW	1.5	46.97			
NOON 24.08.12	8.78	10.79	2.01	24	3086	338	14.08	75.5	52		14.66	3.9		SW	3	SW	1.0	46.20			
NOON 25.08.12	8.78	10.78	2.00	25	5527	250	10	73.41	58		14.25	29.9		SW	8	SW	6.0	48.97			
NOON 26.08.12	8.35	11.63	3.28	24	5278	290	12.08	74.21	50		14.41	16.1		SW	8,4	SW	6.0-4.0	45.96			
NOON 27.08.12	8.36	11.61	3.25	25	4931	350	14	75.52	50		14.66	4.5		SE	4	SE	3.0	46.7			
NOON 28.08.12	8.37	11.58	3.21	24	4590	342	14.25	75.12	48		14.59	2.3		SE	4	SE	2.5	44.12			
NOON 29.08.12	8.37	11.58	3.21	24	4246	344	14.33	74.9	50		14.54	1.47		E	4	E	2.0	43.98			
NOON 30.08.12	8.37	11.58	3.21	24	3896	351	14.62	76	51		14.7	0.9		SE	4	SE	2.0	46.17			
NOON 31.08.12	8.37	1.58	3.21	25	3540	356	14.24	74.55	50		14.47	1.6		E	4	E	2.0	45.05			

Trim Optimizasyon Programı

Calculate

Trim Optimization Program
 Developed by Dr. Ali Can Takinacı

Operation Conditions

Speed [kn]	14.00	Current Speed [kn]	0.00
Draft AP [m]	14.00	Current Effect	Neutral
Draft FP [m]	14.00	Wind Speed [Bf]	1
Opt. Trim [m]	0.00	Wind Effect	Neutral
Engine Power [kW]	11500	Shaft Gen.[kW]	0

Current Condition

Draft AP [m]	14	Trim [m]	0.00
Draft FP [m]	14	Pb0 [kW]	6767.837
Mean Draft [m]	14	Engine Load%	58.8507

Other Effects (kW)

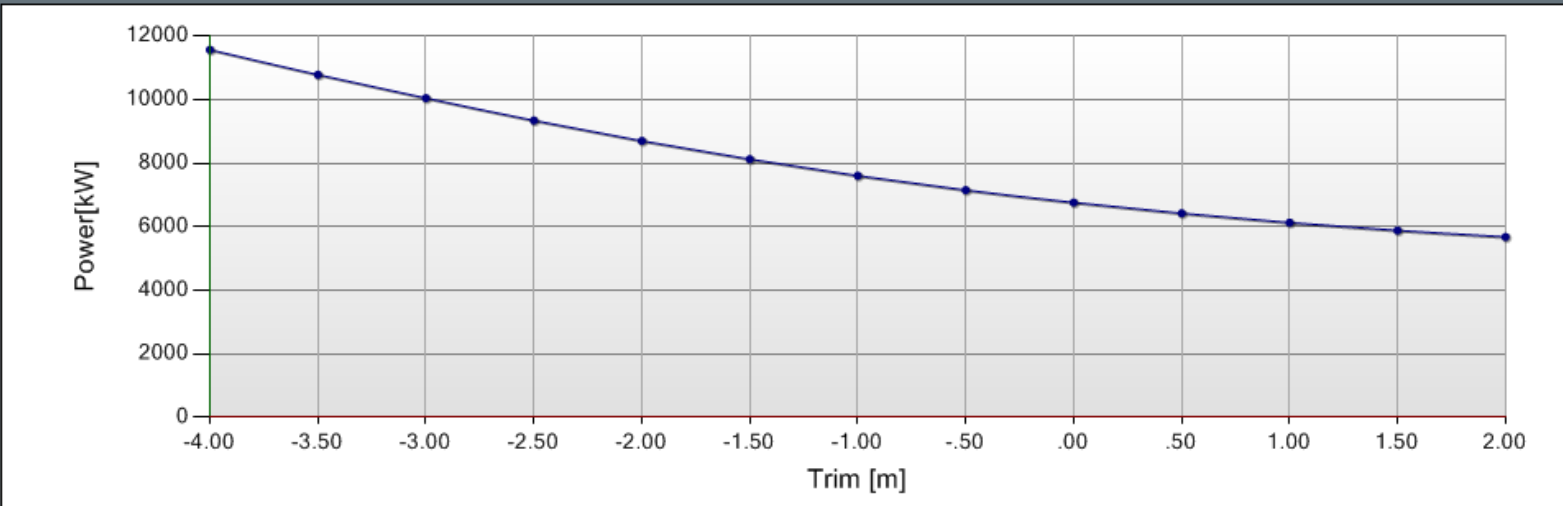
Sea	0.00
Current	0.00
Wind	0.00

Opt. Trim Condition

Draft AP [m]	14	Trim [m]	0.00
Draft FP [m]	14	Pb0 [kW]	6767.83
Ort. Draft [m]	14	Engine Load%	58.8507

Power Saved (kW)

Pb [kW]	0.00
% kW	% .0



Trim [m]	Power [kW]
-4.00	11500
-3.50	10800
-3.00	10000
-2.50	9300
-2.00	8700
-1.50	8100
-1.00	7600
-0.50	7100
0.00	6700
0.50	6300
1.00	6000
1.50	5800
2.00	5600

80K DEMO SHIP TRIAL VER:02/15/2014

Trim Optimizasyon Programı

Data Entries (This color indicates that the cells are for data input.)

Computational Values (Data are written automatically on cells.)

OPERATING CONDITIONS					CURRENT EFFECTS		WIND EFFECTS		TOTAL [kW]		ENGINE POWER [kW]	
V_s [knots]	T_A [m]	T_F [m]	Opt Trim [m]	SG[kW]	V_C [knots]	0	Bf Scale	0	Current	0	P_{eng} [kW]	19200
17.00	5.50	5.00	0.80	0	Status	2	Status	2	Wind	0	Load(%)-Actual	31
					Effect	NEUTRAL	Effect	NEUTRAL	Sea State	0	Load(%)-Optimal	30

ACTUAL TRIM CONDITION

T_A [m]	T_F [m]	T_M [m]	Trim [m]	Pb_0 [kW]	Trim [m]	Pb [kW]	Pb/Pb_0
5.50	5.00	5.25	-0.50	5946	-2.00	5919	1.00
					-1.50	5948	1.00
					-1.00	5941	1.00

OPTIMAL TRIM CONDITION					Trim [m]	Pb [kW]	Pb/Pb_0
T_A [m]	T_F [m]	T_M [m]	Trim [m]	Pb_{opt} [kW]	-0.50	5946	1.00
4.85	5.65	5.25	0.80	5758	0.00	5945	1.00
					0.50	5852	0.98
					1.00	5702	0.96
					1.50	5594	0.94
					2.00	5527	0.93

Saving

kW

188

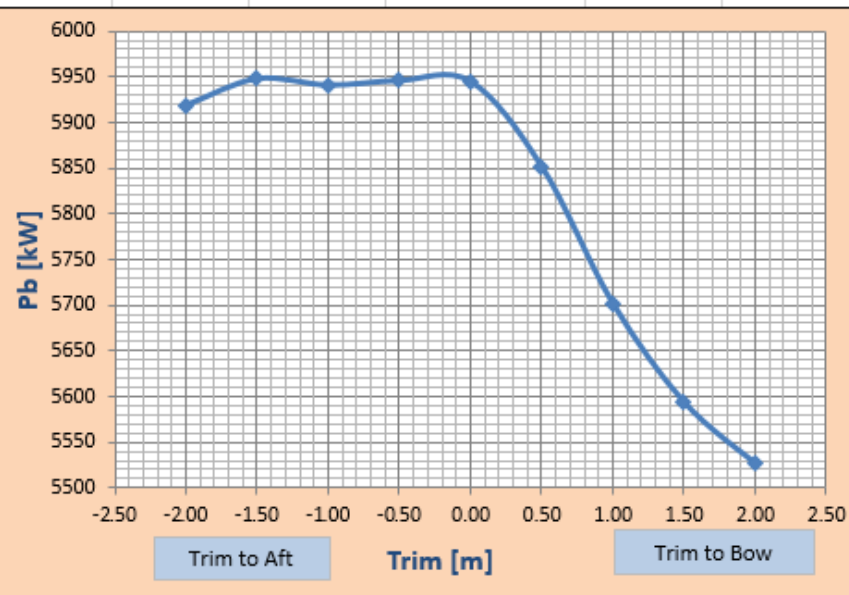
%

3.2

Run Macro

CALCULATION LIMITS

	V_s [knots]	T_A [m]	T_F [m]
Min.	16.00	4.00	4.00
Max.	23.00	7.00	7.00



PS: Macros should be enabled for calculations.

Pervane Piç Optimizasyonu-1

- Pervane piç optimizasyonu; hatvesi kontrol edilebilen pervaneler ile sevk olunan gemilerde geçerli olup; seyirin yapıldığı hızların pervanenin dizayn hızlarından düşük olduğu hızlarda geçerlidir.
- Net bir örnek vermek gerekirse; 26 knot seyir hızı için dizayn edilmiş bir gemi eğer 17-18 knot hızlarda kullanılıyorsa pervane piç optimizasyonundan faydalanabilir.
- Buradaki temel amaç belirlenmiş yükleme durumunda ve seyir hızında en uygun pervane devir ve piç açısı kombinasyonunu oluşturmaktır.
- Çünkü yüksek hızlarda gitmeye dizayn edilmiş pervanenin düşük piç değerlerinde kullanımı pervane verimini azaltmaktadır.
- Sabit devir zorunluluğu varsa frenkans dönüştürücü mutlaka tercih edilmeli.

Pervane Piç Optimizasyonu-2

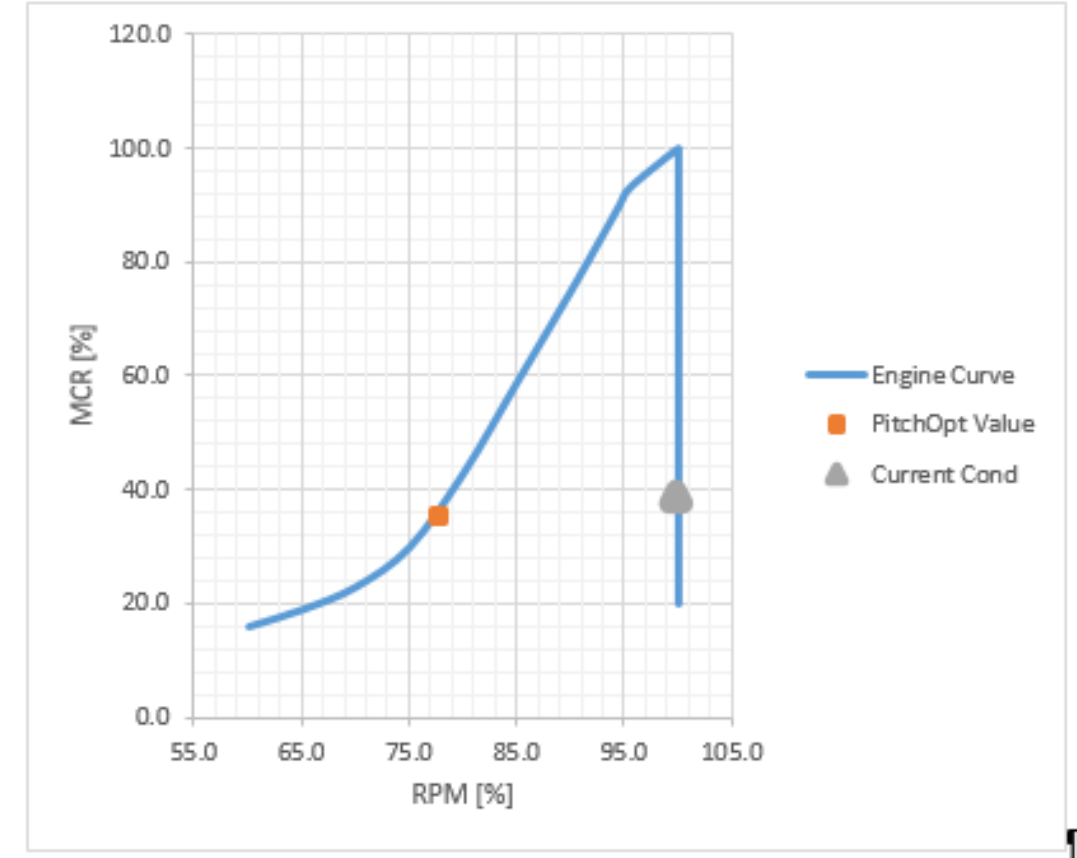
Tablo-1.-Piç-optimizasyonu-öncesi-ve-sonrası-makine-güçleri-kıyaslaması

OPERATING-CONDITIONS					
V_s [knots]	T_A [m]	T_F [m]	T_M [m]	T_{rim} [m]	
17.50	6.70	5.95	6.33	-0.75	

OPTIMIZED-PITCH-VALUES					
N_E (RPM)	N_E (%)	MCR(%)	P/D	Pitch%	P_m (kW)
384	77.7	35.2	1.050	91.5	6764

Net Power saved (kW)	710				
Percentage-%	9.5				

CURRENT-PITCH-VALUES					
N_E (RPM)	N_E (%)	MCR(%)	P/D	Pitch%	P_m (kW)
495	100.0	38.9	0.811	70.5	7474



ekil-1.-Makine-güç-grafiği-içinde-mevcut-ve-optimun-piç-durumlarının-gösterimi

Pervane Piç Optimizasyonu-3

- Vaka çalışması olarak ele alınan Ro-Ro gemisinde, Tablo da görüleceği üzere, geçerli yükleme durumundaki (Operating Conditions) mevcut piç değerleri (Current Pitch Values) tablonun sonunda verilmiştir.
- 17.50 knot hızı korumak için yapılan piç optimizasyon analizi sonucunda optimize olmuş pervane piç değerleri tablonun başında verilmiştir.
- Piç düzeltmesinin makine güvenli çalışma bölgesinin içinde kalıp kalmayacağı da Şekilde verilen diyagram ile kontrol edilmektedir.
- Makine tam devrinde (500 RPM), %70.5 piç değerinde seyreden gemi ile, makine devrinin 384 RPM 'e düşürülmesi sonucunda %91.5 değerine yükseltelen piç değeri arasında 710 KW kazanç vardır.
- Bu kazancın, 171 Gr/kW.h harcaması olan MAN B&W 6S50MC-C-9480 KW @ 500 RPM lik makinedeki günlük değeri ise 2.24 ton olmaktadır.

Teşekkürler