

## **GEMİ İNŞAATI PROJE II**

### **SEVK ANALİZİ VE MAKİNA SEÇİMİ İLE İLGİLİ GENEL ESASLAR**

Proje II dersi kapsamında yapılması öngörülen çalışmanın genel hatları;

1. Pervane seçimi (Standart seri ya da temel dizayn)
2. Gemi sevk katsayılarının belirlenmesi ve performans tahmini (İstatistiksel yöntem, deney veya benzer gemiden analiz)
3. Makina seçimi
4. Makina ve pervane uyumunun sağlandığının gösterilmesi (Pervane çalışma bölgesi makina güvenli çalışma bölgesi diyagramlarında gösterilecektir)
5. Kavite kontrolü.

## **Sevk Analizi ve Makina Seçimi**

Proje çalışmasında tek yada daha fazla pervanenin kullanıldığı durumlarda uygulanacak yöntem önerilmiştir. Diğer sevk sistemlerinin (su jeti, podlu sistem, gibi...) kullanıldığı durumlarda mümkün olduğu kadar önerilen formata bağlılık öngörülmüştür.

Bu öneride örnek bir tekne seçilmiştir. Bu tekneye ait tam takıntılı direnç değerleri direnç analizi bölümünden alınmış ve sevk analizi ve makina seçiminin 5 ana adımdan oluşması gerektiği düşünülmüştür. Bunlar;

1. Pervane seçimi
2. Gemi sevk katsayılarının belirlenmesi ve performans tahmini
3. Makina seçimi
4. Makina ve pervane uyumunun sağlanması
5. Kavite kontrolü.

Şeklinde tanımlanabilir.

**1. Pervane Seçimi:** Pervane seçimi tercihan standard serilerden ya da dizayn şeklinde yapılır. Pervane seçimi yapıldıktan sonra belirtilmesi gerekli parametreler aşağıdaki tablolarda verilmektedir.

Pervane seçimi aslında iteratif bir işlem olup 1-3 nolu adımların birkaç kez yapılmasını gerektirmektedir. Normal olarak pervane seçimi dizayn hızına karşı gelen direnç kuvveti ve bu kuvveti itme azalması katsayısı ile birlikte yenen optimum pervaneyi bulmak şeklindedir. Sonuçta bulunacak olan pervanenin makina ile de uyumlu bir şekilde çalışması, makul bir titreşim düzeyini haiz olması ve kavite yapmaması gerekmektedir.

Pervane seçiminde ilk dökümlenecek unsur pervane açık su karakteristikleri olmalıdır. Bu karakteristikler Tablo 1 'de verilen formata uygun şekilde hazırlanmalıdır.

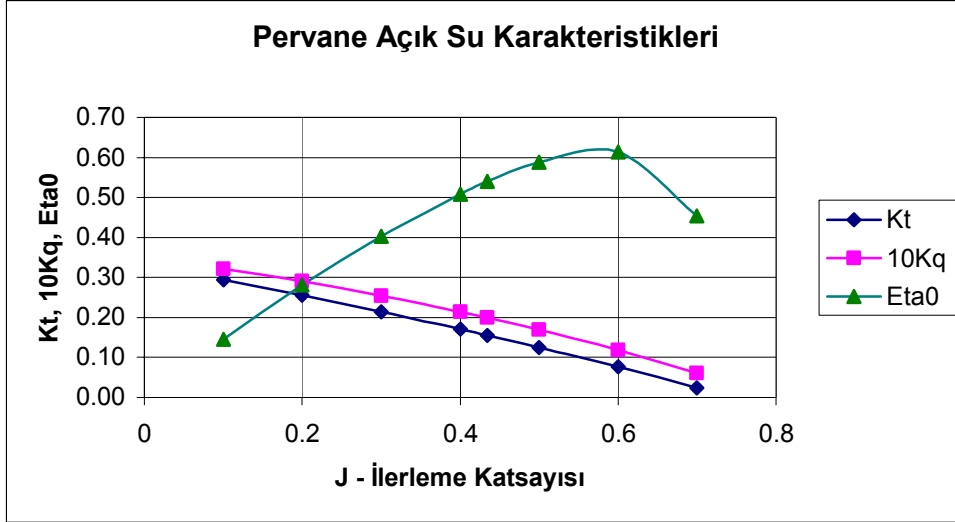
Tablo 1. Pervane açık su karakteristikleri

DİZAYN DATASI		GEMİ			
GÜÇ - PD	HP (MET)	4216.92	J	0.4759	
GÜÇ - PD	KW	3101.12	KQ	0.0186	
İTME - TH	KN	368.90	KT	0.1443	
RPM		130.00	T	0.2189	
GEMİ HIZI	-KNOTS	14.50	WT	0.3365	
J	KT	KQ	ETA0		
0.1000	0.29453	0.03212	0.14595		
0.2000	0.25599	0.02901	0.28089		
0.3000	0.21462	0.02542	0.40318		
0.4000	0.17107	0.02140	0.50881		
0.4343	0.15554	0.01991	0.53986		
0.5000	0.12499	0.01690	0.58857		
0.6000	0.07602	0.01183	0.61370		
0.7000	0.02459	0.00604	0.45371		

Burada,

PD	:	Pervaneye verilmesi gerekli güç (Kilo Watt) - $P_D$
TH	:	Pervanenin sağlaması gerekli itme kuvveti (Kilo Newton) - T
RPM	:	Pervane dakikada devir sayısı - N
VS	:	Gemi dizayn hızı (knot) - $V_S$
J	:	Pervane ilerleme katsayısı - J
KT	:	Pervane itme katsayısı - $K_t$
KQ	:	Pervane döndürme momenti katsayısı - $K_Q$
ETA0	:	Pervane açık su verimi - $\eta_0$
T	:	İtme azalması katsayısı - t
WT	:	İz katsayısı - w
ETAB	:	Tekne arkasındaki pervane verimi - $\eta_B$

- Pervane açık su karakteristikleri tercihan dizayn noktasını da içermelidir. (Örnek tabloda  $J=0.4343$  gibi)
- Pervane açık su karakteristikleri aynı zamanda grafiksel olarak ifade edilmelidir. Grafiklerde pervane döndürme momenti katsayısı değişimi aynı grafikte gösterimi sağlamak amacı ile 10 ile çarpılmalıdır. (Şekil 1)



Şekil 1. Pervane açık su karakteristikleri.

- Pervane standard serilerden seçilmediği şartlarda pervane geometrisine ait detaylar Tablo 2 de gösterdiği şekilde verilmelidir.

Tablo 2. Pervane geometrik detayları

ÖZELLİKLER	GEMİ	P/D (ORT.)	AE/A0	Z
ÇAP - D	M	4.8000	0.7074	4
ORTALAMA PİÇ	M	3.3954		

r/R	P/D	C/D	t/C (*100)	f/C (*100)
0.285	0.6913	0.147	23.370	0.000
0.300	0.7004	0.160	20.413	3.708
0.350	0.7307	0.199	13.741	4.432
0.400	0.7310	0.235	9.771	3.713
0.500	0.7292	0.290	5.726	2.501
0.600	0.7288	0.323	3.654	1.934
0.700	0.7226	0.332	2.468	1.727
0.800	0.7084	0.319	1.725	1.647
0.850	0.6982	0.301	1.493	1.633
0.900	0.6846	0.274	1.352	1.550
0.950	0.6679	0.225	1.425	1.338
0.975	0.6585	0.179	1.672	1.135
1.000	0.6492	0.101	1.368	0.000

Burada,

D	:	Pervane çapı – m.
Ort. Piç	:	Pervane ortalama piç değeri (Pervane sabit hatveli değil ise moment metodu ile hesaplanacaktır.)
C/D	:	Pervane kanat kesitleri kort boyları dağılımı.
t/D	:	Pervane kanat kesitleri kalınlık oranı dağılımı.
f/C	:	Pervane kanat kesitleri sehim oranı dağılımı.
AE/A0	:	Pervane düzlenmiş kanat açınım alanı oranı.
Z	:	Pervane kanat sayısı.

İle tanımlıdır.

**2. Gemi sevk katsayılarının belirlenmesi ve performans tahmini:** Gemiye ait sevk katsayıları Tablo 3 de gösterildiği gibi uygun bir istatistiksel yöntem kullanılarak belirlenmelidir.

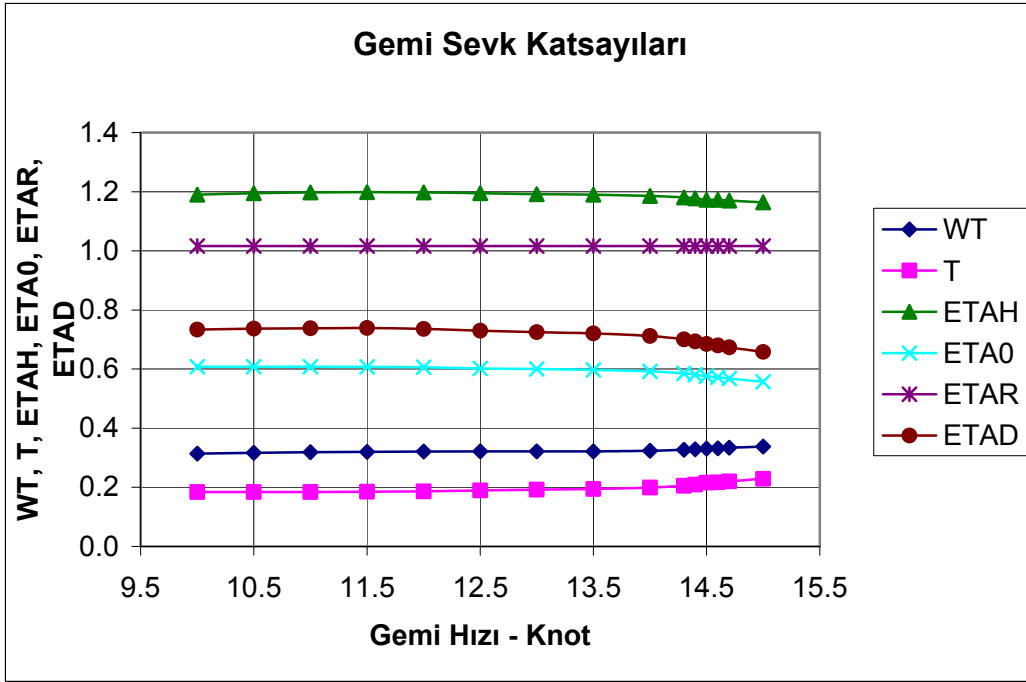
Tablo 3. Gemi sevk katsayıları

Vs (Knot)	Pe (KWATT)	w <sub>t</sub>	t	η <sub>H</sub>	η <sub>0</sub>	η <sub>r</sub>	η <sub>d</sub>	Pd (KWATT)
10.0	615	0.314	0.184	1.190	0.608	1.016	0.734	838
10.5	706	0.317	0.184	1.195	0.608	1.016	0.737	958
11.0	807	0.319	0.184	1.198	0.608	1.016	0.738	1093
11.5	923	0.320	0.185	1.199	0.607	1.016	0.739	1249
12.0	1064	0.321	0.186	1.198	0.606	1.016	0.736	1445
12.5	1242	0.322	0.189	1.195	0.602	1.016	0.730	1700
13.0	1433	0.322	0.192	1.192	0.600	1.016	0.725	1975
13.5	1635	0.322	0.194	1.190	0.597	1.016	0.721	2266
14.0	1904	0.324	0.199	1.186	0.592	1.016	0.712	2673
14.3	2143	0.327	0.205	1.181	0.585	1.016	0.701	3059
14.4	2250	0.329	0.209	1.178	0.581	1.016	0.694	3242
14.5	2371	0.331	0.216	1.173	0.576	1.016	0.685	3460
14.6	2495	0.332	0.217	1.173	0.572	1.016	0.680	3669
14.7	2616	0.334	0.220	1.170	0.568	1.016	0.674	3882
15.0	2965	0.338	0.229	1.164	0.557	1.016	0.658	4506

Burada

VS	:	Gemi hızları (dizayn hızı mutlaka yer almalıdır)
WT	:	İz katsayısı değişimi - $w$
T	:	İtme azalması katsayısı değişimi - $t$
ETAH	:	Tekne verimi $\eta_H = (1-t)/(1-w)$
ETA0	:	Pervane açık su verimi değişimi - $\eta_0$
ETAR	:	Pervane rölatif dönme verimi değişimi - $\eta_R$
ETAD	:	Genel sevk verimi - $\eta_D = \eta_H \eta_0 \eta_R$
$P_e$	:	Tekne efektif gücü - kW (Direnç analizinden bulunacaktır)
$P_d$	:	Pervaneye verilmesi gereken minimum güç - kW.

- İz, itme azalması ve rölatif dönme verimi katsayıları kullanılan yöntemle bağlı olarak bütün hız değerleri için aynı çıkabilir. Pervane verimi değişeceği için genel sevk verimi değişeceğinden tablo her durumda tesis edilmelidir.
- Sevk katsayıları şekil 2 de gösterildiği üzere tercihan grafiksel olarak da ifade edilmelidir.



Şekil 2. Gemi sevk katsayıları değişimi.

**3. Makina seçimi:** Gemi performans tahmini analizinde yer alması gerekli değişkenler Tablo 4 de örnek olarak gösterilmiştir.

Tablo 4. Performans tahmini

$V_s$ (Knot)	$P_e$ (KWATT)	$\eta_D$	$P_d$ (KWATT)	$P_{bmin}$ (KWATT)	$P_b$ (KWATT)
10.0	615	0.734	838	855	1207
10.5	706	0.737	958	978	1379
11.0	807	0.738	1093	1115	1574
11.5	923	0.739	1249	1274	1798
12.0	1064	0.736	1445	1474	2081
12.5	1242	0.73	1700	1735	2448
13.0	1433	0.725	1975	2015	2844
13.5	1635	0.721	2266	2312	3263
14.0	1904	0.712	2673	2728	3849
14.3	2143	0.701	3059	3121	4404
14.4	2250	0.694	3242	3308	4668
14.5	2371	0.685	3460	3531	4982
14.6	2495	0.68	3669	3744	5283
14.7	2616	0.674	3882	3961	5589
15.0	2965	0.658	4506	4598	6488

Burada

$V_s$	:	Gemi hızları (dizayn hızı mutlaka ter almalıdır)
$P_e$	:	Tekne efektif güç değişimi (Direnç analizinden)
$\eta_D$	:	Genel sevk verimi değişimi
$P_d$	:	Makina tarafından pervaneye verilmesi gerekli min. güç – kW.
$P_{bmin}$	:	Gemiye konulması gerekli minimum makina gücü – kW.
$P_b$	:	Gemiye konması gerekli makina gücü – kW

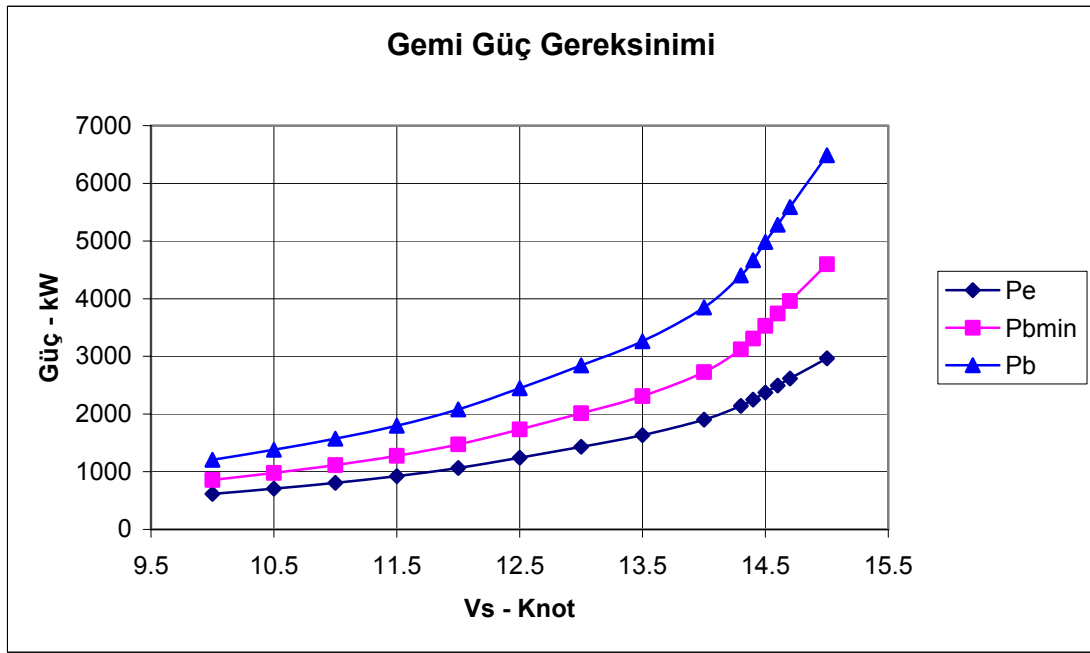
- Gerekli minimum makina gücü transmisyon verimi düşünülerek  $P_{bmin} = \frac{P_d}{\eta_{TR}}$  şeklinde hesaplanmalıdır. Burada transmisyon verimi - $\eta_{TR}$ , %98 olarak alınmıştır. Farklı dizaynlar için (devir düşürücü vs.) transmisyon verimi düşebilir.
- Gemiye konulması gerekli makina, tercihan makina marjini ve deniz marjini düşünülerek hesaplanmalıdır. Farklı dizaynlar için (örneğin şafta bağlı bir jeneratör bulunması halinde)

ilave marjinler eklenmelidir. Burada örnek olarak %85 makina ve %20 deniz marjini değerleri için konulması makina gücü

$$P_b = \frac{1}{\underbrace{0.85}_{\text{Makina Marjini}}} \times \underbrace{1.20}_{\text{Deniz Marjini}} \times P_{b\min}$$

olarak hesaplanabilir.

- Gemi performans tahmin değerleri Şekil 3 'de gösterdiği üzere grafiksel olarak da ifade edilmelidir.



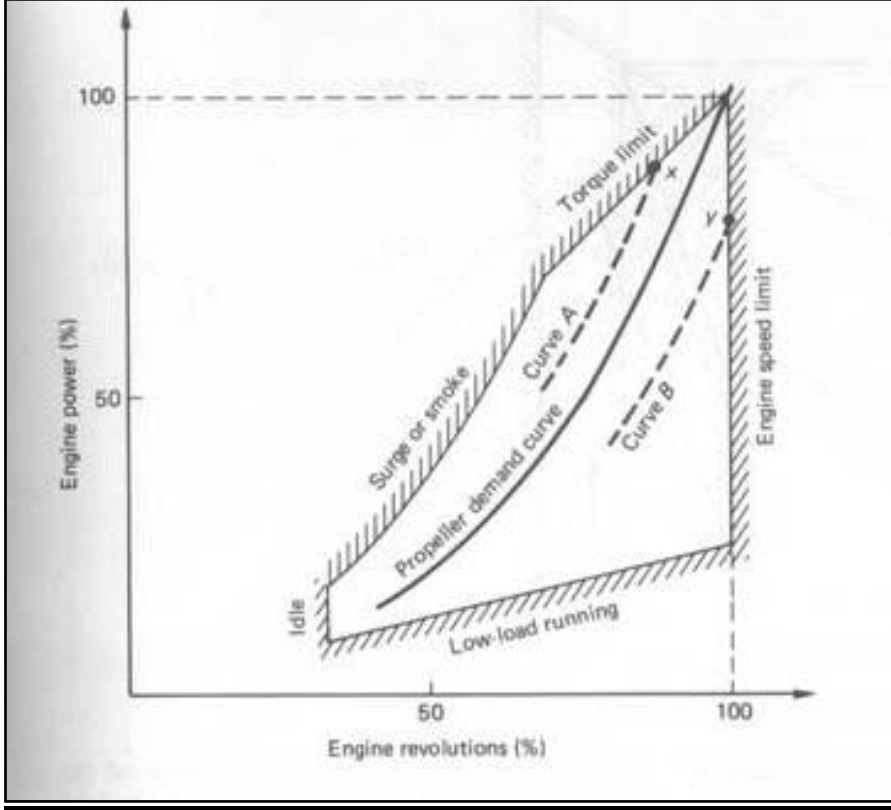
Şekil 3. Gemi performans tahmini.

Makina devri ile pervane devri uyuşmadığı zaman gerekli devir düşürücüler kullanılabilir. Bulunan makinanın devri pervane devrinden farklı ise tüm hesaplar bu devir için yeniden yapılmalıdır.

Gemi sevk gücünün tayini genellikle kontrat şartnamesine göre belirlenmektedir. Şartname uyarınca belli bir draftta belirli bir seyir tecrübesi hızı gemi sahibi tarafından istenebilir. Bu durumda pervanenin öncelikle şartname kurallarını sağlaması öncelik kazanır.



**4. Makina ve pervane uyumunun sağlanması:** Şüphesiz dizayn edilen pervane ile makina uyumlu bir şekilde çalışmalıdır. Bunun tesisi için seçilecek makinanın makina güvenli bölgede çalışma diyagramı (Engine Layout Diagram) bulunmalı. Pervanenin diyagramdaki çalışma bölgesi ek bir eğri veya dizayn noktası halinde diyagramda Şekil 5 de olduğu gibi gösterilmelidir.



Şekil 5. Makina – Pervane uyumunun tesisi. Curve A: Aşırı piçli pervane, Curve B: Düşük piçli pervane: Propeller demand curve: Dizaynı iyi yapılmış pervaneyi gösterir.

#### **5. Kavitasyon kontrolü**

Şüphesiz dizayn edilen pervanenin makul bir kavitasyon ve titreşim düzeyini haiz olması gerekir. Kavitasyon kontrolü Burril 'in %5 veya %2.5 sirt kavitasyonu sınır eğrileri kullanılarak yapılabilir. Eğer pervane kavitasyon gösterirse açınım alanı oranı artırılıp önceki adımların tekrarına gidilmelidir.