

# KARADENİZ BALIKÇI TEKNELERİNDE SEVK SİSTEMİ TASARIMI

Arş. Gör. Emre PEŞMAN\*, Prof. Dr. Orhan DURGUN, Arş. Gör. Hasan ÖLMEZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi,  
Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümü,  
61530 Çamburnu-Sürmene-Trabzon, Tel.: (0462) 752 28 05, Fax.: (0462) 752 21 58,  
e-posta : [pesman@ktu.edu.tr](mailto:pesman@ktu.edu.tr)

## ÖZET

Günümüzde Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilen balıkçı teknelerinin boyutlarının ve hızlarının değişen taleplere göre arttığı görülmektedir. Balıkçıların bu değişen taleplerine yani boyut ve hız artışı isteklerine, mühendislik uygulamalarının yeterli ölçüde yapılamadığı bölge tersaneleri yeterli ölçüde cevap verememektedir. Sonuç olarak başarısı tartışılan balıkçı tekneleri inşa edilmekte ve bu teknelerin sevk sistemleri hatalı seçilmektedir. Bu çalışmada, bölgede yeni inşa edilmiş olan bir balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarımı yapılmış, balıkçı teknesinin mevcut sevk sistemi analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

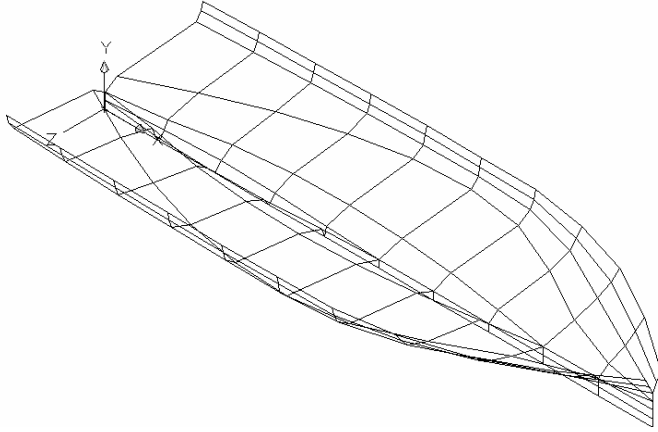
**Anahtar Kelimeler:** Sevk Sistemi, Balıkçı Teknesi, Pervane Tasarımı

## 1. Giriş

Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan tersanelerde ve ülkemizdeki bazı işletmelerde tasarım ve mühendislik uygulamaları yeterli ölçüde yapılamamaktadır. Bu işletmelerde inşa edilen teknelerin formları deneme-yanılma yolu ile ve yılların birikiminden yararlanarak oluşturulmakta ve bu formların değişen taleplere göre şekli değiştirilmektedir[1]. Günümüzde, ülkemizde inşa edilen balıkçı teknelerinin boyutlarında ciddi artışlar görülmektedir. Balıkçı teknelerinin boyları 50 metreye, genişlikleri 15 metreye ulaşabilmektedir. Mevcut bazı balıkçı teknelerinin boyutları boy verme ve genişlik verme gibi yöntemlerle arttırılmaktadır. Ayrıca bu teknelerde rekabet nedeniyle ciddi bir hız artışı da görülmektedir. Balıkçı teknelerindeki bu boyut ve hız artışları ana makine seçimi ve pervane seçimi gibi konularda tasarım ve mühendislik uygulamaları yeterli ölçüde olmayan tersaneleri sıkıntıya düşürmektedir. Değişen talepler balıkçı teknelerinin, gereksiz büyüklükte seçilmiş ana makineler ve hatalı tasarlanmış pervaneler ile donatılmasına neden olmaktadır. Hem inşa maliyetleri hem de işletme maliyetleri artmaktadır. Bu nedenlerle ülkemiz koşullarına uygun yeni balıkçı teknesi formlarının oluşturulması gerekmektedir. Veya en azından halen inşa edilmekte olan balıkçı teknelerine uygun sevk sistemi tasarımının yapılması sağlanmalıdır. Balıkçı teknelerine daha uygun bir sevk sistemi tasarımı yapılabilmesi amacıyla Peşman tarafından önceki bir çalışmada pratik bir sevk sistemi ön tasarım programı hazırlanmıştır. Bu program, hidrostatik hesap ve gemi direnci tahmininin ardından, bu verilere dayanarak pervane-sevk sistemi tasarımını, ana makine seçimini ve bu pervanelerin kavitasyon kontrollerini yapabilmektedir. Sunulan çalışmada söz konusu sevk sistemi ön tasarım programı, Trabzon'un Çamburnu beldesinde 2005 tarihinde denize indirilmiş; tam boyu 50 m, genişliği 15 m olan bir balıkçı teknesine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar balıkçı teknesinde mevcut olan sevk sistemi ile karşılaştırılmıştır.

## 2. Örnek Balıkçı Teknesinin Ana Boyutları ve Hidrostatik Hesapları

Örnek balıkçı teknesinin hidrostatik hesap sonuçları, ana boyutları ve balıkçı teknesinin üç boyutlu form resmi Tablo 1. ve Şekil 1.'de verilmiştir.



$L_{OA}$ : 50 m  
 $L_{WL}$ : 45.9 m  
 $L_{BP}$ : 39 m  
 $B$ : 15 m  
 $B_{WL}$ : 14.16 m  
 $H$ : 3.9 m  
 $T$ : 2.10 m  
Deplasman : 333.102

Şekil 1. Örnek Balıkçı Teknesinin üç boyutlu form resmi

Tablo 1. Hidrostatik Hesap Sonuçları

	su hattı alanları		WL4		WL5
wl0	0	Hacim	324.9779	m <sup>3</sup>	Hacim 548.668 m <sup>3</sup>
wl0,5	7.474253 m <sup>2</sup>	LCB	2.611392	m	LCB 2.900057m
wl1	11.41286 m <sup>2</sup>				
wl2	69.10109 m <sup>2</sup>				
wl3	308.3032 m <sup>2</sup>	Ca	0.430513		Ca 0.513861
wl4	440.136 m <sup>2</sup>	Cp	0.65091		Cp 0.730368
wl5	449.937 m <sup>2</sup>	Cb	0.280225		Cb 0.375308
		Cwl	0.797001		Cwl 0.807902
		deplasman			deplasman
			333.1023	ton	562.3847ton

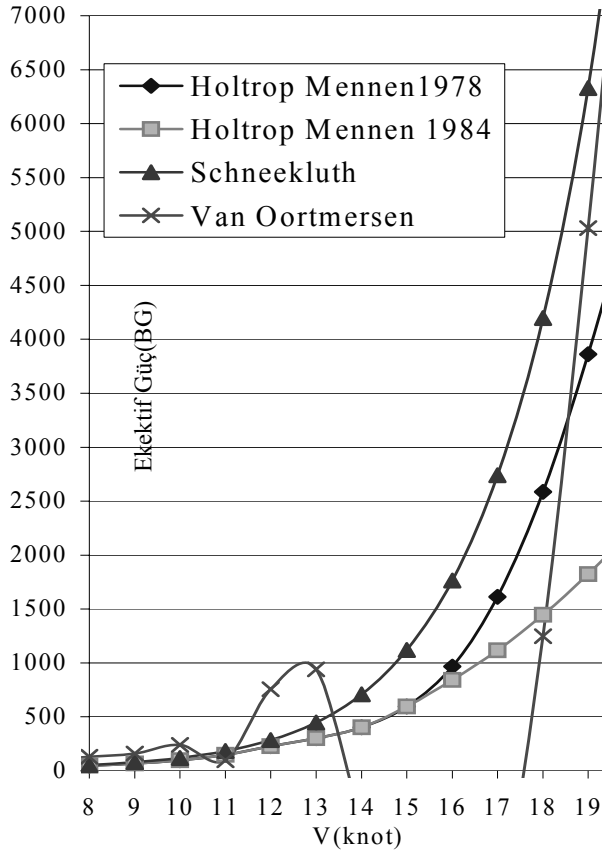
Şekil 1 ve teknenin ana boyutları incelendiğinde teknenin draftının küçük, genişliğinin büyük olduğu görülür. Bölgede inşa edilen teknelerin draftlarının ısrarla küçük tutulması yeterli deplasmanın sağlanabilmesi için genişliklerinin arttırılmasını zorunlu kılmaktadır. Genişliğin arttırılması teknelerin dirençlerinin atmasına ve manevra yeteneklerinin kısıtlanmasına, draftlarının küçük olması da pervane boyutlarının kısıtlanmasına neden olmaktadır.

## 3. Örnek Balıkçı Teknesinin Direnç Analizi

Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin model direnç deneyleri bölgede model deney havuzunun bulunmaması, tersane sahiplerince model deneylerinin ekstra maliyet olarak görülmesi ve bölgede bulunan Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümünde söz konusu deney donanımının bulunmaması nedeniyle henüz yapılamamıştır. Bu nedenle bölgede inşa edilen balıkçı teknelerinde direnç tahmin yöntemlerinin uygulanması uygun görülmüştür. Balıkçı teknelerinde kullanılabilecek direnç tahmin yöntemleri araştırılmış ve daha önce ülkemizde inşa edilmiş olan ve direnç deneyleri

yapılmış olan balıkçı teknelerine uygulanarak uygun direnç tahmin yöntemleri belirlenmiştir[2]. Bunlardan Holtrop-Mennen 1978[3] ve Schneekluth[4] yöntemleri kullanılabilir direnç tahmin yöntemleri olarak belirlenmiştir.

Seçilmiş olan örnek balıkçı teknesinde dört farklı direnç tahmin yöntemi uygulanmış ve teknenin hıza göre direnç tahmini yapılmıştır. Teknenin hıza göre efektif güç değerleri Tablo 2’de, efektif güç-hız eğrileri Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Efektif güç-hız grafiği

Tablo 2. Efektif beygir gücü değerleri

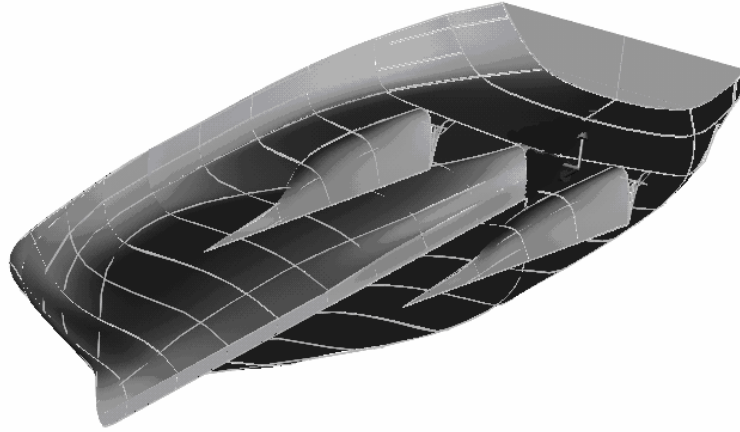
V (knot)	Efektif Güç (BG)			
	Holtrop Mennen 1978	Holtrop Mennen 1984	Schneekluth	Van Oortmersen
1	0.123	0.123	0.003	0.106
2	0.880	0.880	0.887	0.778
3	2.792	2.792	2.867	2.612
4	6.337	6.337	6.605	8.420
5	11.977	11.977	12.651	23.553
6	20.171	20.171	21.636	49.588
7	31.465	31.465	34.477	84.827
8	46.751	46.751	52.764	129.901
9	68.518	68.518	79.422	160.728
10	96.899	96.899	119.753	240.354
11	149.514	149.514	182.933	98.564
12	228.218	228.218	284.115	756.986
13	301.077	301.077	447.239	940.017
14	403.081	403.081	708.705	-440.502
15	596.660	596.660	1122.043	-1302.959
16	967.275	841.386	1763.759	-2056.601
17	1612.287	1119.519	2740.511	-1310.150
18	2586.794	1447.085	4197.812	1248.083
19	3863.191	1823.710	6330.449	5029.639
20	5350.223	2248.691	9394.821	9315.528

#### 4. Örnek Balıkçı Teknesinin Sevk Sistemi Analizi

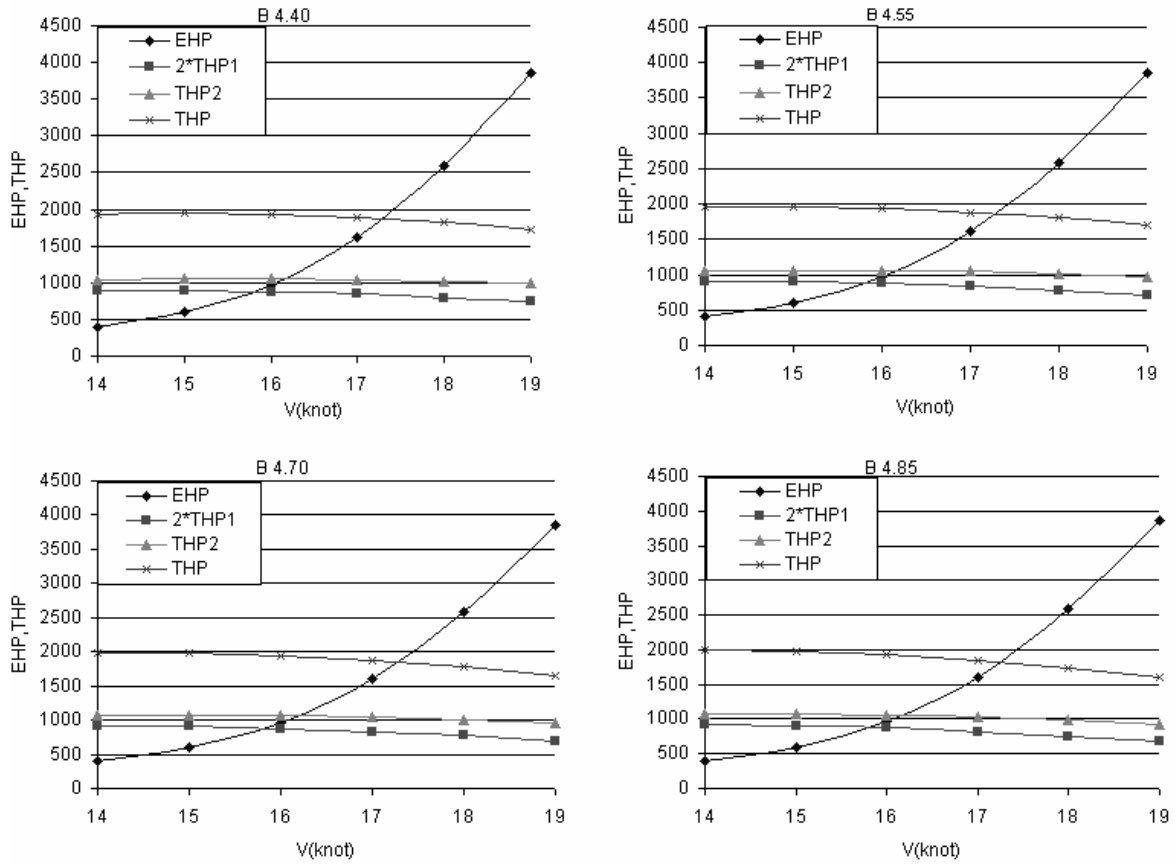
Örnek balıkçı teknesinde sevk sistemi olarak ortada maksimum devir sayısı 1600 d/dk, redüksiyon dişlisi oranı 4,6:1 olan 1800 BG gücünde bir ana makine ve bu makinenin tahrik ettiği 2,1 m çapında dört kanatlı bir pervane, yanlarda ise maksimum devir sayısı 1800 d/dk, redüksiyon dişlisi oranı 5,1:1 olan 800 BG gücünde iki adet ana makine ve bu makinelerin tahrik ettiği 1,67 m çapında dört kanatlı pervaneler kullanılmaktadır. Balıkçı teknesinde kullanılan pervanelerin hatve-çap oranları ortadaki pervane için 0,833 yanlardaki pervaneler için 0,946 olarak alınmıştır[5].

Balıkçı teknesinde kullanılmakta olan sevk sisteminin analiz edilebilmesi için pervane özelliklerine ve ana makine özelliklerine bağlı olarak farklı hızlarda pervanelerin itme kuvvetlerini, döndürme momentlerini ve bunlara bağlı olarak itme güçlerini hesaplayabilen, pervanenin oluşturduğu itme gücü eğrilerini ve teknenin efektif güç eğrisini hızın fonksiyonu olarak aynı diyagram üzerinde çizilebilen bir program hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan program dört farklı B serisi pervane[6] tipi için uygulanmış ve teknedeki tüm makinelerin çalışması durumunda, sadece ortadaki makinenin çalışması durumunda ve sadece yanlardaki makinelerin çalışması durumunda teknenin ulaşabileceği maksimum hızlar

tahmin edilmiştir. Dört farklı pervane tipinin itme gücü-hız ve efektif güç-hız eğrileri Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3'ten de görüldüğü gibi teknenin sadece ortadaki makinesinin çalıştırılması ile yaklaşık 16,2 knot, sadece yanlardaki makinelerinin çalıştırılması ile 15,8 knot ve tüm makinelerinin çalıştırılması ile yaklaşık 17,2 knot hız yapması beklenmektedir. Yapılan hesaplamalar en iyimser durumda; pervanelerin bir birlerini etkilemediği ve pervaneye gelen su akımının bozulmadığı durumlar için geçerlidir. Örnek balıkçı teknesinde teknenin kış formu oluşabilecek hidrodinamik kusurlar dikkate alınmadan tasarlanmıştır(Şekil 4). Balıkçı teknesinin sevk testlerinde teknenin istenilen hıza ulaşamadığı, maksimum 15 knot hıza ulaşabildiği görülmüş, ortada bulunan makine ve pervaneden istenilen verimin alınmadığı belirlenmiştir.



Şekil 4. Örnek Balıkçı Teknesinin kış formu



Şekil 3. Dört farklı pervane için itme gücü-hız ve efektif güç-hız eğrileri

2\*THP1: Yanlardaki ana makinelerin ve pervanelerin oluşturduğu toplam itme beygir gücü  
 THP2 : Ortadaki ana makine ve pervanelerin oluşturduğu itme beygir gücü  
 THP : Yanlardaki ve ortadaki ana makinelerin ve pervanelerin oluşturdukları toplam itme gücü  
 EHP : Teknenin efektif beygir gücü

## 5. Örnek Balıkçı Teknesine Uygun Sevk Sistemi Tasarımı

Örnek balıkçı teknesinde Şekil 4’de görüldüğü gibi kış form pervane çaplarının büyük tutulmasına engel olmaktadır. Pervane çaplarının küçük tutulması devir sayılarının yüksek tutulmasını gerektirerek kavitasyon riski oluşturmaktadır. Bu durumun önlenmesi için pervane sayısının artırılması dolayısıyla pervanelere gelen yükün düşürülmesi gerekmektedir. Örnek balıkçı teknesinde üç adet pervane kullanılarak hem hız artışının sağlanması hem de kavitasyon riskinin azaltılması istenmiştir. Fakat yapılan tecrübe testleri sonucunda istenilen hız artışının sağlanamadığı belirlenmiştir. Yapılan sevk sistemi analizi sonucunda da yandaki pervanelere ve makinelere ek olarak ortadaki pervane ve makinenin kullanılması ile en iyimser durumda yaklaşık 1 knot hız artışının sağlanabileceği belirlenmiştir. Hem tecrübe testleri hem de direnç analizleri geminin ortasında bulunan ana makine ve pervanelerin gereksiz yere üretim ve işletme maliyetlerini arttırdığını göstermiştir.

Örnek balıkçı teknesi için yapmış olduğumuz sevk sistemi tasarımında maksimum hız 16 knot seçilmiş, sevk sistemi çift pervaneli olarak tasarlanmış ve kavitasyon riskini düşürmek için pervane çapları mümkün olduğu kadar büyük tutulmuştur. Pervane çapı 1,9304 m (76 inch) seçilmiş yapılan hesaplamalardan sonra Tablo 3’te belirtilen özelliklerdeki pervaneler tasarlanmış ve Tablo 3’te belirtilen ana makine güçleri belirlenmiştir. Son olarak tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolleri yapılmış ve Tablo 4’te görüldüğü gibi B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri dışındaki pervaneler kavitasyon açısından riskli görülmüştür.

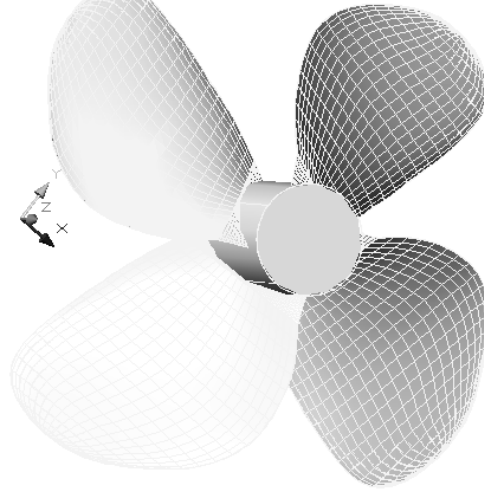
Sonuç olarak sevk sistemi olarak maksimum devir sayısı 1800 d/dk olan 850 BG gücündeki iki adet ana makine, redüksiyon dişlisi oranı 5,901:1 olan iki adet dişli kutusu ve çapı 1,9304 m, hatve-çap oranı 0,889 olan iki adet B 4.70 pervanesi seçilmiştir.

Tablo 3. Sevk sistemi tasarım sonuçları

	B 3.50	B 4.40	B 4.55	B 4.70	B 4.85	
<b>D</b>	1.9304	1.9304	1.9304	1.9304	1.9304	m
<b>SHP</b>	793.1779	833.5107	836.3211	847.9883	866.2284	BG
<b>H/D</b>	0.804115	0.8817	0.864542	0.889586	0.915033	
<b>Nperv</b>	330	305	310	305	300	d/dk
<b>T</b>	13125.58	13132.77	13130.63	13124.97	13124.2	lb
<b>Q</b>	12240.18	13916.9	13738.6	14158.63	14704.23	lbft

Tablo 4. Tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolleri

	Pratik Kavitasyon K.	Keller Kavitasyon K.	Burill Kavitasyon K.
<b>B 3.50</b>	Risk yok	Risk var	%2.5-5 sırt kavitasyonu
<b>B 4.40</b>	Risk yok	Risk var	%5-10 sırt kavitasyonu
<b>B 4.55</b>	Risk yok	Risk var	Risk yok
<b>B 4.70</b>	Risk yok	Risk yok	Risk yok
<b>B 4.85</b>	Risk yok	Risk yok	Risk yok



Şekil 5. Tasarlanmış olan pervanenin üç boyutlu görüntüsü

## 6. Sonuçlar ve Öneriler

Sunulan bildiriye, örnek balıkçı teknesinin sevk sistemi analiz edilmiş, yetersizlikleri vurgulanmış ve tekne için sevk sistemi tasarımı yapılarak aşağıdaki sonuç ve önerilere ulaşılmıştır.

1. Bölge tersanelerinde ana makineye göre pervane siparişi yapılmaktadır. Yapılmış olan analizlerde ana makine özellikleri ve reduksiyon dişli kutuları bilinen örnek balıkçı teknesi için tasarlanmış olan pervanelerin uygun çapta ve uygun hatvelerde olduğu belirlenmiştir.
2. Örnek balıkçı teknesinin sevk sistemi analizine göre teknenin ana makinelerin tümünün çalışması durumunda 17,2 knot, sadece ortadaki ana makinenin çalıştırılması durumunda 16,2 knot ve sadece yanlardaki ana makinelerinin çalıştırılması durumunda 15,8 knot hıza ulaşması beklenmektedir. Analiz sonucuna göre yanda bulunan 800 BG gücündeki ana makinelere ek olarak yaklaşık 1 knot hız artışı için ortada bulunan 1800 BG gücündeki ana makinenin kullanılmış olduğu söylenebilir. Üç ana makineli ve pervaneli sevk sistemi yerine çift ana makineli ve çift pervaneli bir sevk sistemi tasarımının yapılmasıyla teknenin hem üretim maliyetinin hem de işletme maliyetinin düşürülebileceği düşünülmektedir.
3. Örnek balıkçı teknesinde yapılmış olan sevk testlerinde balıkçı teknesinden istenilen verim alınamamış tekne üç ana makineyle maksimum 15 knot hıza ulaşabilmiştir. Ortada bulunan pervanenin verimsiz çalıştığı belirtilmiştir. Bu durumun pervaneye gelen su akımının bozulması ve pervanelerin bir birini etkilemesi nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle teknenin kış formu hidrodinamik olarak pervanelerin verimini düşürmeyecek şekilde yeniden tasarlanmalıdır. Çift ana makineli ve çift pervaneli bir sevk sistemi tasarımının yapılmasıyla bu olumsuz etkilerin azaltılabileceği ve hem üretim maliyetinin hem de işletme maliyetinin düşürülebileceği düşünülmektedir.
4. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin draftları küçük genişlikleri büyüktür. Bu durum bu teknelerin dirençlerini arttırmakta ve manevra yeteneklerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca draftın küçük ve pervane yuvalarının dar olması pervane tasarımını kısıtlamaktadır. Bu nedenle Türkiye sularına uygun yeni balıkçı teknesi formlarının geliştirilmesi gerekmektedir.
5. Doğu Karadeniz Bölgesindeki tersanelerde mühendislik uygulamaları yeterli ölçüde yapılamamaktadır. Tekneler usta-çırak ilişkisi ve deneme-yanılma yoluyla oluşturulmaktadır. Örnek balıkçı teknesinde görüldüğü gibi çoğu zaman hatalı uygulamalar yapılmaktadır. Bu hataların önlenmesi için bölge tersanelerinde aktif olarak gemi inşaatı mühendisi çalıştırılmalıdır.

## 7. Kaynaklar

1. Durgun, O. ve Peşman, E., Doğu Karadeniz Bölgesinde Gemi İnşa Sanayisinin Durumu ve Olası Gelişmeler, Gemi Mühendisliği ve Sanayimiz Sempozyumu 2004, 24-25 Aralık 2004, İstanbul, Bildiriler Kitabı, Sayfa 8.
2. Peşman, E., Karadeniz Balıkçı Teknelerinin Direnç ve Sevk Analizi ve Sevk Sistemlerinin Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (Nisan 2005'de Enstitüye teslim edilmiştir), Trabzon
3. Holtrop, J., Mennen, G.G.J., A Statistical Power Prediction Method, International Shipbuilding Progress, 25 (1978)
4. Schneekluth, H., Ship Design for Efficiency and Economy, Butterworth, Heinemann, 1987
5. URL-1 [www.erispropellers.com](http://www.erispropellers.com)
6. Lewis, Edvard V., Principles of Naval Architecture, Volume 2 Resistance, Propulsion and Vibration, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, NJ, 1988