

ELEKTRİKLİ SEVK SİSTEMLERİNDE HATVE KONTROLLÜ PERVANELER İLE SABİT HATVELİ PERVANE MEKANİZMALARI ARASINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ KARŞILAŞTIRMASI

Yrd. Doç. Dr. Emrah Erginer

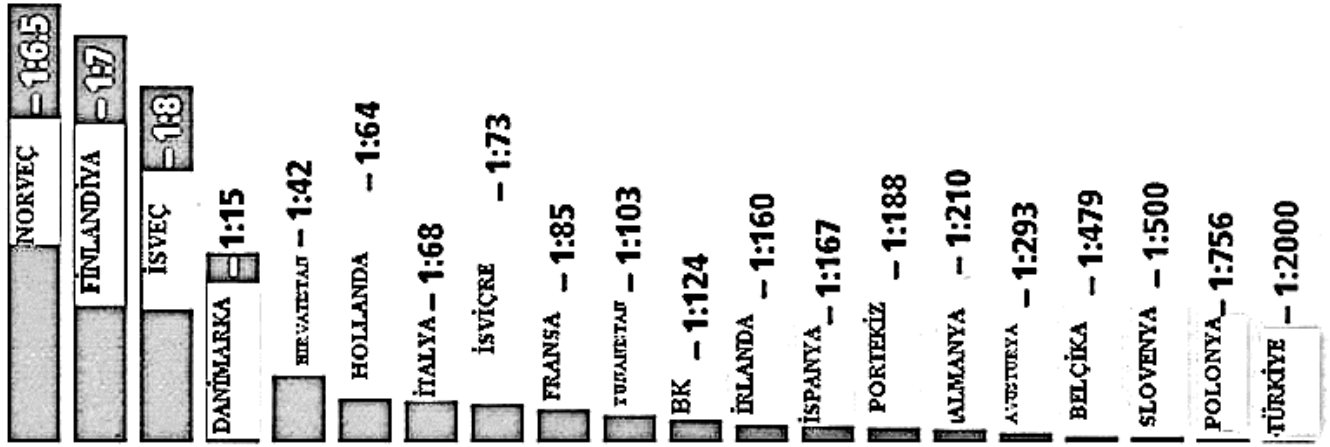
Araş. Gör. Olgun Konur

Araş. Gör. Yiğit Gülmez



Araştırmada, İzmir Kalkınma Ajansı (İZKA) tarafından TR31/12/YE02/0015 numaralı "Entegre Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin İmal Edilmesi ve Ulaşım Taşıtlarında Uygulanması" adlı proje kapsamında finanse edilen ve Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi tarafından sistem tasarımı ve kurulumu gerçekleştirilen "Yeşil Eylül" teknesi üzerinde deneysel bir çalışma yapılmıştır.

Ülkemizde Kişi Başına Düşen Tekne Sayısı



Avrupa'da kişi başına düşen tekne sayısı (Kaynak: DTO-IBI, 2015)

Adalar dahil 8333 km. kıyı uzunluğuna sahibiz;

Üç tarafımız denizler ile çevrili;

Göller-iç sular ve nehirlere sahibiz;

Gemi inşa sanayinde Dünyada 8., Avrupa'da 1.siyiz;

Günümüzde 17.500 yat kapasiteli 62 marinaya sahibiz;

Dünyada ziyaret edilen altıncı ülke konumundayız;

Mega yat üretiminde dünyada üçüncüsüyüz.



Elektrikli tekne üretimi ülkemizde yok denecek kadar az olup birçok üniversitenin ve elektrik sevk sistemi üreticilerinin yapmakta olduğu ArGe çalışmaları dışında bir çalışma bulunmamaktadır. Yaşanmakta olan en büyük sorun elektriğin depolanması olarak gözlenmektedir. Bunun yanında boyu 5 m. ve altı olan teknelerde özellikle kıçtan takma elektrik motorları kullanıldığı görülmektedir.

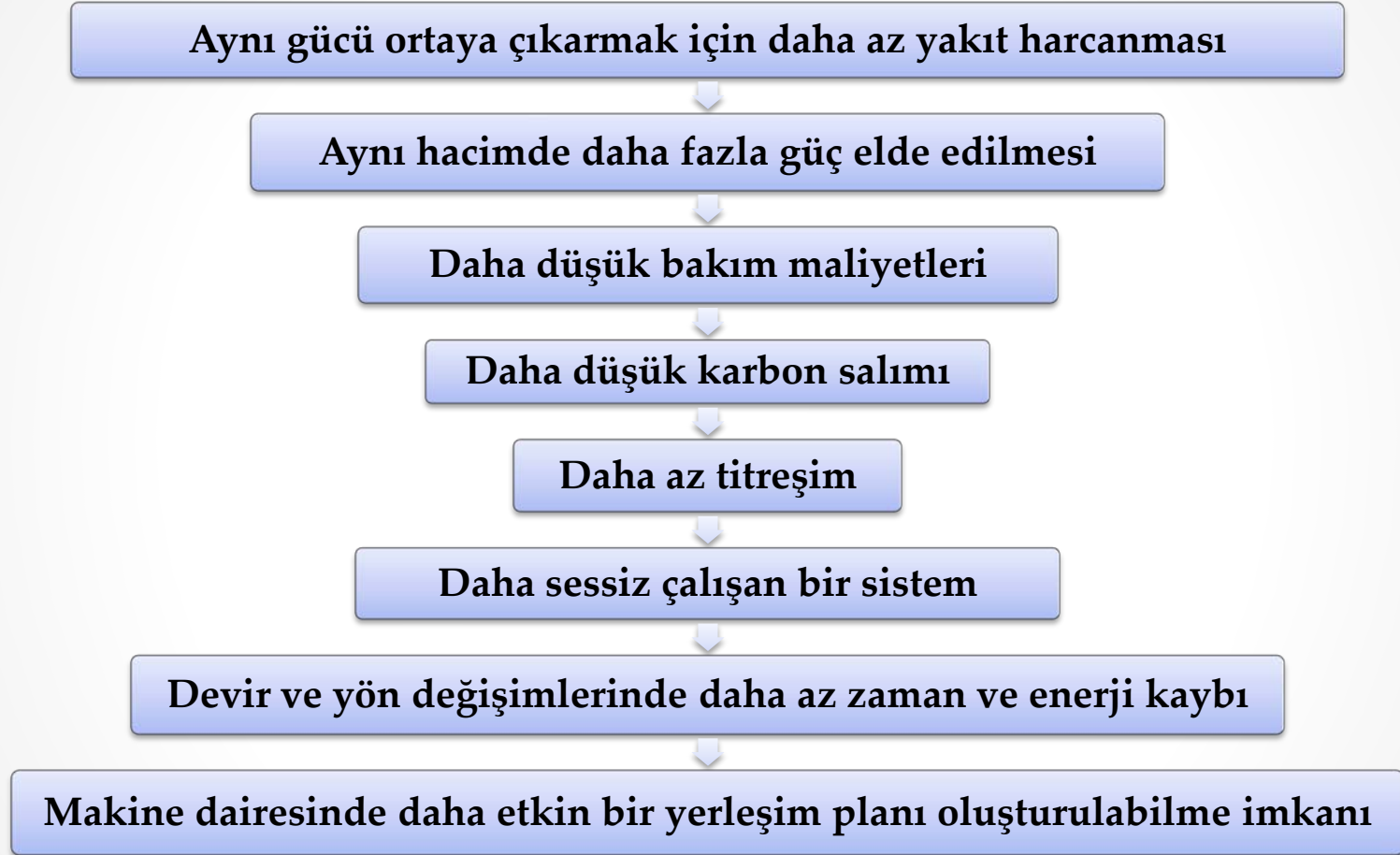
Elektrikli Tahrik Sistemleri

Günümüzde yakıt ve enerji verimliliğini artırması ve insan kaynaklı karbon salımının azaltılmasına katkıda bulunması sebepleriyle elektrikli tahrik sistemlerinin kullanımında önemli bir artış beklenmektedir.

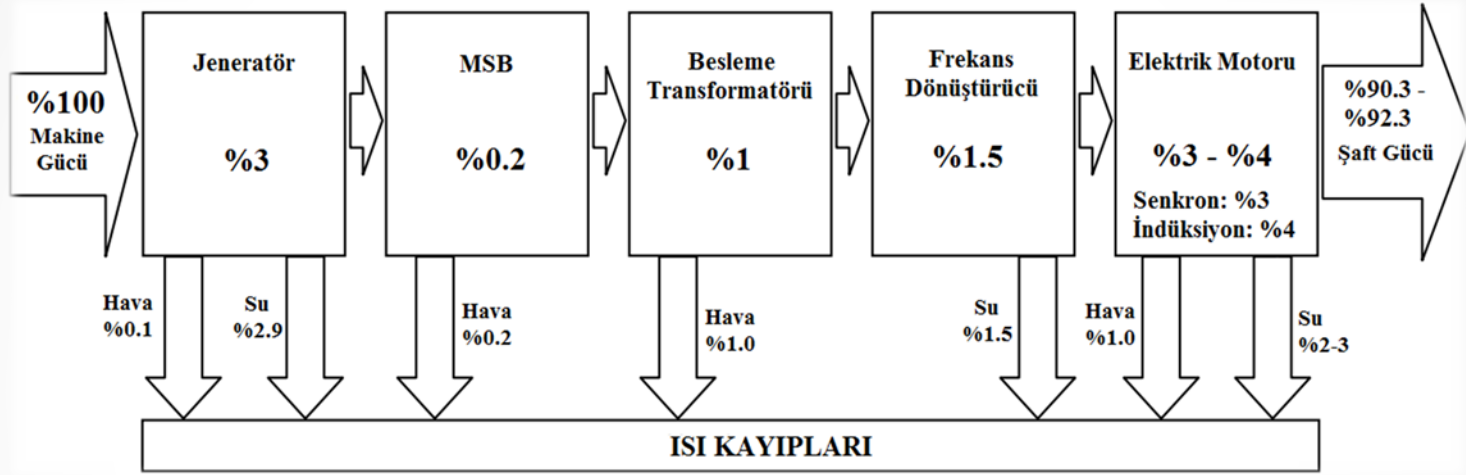
Elektrikli tahrik sistemlerinin gemilerde kullanımı çeşitli şekillerde olabilmektedir:

- ✓ Fosil yakıt kullanan bir jeneratör ile üretilen elektriğin elektrik motoruna iletilerek şaft sistemi üzerinde kullanılmasıyla,
- ✓ Sahil istasyonlarından depolanan veya alternatif enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisinin akülerde depolanmasıyla kullanılabilir.

Elektrik Tahrik Sistemlerinin Avantajları



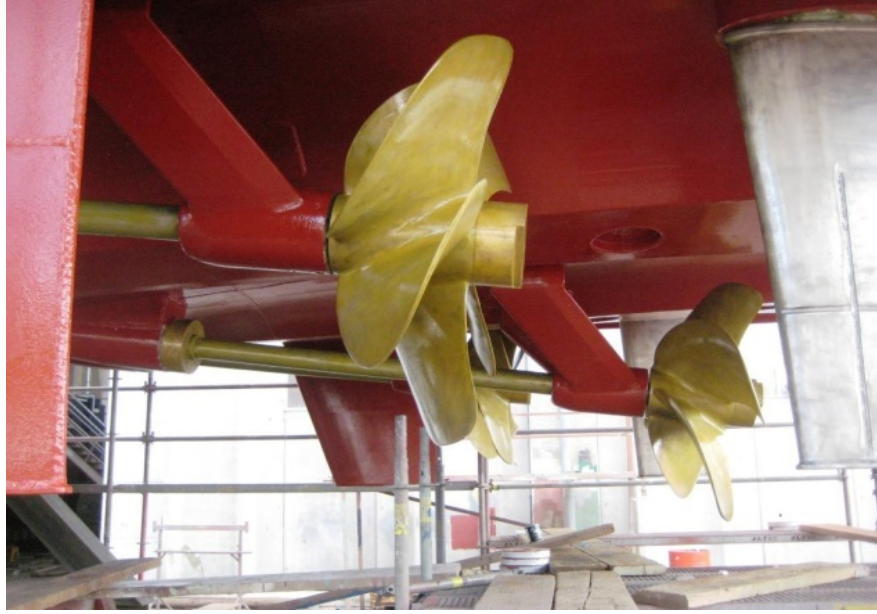
Elektrik Tahrik Sistemlerinin Dezavantajları



Kaynak: MAN, 2015

Elektrikli tahrik sistemlerinin bazı dezavantajları da mevcuttur. Bunlardan en önemlisi yüksek ilk kurulum maliyetleri olarak görülebilir. Ayrıca üretilen elektrik enerjisinin, elektrik motoruna iletme sürecinde bazı kayıplar meydana gelmektedir.

Sabit Hatveli Pervaneler (FPP)



- ✓ Gemilerde kullanılan en yaygın kullanılan sevk sistemidir.
- ✓ Bu sistemlerde pervane devrinin artmasıyla itme gücü artar; böylece geminin hız kontrolü sağlanır.
- ✓ Geminin hız kontrolü, motor sürücülerinin motor ve dolayısıyla pervane devrini değiştirmesiyle yapılabilmektedir.

Hatve Kontrollü Pervaneler (CPP)



- ✓ Pervane kanatları, pervane göbeği üzerinde kendi etrafında döndürülerek hız değişimi, yakıt harcamasının azaltılması ve manevra kabiliyetinin artırılması sağlanabilmektedir.
- ✓ Motor devrini değiştirmeyerek, her hızda optimum motor veriminde çalışma olanağı sağlamaktadır.

Sabit Hatveli Pervaneler (FPP)	Hatve Kontrollü Pervaneler (CPP)
FPP sistemlerinde manevra esnasında zaman kaybı meydana gelmektedir.	Motoru durdurmadan her türlü manevra ihtiyacına anında cevap verilebilmektedir.
Belli bir makine yükü, hız ve devrinde optimum seviyede çalışacak şekilde tasarlanır.	Optimum motor veriminde sürekli çalışma imkanı verir.
Gemi optimum sevk verimi değerlerinde çalışmadığı koşullarda, pervane kanatlarında basınç yükselir ve kavitasyon oluşur.	Motor seyir boyunca optimum verimde çalışacağından kavitasyon etkisi az olur.
İlk kurulum maliyeti, CPP sevk sistemlerine göre daha düşüktür.	CPP kanatlarının zarar görmesi halinde, kanatlar tek tek değiştirilebilir.
Sistem kurulumu daha basittir.	CPP göbek çapları, FPP'ye göre daha büyük olduğundan, pervane verimi daha düşük olmaktadır.

Elektrikli Tahrik Sistemlerinde CPP Kullanımı

Adnanes,
2003

- Hatve kontrollü pervanelerin hatve açları, geniş hız aralıklarında hızlı tepki süresi ve daha yüksek hidrodinamik verim sağlamak için optimize edilmiştir.

Arrington,
1998

- Elektrik motorları, her iki dönme yönü için aynı miktarda güç harcadığından dolayı, geri yönlü hareketlerde FP pervanelerin CP pervanelere göre ciddi bir dezavantajı vardır.

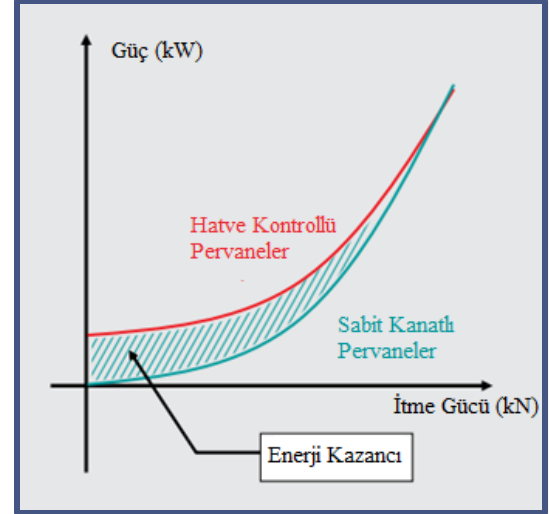
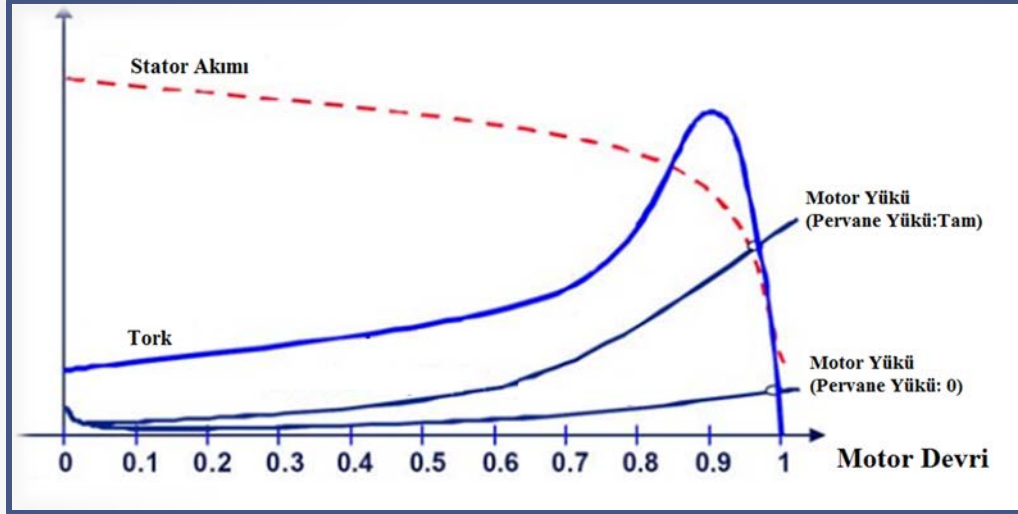
Kallah,
1997

- Motorun düşük yüklü olduğu durumlarda sabit hatveli sistemler %2 civarında daha avantajlıdır. Makinelerin, kullanım süresi boyunca ortalama %25-%35 arasında yüklü olarak kullanılacağı göz önüne alındığında FPP kullanan sistemler daha avantajlıdır.

Balashov,
2011

- Büyük çaplı operasyonlarda hatve kontrollü pervanelerden daha yüksek verim alınabileceği gibi, bu verimin yatırım maliyetini karşılayamayacağı düşünülmektedir.

Elektrikli Tahrik Sistemlerinde CPP Kullanımı



Elektrikli tahrik sisteminde hatve kontrollü pervaneyle kullanılan bir elektrik motorunun yüklü ve yüksüz durumlardaki özellikleri (**Kaynak:** Adnanes, 2003)

Çalışmanın Amacı

- Elektrikli tahrik sistemlerinde hatve kontrollü pervanelerin kullanımı ile ilgili olumlu ve olumsuz karşılıklı görüşler bulunmaktadır.
- Günümüzde azalan fosil yakıtlar nedeniyle hızla gelişmekte olan elektrikli sevk sistemlerinin, tekne ve yat endüstrisinde kullanımı gelecek vaat eden bir çözüm olarak görülmektedir.
- Bu çalışmada elektrikli sevk sisteminde hatve kontrollü pervanelerin kullanımının konvansiyonel sistemlere göre verimliliğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Bu araştırmada; hem hatve kontrollü pervane ile pervane açıları değiştirilerek, hem de motor sürücüsü ile motor devri değiştirilerek hız ayarı yapılabilen, elektrikli sevk sistemine sahip bir tekne üzerinde güç harcamı ve tekne hızı grafikleri çıkartılarak verimlilik ölçümleri yapılmıştır.

- ✓ Bu grafikleri çizmek için tekne üzerinde motor devri sabit tutulup hatve açıları değiştirilerek motorun harcadığı güç ve tekne hızı değerleri ölçülmüştür.
- ✓ Daha sonra hatve açısı, toplam tekne veriminin en yüksek olduğu değerde sabit tutulup motor devri değiştirilirken motorun harcadığı güç ve tekne hızı değerleri ölçülmüştür.
- ✓ Üzerinde çalışma yapılacak teknenin formu üç boyutlu olarak gemi mühendislerince yaygın olarak kullanılan bir programa aktarılmıştır. Ölçülen hız ve güç değerleri kullanılarak, her bir ölçüm için teknenin toplam verimliliği saptanmıştır.

Uygulama

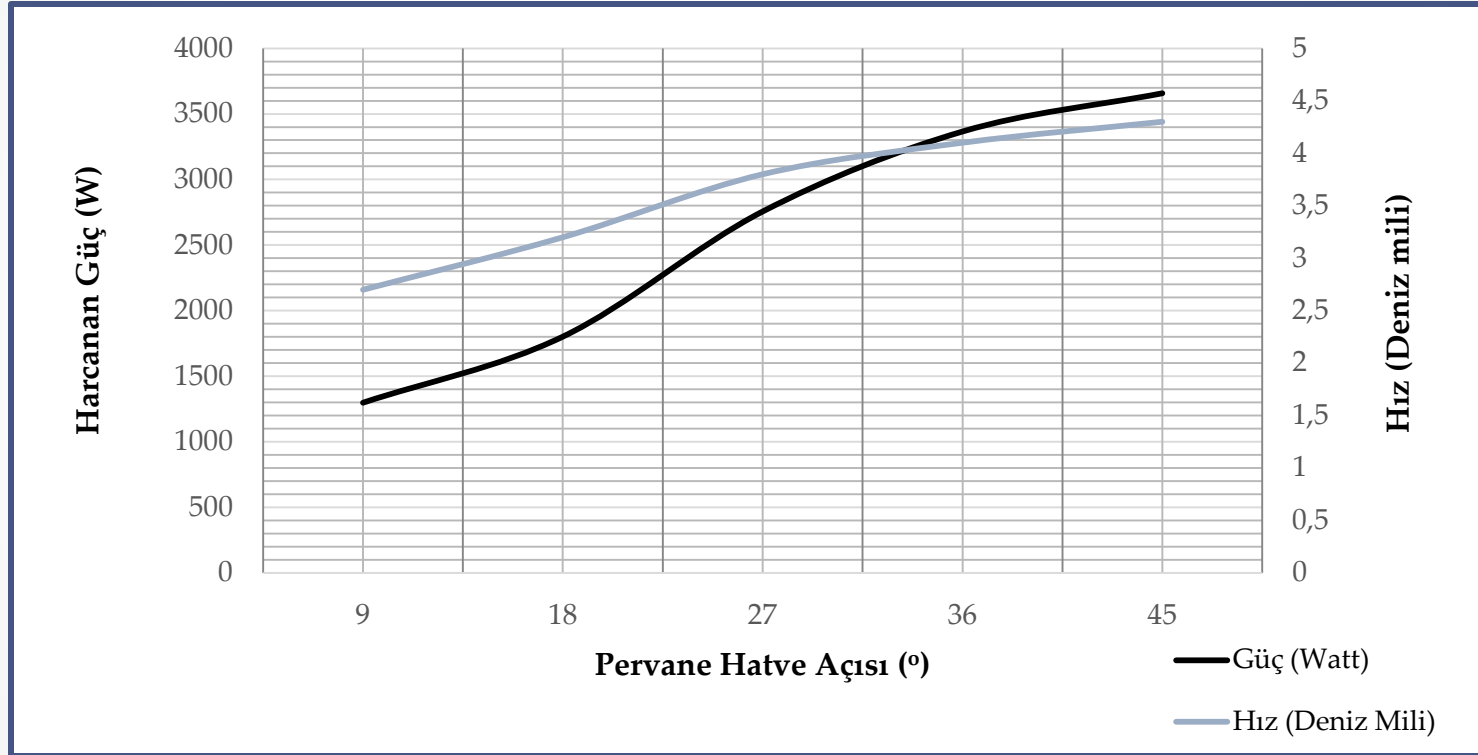
Tablo: Yeşil Eylül Teknesi Teknik Özellikleri

Tam Boy	7.80m
Genişlik	2.55m
Su Kesimi	6.90m
Deplasman	2350kg
Motor Modeli	Mars 1003 (Etek) Fırçalı DC Motor
Motor Gücü	11.5KW
Motor Sürücü	Kelly KDZ48200 Series
Aktarma Sistemi	Frydenbo 2:1 Şanzıman ve Hatve Kontrol Mekanizması
Pervane Hatve Açıları	90° (0-45° ileri yol, 0-45° tornistan)
Sistem Voltajı	48V *
	*(96 V'a kadar artırılabilir. Seyir sırasında, proje kapsamında satın alınmış akülerin kapasiteleri doğrultusunda 48 V olarak kullanılmasına karar verilmiştir)

Araştırmada "Yeşil Eylül" teknesi üzerinde deneysel bir çalışma yapılmıştır.

Bulgular

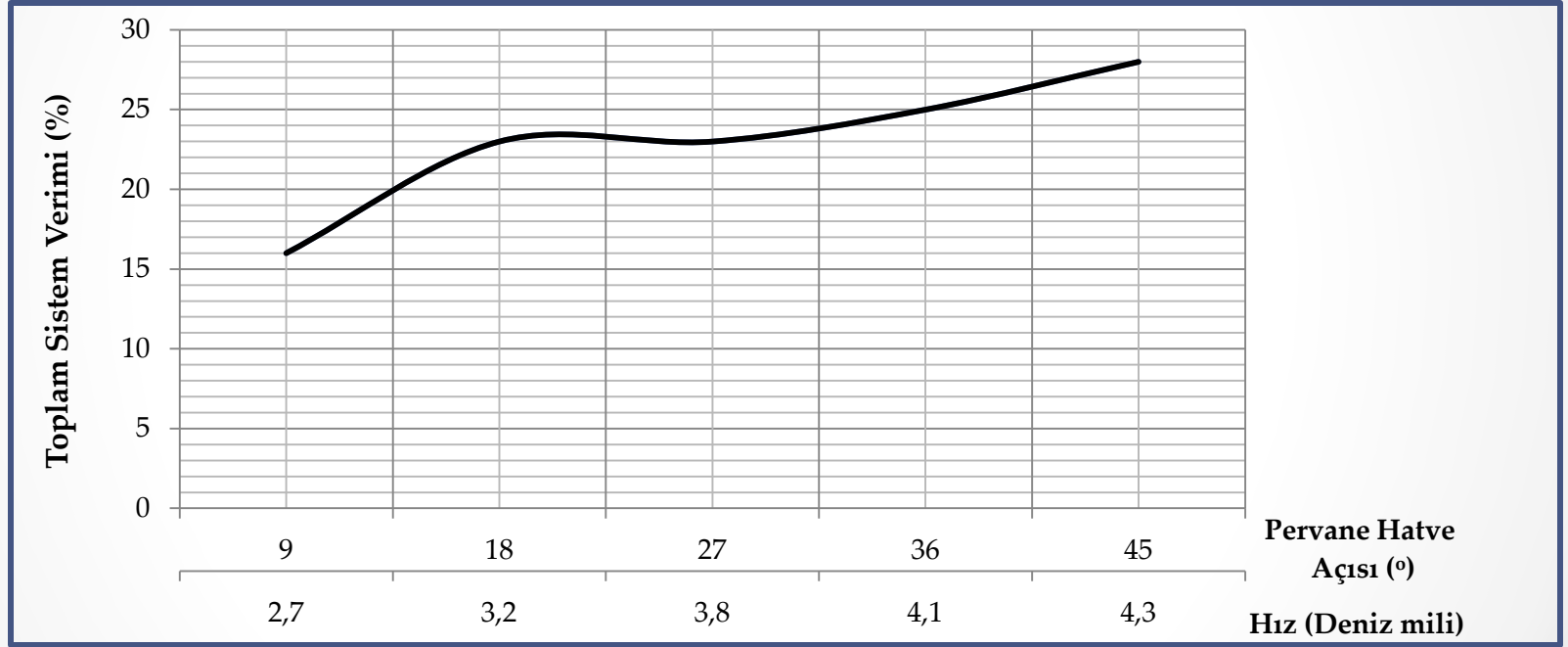
- İlk olarak Yeşil Eylül teknesi üzerinde motor devrini sabit tutarak pervane kanat açıları değiştirilirken motor gücü ve tekne hızı ölçülmüştür.
- Şekilde görüldüğü üzere güç ve hız eğrileri paralel artış göstermemiştir.



Sabit motor devrinde pervane hatve açısı değişimi ile ölçülen güç ve hız değişimi grafiği

Bulgular

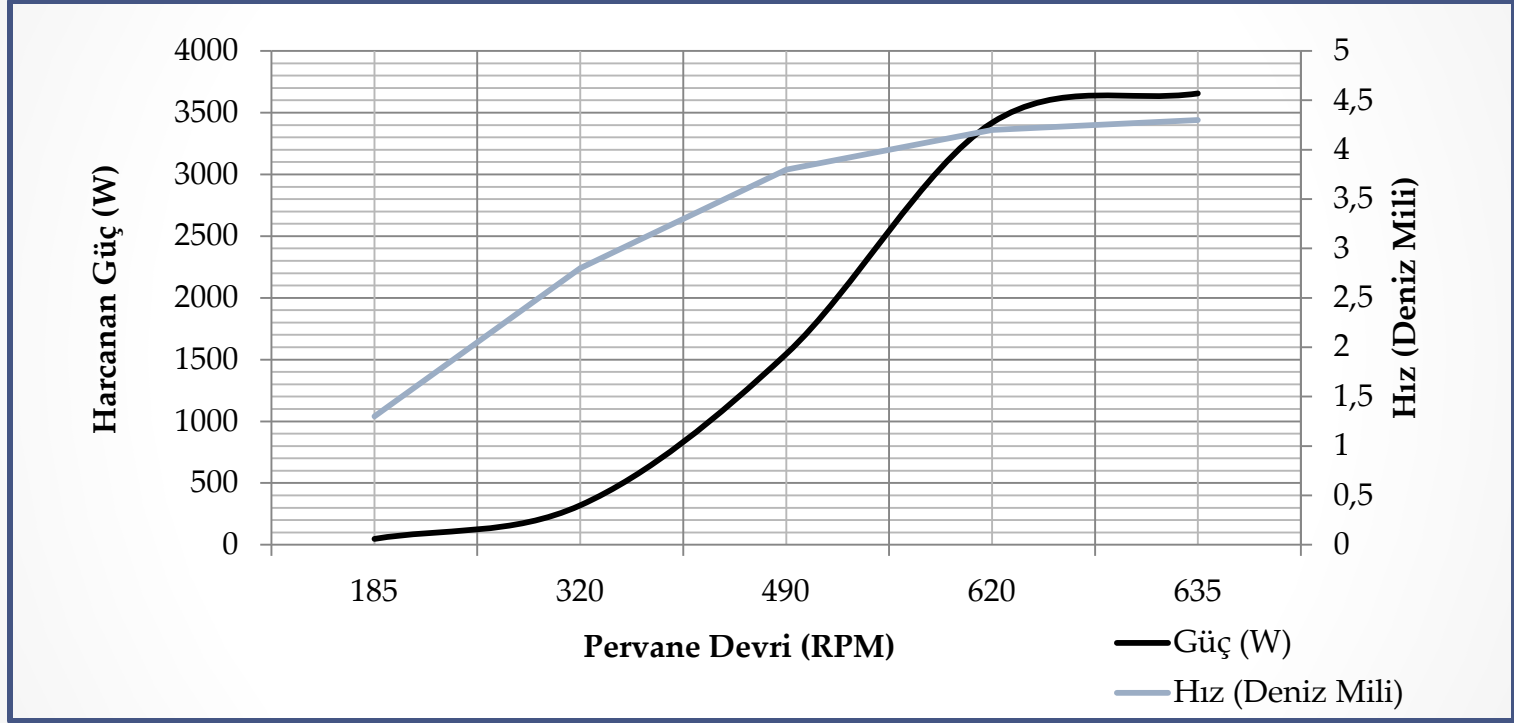
- Çalışmanın bir sonraki aşaması olan hatve kanat açısının sabit tutularak motor devrinin değiştirildiği durumda, sabit hatve açısı olarak ölçülen en yüksek verim değeri olan 45° konumu kullanılmıştır.
- Compton metodu kullanılarak elde edilen hız-güç eğrilerinden çıkarılan toplam tekne veriminin pervane hatve açısına göre değişimi şekilde gösterilmiştir.



Sabit motor devrinde pervane hatve açısı değişimi ile ölçülen verim ve hız değişimi grafiği

Bulgular

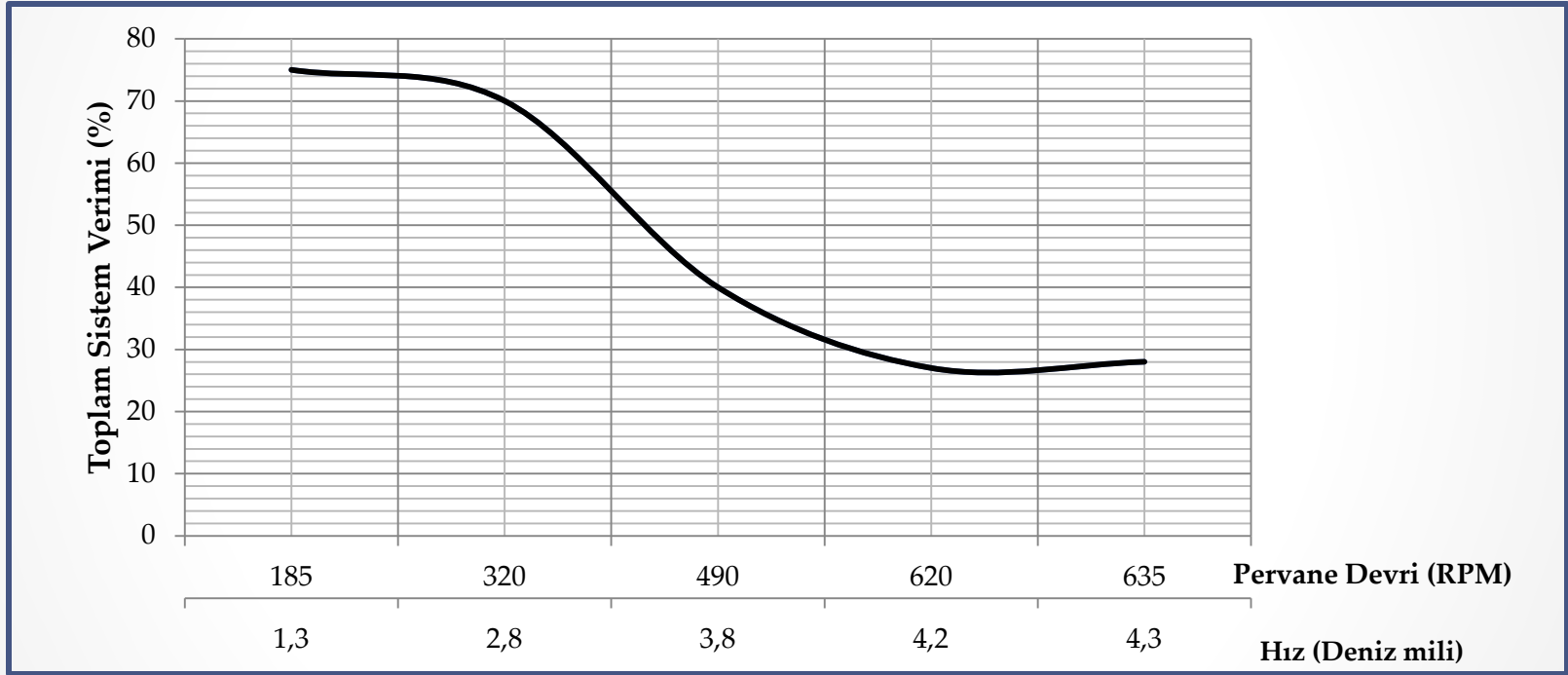
- Yeşil Eylül teknesi üzerinde hatve açısı 45° de sabit tutulurken motor sürücü yardımı ile motor devri, dolayısıyla pervane devri değiştirilmiştir.
- Şekilde görüldüğü üzere güç ve hız eğrileri paralel artış göstermemiştir.



Sabit 45° hatve açısında pervane devrinin değişimi ile ölçülen motor gücü ve tekne hızı değişimi grafiği

Bulgular

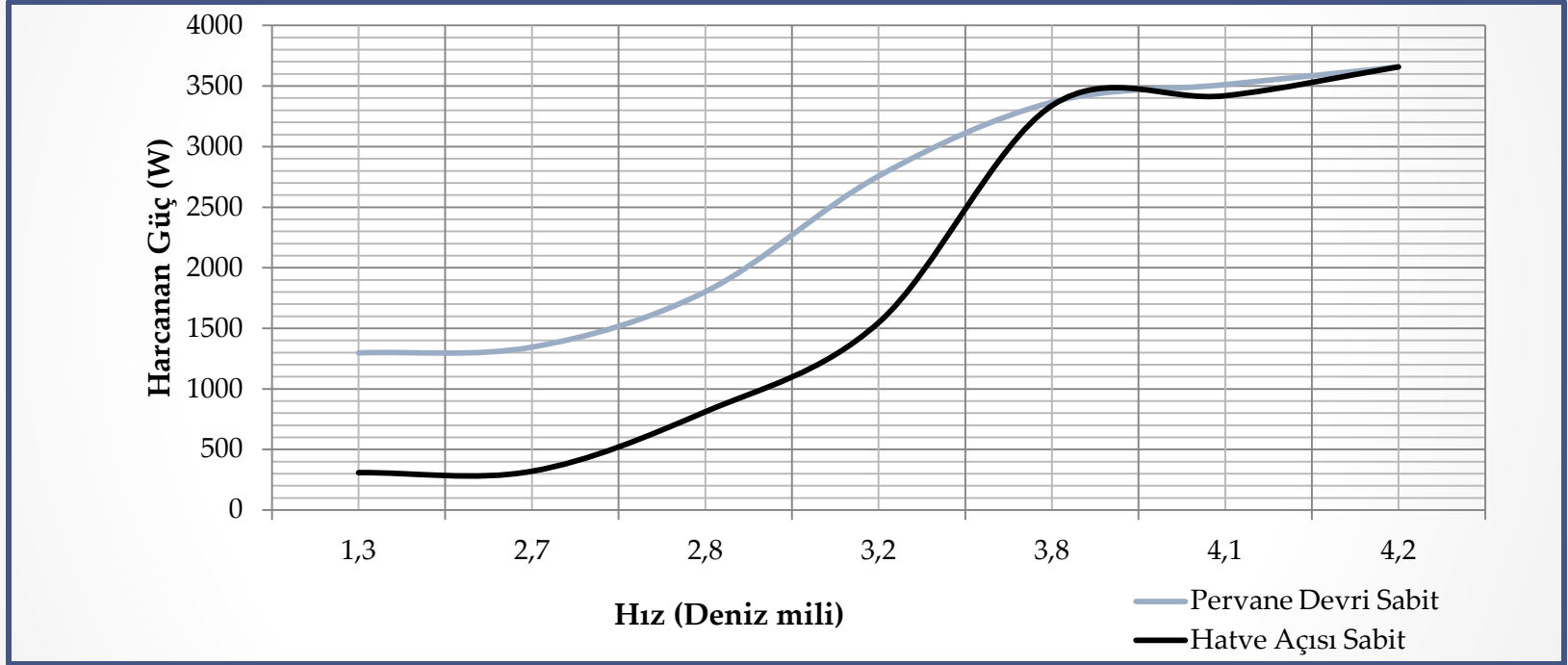
- Compton metodu kullanılarak elde edilen hız-güç eğrilerinden çıkarılan toplam tekne veriminin pervane devrine ve tekne hızına göre değişimi şekilde gösterilmiştir.
- Motor ve pervane devrinin düşük olduğu durumlarda toplam sistem veriminin daha yüksek olduğu görülmektedir.



Sabit 45° hatve açısında toplam tekne veriminin pervane devrine ve tekne hızına göre değişimi

Bulgular

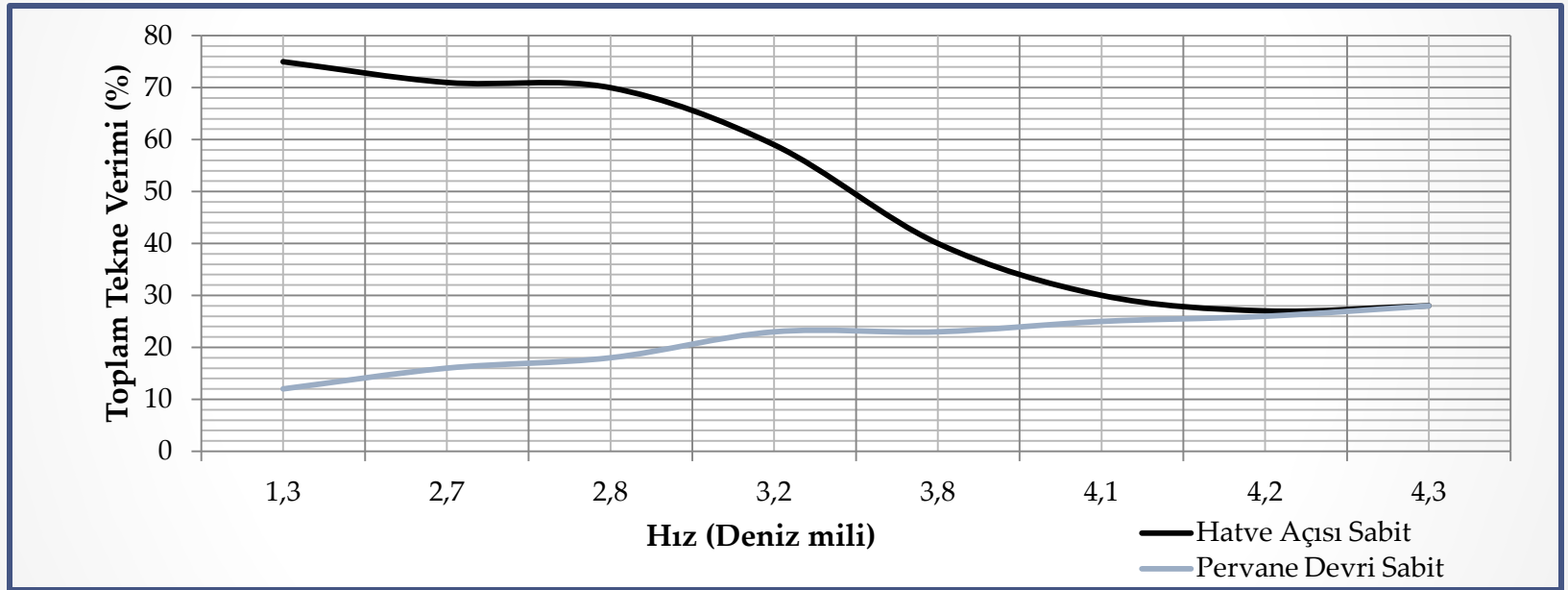
- Şekilde iki ayrı sistemin hız-güç eğrileri karşılaştırılmıştır.
- Şekilde görüldüğü üzere düşük hızlarda aynı hızı elde edebilmek için pervane devrinin sabit tutulduğu sistemlerde daha yüksek güç tüketimi gereklidir. Ancak; yüksek hızlara çıkıldığında aynı hızı sağlamak için gerekli olan güç ihtiyaçlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.



Sabit hatve açısı, değişken pervane devri durumu ile sabit pervane devri, değişken hatve açısı durumu hız-güç grafikleri karşılaştırması

Bulgular

- Düşük hızlarda hatve açısının sabit tutulup pervane devrinin değişken olduğu durumda tekne verimi oldukça yüksektir. Ancak; daha yüksek hızlarda düştüğü görülmektedir.
- Pervane devrinin sabit tutulup hatve açısının değiştirildiği durumlarda düşük hızlarda verim çok düşük; fakat hız yükseldikçe hatve açısının sabit olduğu durumdaki verim değerlerine gelmektedir.



Sabit hatve açısı, değişken pervane devri durumu ile sabit pervane devri, değişken hatve açısı durumu hız-verim grafikleri karşılaştırması

SONUÇLAR

Bulgulardan anlaşıldığı üzere elektrikli tahrik sistemlerinde hatve kontrollü pervane sistemlerinin verimliliği, motor sürücüsü ile pervane devrinin değiştirildiği konvansiyonel sistemlere göre daha düşüktür.

Verimlilik farkı, düşük motor devirlerinde oldukça yükselmektedir.

Yüksek hızlarda iki sistem karşılaştırıldığında verimlilik açısından büyük bir fark olmadığı görülmektedir.

Elektrikli tahrik sistemlerinde motor-hız ayarının kolay bir şekilde yapılabildiği göz önünde bulundurulduğunda verimlilik açısından hatve kontrollü sistemlerin kullanımını avantaj sağlamamaktadır.

ÖNERİLER

Deneyde kullanılan proje kapsamında alınmış olan elektrik motorunun gücü, bu tekne tonajı için zayıf kaldığı göz ardı edilmemelidir.

Motor gücü ve tekne hızı daha yüksek tekneler için yapılacak çalışmalar ile elektrik tahrikli sistemlerde hatve kontrollü pervane (CPP) sistemlerinin verimliliğine yönelik daha detaylı sonuçlar alınabilir.

Gelecek çalışmalarda iki sistem arasında daha iyi bir karşılaştırma yapabilmek için gemi hızı yerine itme gücü hesaplanarak güç-itme gücü grafiği çizilebilir.

TEŞEKKÜRLER

● 3. ULUSAL DENİZ TURİZMİ SEMPOZYUMU



26-27 Şubat 2016 ●