

Trim and Roll Reducing Systems Used in Yachts

Ömer Sinan ŞAHİN^a

^a Recep Tayyip Erdogan University—Department of Marine Engineering, Rize, Turkey
osinan.sahin@erdogan.edu.tr

Abstract. One of the most wanted criteria for yachts and sightseeing boats is also comfort. However, the boats are expose to comfort and disturbing effects when sailing or in mooring due to the effects of wind and waves. In order to reduce these negative effects, various studies are being carried out and new systems are being developed to make yachts and boats more comfortable and safe. In this study, trim and roll reduce systems used in yachts and boats are introduced in general and information about which type of boats are compatible with each other is given and advantages and disadvantages of the systems are given.

Keywords: yacht, roll, gyroscope, fin stabilizer, trim tab, interceptor.

Yatlarda Kullanılan Trim ve Yalpa Azaltıcı Sistemler

Ömer Sinan ŞAHİN^a

^a Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi—Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü, Rize, Türkiye
osinan.sahin@erdogan.edu.tr

Özet. Yatlarda ve gezi amaçlı teknelerde en çok aranan kriterlerden birisi de konfordur. Fakat tekneler gerek seyir halindeyken gerekse demirleme durumunda rüzgâr ve dalgaların etkisiyle konforu azaltıcı ve rahatsız edici etkilere maruz kalırlar. Bu olumsuz etkileri en aza indirebilmek, yat ve tekneleri daha konforlu, emniyetli hale getirebilmek için çeşitli çalışmalar yapılmakta ve yeni sistemler geliştirilmektedir. Bu çalışmada, yatlarda ve teknelerde kullanılan trim ve yalpa azaltıcı sistemler genel olarak tanıtarak hangi sistemin ne tür teknelere uyumlu olduğu hakkında bilgi verilmiş, sistemlerin avantaj ve dezavantajları belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: yat, yalpa, trim tab, interseptör, yalpa kanatları, cayroskop.

1 GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle beraber teknelerden beklenen özellikler değişmiş ve insanoğlu daha konforlu, tasarruflu, performanslı, güvenli tekneler üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmıştır. Gemi mühendisliğindeki teknolojik ilerlemeler, geminin gövdesindeki dalga hareketlerinin incelenmesine ve gemi üzerindeki etkileri en aza indirecek şekilde önlemler alınmasına imkân sunmuştur.

Gerek seyir halindeki gerekse demir durumundaki tüm gemiler iç ya da dış etkenlerden kaynaklı yalpa hareketlerine maruz kalır. Bu yalpa hareketleri mürettebata ve yolculara rahatsızlık verebildiği gibi, gemiye ve gemideki yüke hasara yol açabilir. Yalpa hareketini azaltarak, bir teknenin çalışabilirliği, konforu ve güvenliği iyileştirilebilir ve deniz tutması olasılığı azaltılabilir. Yalpa hareketinin sorunlara neden olabileceğine dair artan farkındalık,

yalpa hareketini azaltmak için bir dizi yenilikçi gelişmeye yol açmıştır. Bu farkındalığın oluşturduğu çözüm üretme çabaları 19. yüzyılda başlamış ve kendini sürekli geliştirerek günümüzdeki modern trim ve yalpa azaltıcı sistemlerin ortaya çıkışına kadar süre gelmiştir.

2 TRİM VE YALPA HAREKETLERİNİ SÖNÜMLEMEK İÇİN KULLANILAN SİSTEMLER

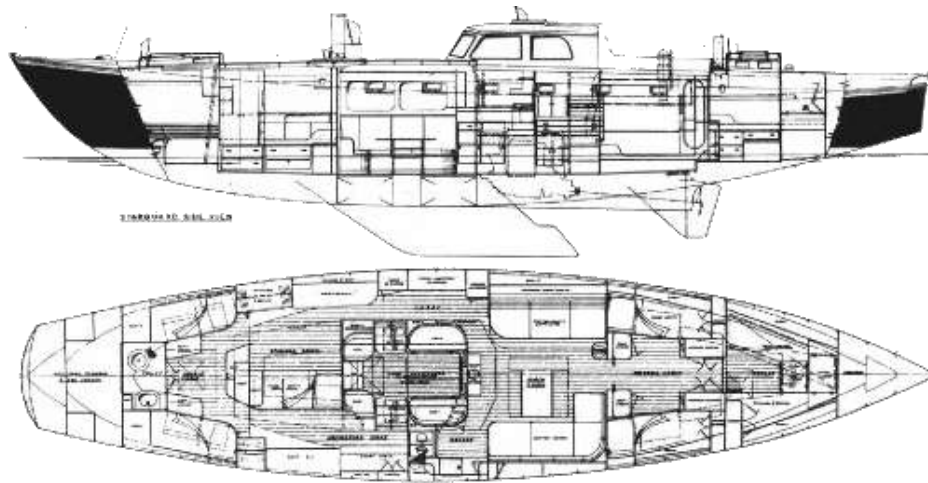
Tekneler deniz üzerindeyken dengeyi etkileyen dalga ve rüzgâr gibi çevresel şartlar, çeşitli itici güçler ve insan, malzeme, yük vb. ağırlıkların yer değiştirmesinden kaynaklanan etkiler altındadır. Bu etkiler genel olarak trim (baş kıç ekseninde) ve yalpa (iskele sancak ekseninde) hareketlerine sebep olur. Bu tip rahatsızlık verici etkileri en aza indirerek, tekne seyir halinde ya da durgun haldeyken konforu, güvenliği, performansı artıracak sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler pasif sistemler ve aktif sistemler olarak iki kategoriye ayrılır.

Pasif sistemler; ayrı bir güç kaynağına ihtiyaç duyulmayan ve özel bir kontrol sistemi olmayan yalpa omurgası, sabit yalpa (fin) kanatları, sabit trim tablalar, hareketsiz ağırlıklar gibi sistemlerdir.

Aktif sistemler; ayrı bir güç kaynağı ile hareket ettirilen, yalpa ve trim gibi hareketlere karşı moment oluşturulan aktif yalpa (fin) kanatları, cayroskop, interceptör, aktif trim tab gibi sistemlerdir.

2.1 Yalpa Omurgaları

Yalpa omurgaları, sönmlemeyi artırmak ve dalgalar halinde bir geminin maruz kaldığı yalpa hareketlerinin şiddetini azaltmak için önemli bir gövde formu özelliği taşımaktadır. Yalpa omurgası kullanma fikri 19. yüzyılın ortalarında Froude tarafından ileri sürülmüştür (Froude, 1955) (Gawn,1955). 1924'te Arthur Balfour (Lord Riverdale) tarafından tasarlanmış ikiz yalpa omurgalı Bluebird adlı tekne inşa edilmiştir. (Cunningham, 2005, December)



Şekil 1. İlk ikiz yalpa omurgaya sahip Bluebird yatı. (www.runningtideyachts.com)

Yalpa omurgaları teknenin iki yanında, gemi boyunun üçte birlik bir bölümüne kadar uzanan pasif yapılarıdır. Teknenin dipte kıvrılarak karınayı oluşturduğu yerde gövdeye perçinlenmiş

ya da kaynaklanmışlardır. Yalpa omurgaları, tekne hızını asgari düzeyde etkilemek için ileri doğru harekete en az direnci gösterecek biçimde tutturulmuşlardır. Bir engele çarptıklarında gövdeye zarar vermeden kolayca kırılmaları için, çok sağlam takılmazlar. Geminin yalpalaması durumunda, suyun gövde çevresinde akmasını engelleyerek, yalpa yönündeki harekete direnç gösterirler. Yalpa omurgaları teknenin seyir halinden ziyade durgun halinde daha etkilidirler. Yalpa omurgaları hem yalpa açısını azaltır hem de yalpa periyodunu, yani bir yandan öbür yana sallanıp geri dönmek için gereken zamanı uzatırlar.



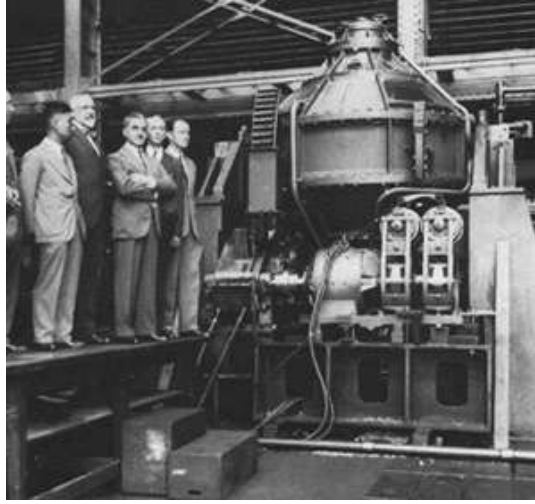
Şekil 2. Yalpa omurgası. (Zihnioğlu & Ünsan, 2016)

Avantaj ve dezavantajları şu şekildedir:

- Montaj maliyeti düşüktür.
- Düşük hızlarda ve durgun halde verimi yüksektir.
- Tekne ağırlığını etkilemezler.
- Tekne gövdesine dıştan takılan pasif yapılar oldukları için teknenin taşıma kapasitesine etki etmezler.
- Tekneye etkiyen dirençte artışa neden olurlar.
- Çarpma anında kolayca hasar alabilirler.

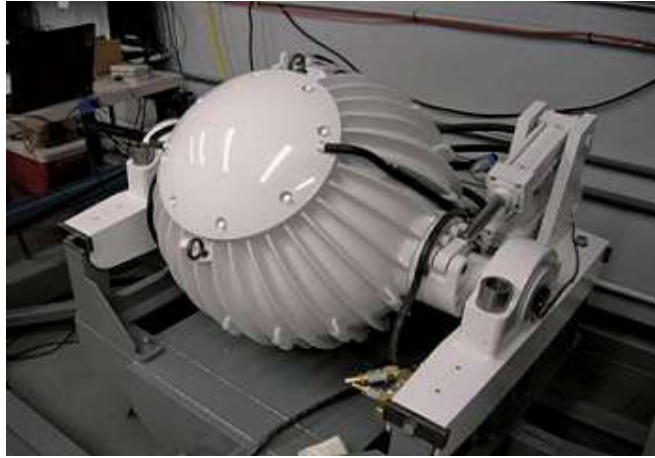
2.2 Cayro (Gyro) Stabilizatörler

Yalpayı denetim altına alabilmek için bazı gemilerde ve yatlarda cayro stabilizatörler kullanılmaktadır. 20. yüzyılında başında Alman Ernst Otto Schlick cayroskoplarmın gemi yalpa sönümlemesinde kullanılabileceğini ortaya atmıştır (Schlick, 1904). Schlick 1907 yılında Seabar isimli eski bir Alman torpido gemisinde cayro stabilizatörü test etmiştir (Arnold & Maunder, 1961). Schlick cayroskobu, devinim hareketini dalgaların büyüklüğüne göre ayarlarken bazı sorunlar oluştu ayrıca cayroskop test gemisinde iyi çalışmasına rağmen diğer gemilerde beklenen sonucu vermedi. Daha sonra 1910 yılında Amerikalı bir mucit ve girişimci olan Elmer Ambrose Sperry, Sperry Corporation adlı bir şirket kurmuş ve ana cayroskobun devinim hareketini kontrol etmek için anahtarlar ve küçük bir cayroskop ile komuta edilen bir elektrik motoru kullanarak Schlick jiroskopunun problemini çözen bir sistem geliştirdi. Bu sistemde cayroskobun devinim hızı teknenin yalpa açısıyla doğru orantılıydı ve yalpayı %95 oranında azaltmıştı. Sperry geliştirdiği cayro stabilizatörü ilk olarak USS Delaware (BB-28) gemisinde test etmiştir (Sperry, 1910) (Chalmers, 1931).



Şekil 3: Conte Di Savoia gemisinde kullanılan Sperry cayroskobu. (www.newyorksocialdiary.com)

Gemilerde kullanılan cayroskoplarda dikey konumdaki dönü eksenini ve yatay konumdaki çerçeve ekseninden oluşur. Gemi yalpaladığında, cayroskop devrim hareketi yapmaya başlar yani cayroskop çerçevesi, yataklar içinde baş kık doğrultusunda sallanır. Teknenin sancak tarafına doğru yaptığı bir yalpa, cayroskop çerçevesi tepesinin kık doğru hareket etmesine, iskele tarafına doğru yaptığı bir yalpa ise başa doğru hareket etmesine neden olur. Gemi yalpası cayroskopta presesyona yol açtığı için, çerçeve yataklarına fren uygulanıp bu presesyon engellenerek, geminin yalpasına karşıt yönde stabilizatör etkisi oluşturur.



Şekil 4: Günümüzde kullanılan cayro stabilizatör. (Henson, 2014)

Avantaj ve dezavantajları şu şekildedir: (Henson, 2014)

- Yalpa ve baş kık vurma hareketlerini sönümlemede oldukça verimlidir.
- Cayro stabilizatörler tekne gövdesinden herhangi bir çıkıntı gerektirmediğinden, çarpışmadan veya deniz canlılarından kaynaklanan hasara maruz kalmazlar, gövde içinde daima güvenle bulunurlar.

- Cayro stabilizatörlerin tam etkiyle çalışabilmesi için birkaç dakika alışma süresi vardır. Örneğin; Seakeeper marka cayro stabilizatör üreticisinin “Seakeeper 5” adlı modelinin stabilite sağladığı nokta olan 9.035 dev/dak'ya kadar sarmasını 35 dakika, tam 10.700 devir / dakikaya ulaşana kadar 15 dakika daha alır.
- Olumsuz taraflarından diğerleri de çalışma esnasında gürültü kirliliği oluşturmaları ve tekne içerisinde yer kaplayan ağır sistemler olmalarıdır.

2.3 Yalpa (Fin) Kanat Sistemleri

Fin kanat sistemleri için ilk öneri, 1923'te Japonya'daki Mitsubishi Nagasaki Tersanesi'nde S. Motora tarafından yapıldı. (Chalmers, 1931) Ayrıca sistemin patenti de yine Motora tarafından Amerika'da 1925'te alınmıştır. (Motora, 1925, April 14) 1930'a gelindiğinde, fin kanat sistemi, bir yolcu gemisine, bir buharlı gemiye ve bir mayın temizleme gemisine başarıyla uygulanmıştı. Kanatlar, cayroskop tarafından aktive edilen bir cihaz yardımıyla standart direksiyon mekanizması tarafından kontrol edildi. İlk monte edilen kanatların çalıştırıldığı azami açı 18 derece idi ve bu açıya ulaşmak için gereken süre yarım saniyeydi. Fakat açılar kademeli olarak kontrol edilmiyor, neredeyse bir anda maksimum açıya ulaşıyordu. (Chalmers, 1931)



Şekil 5: Yatlarda kullanılan aktif fin kanadı. (www.mby.com)

Yalpa kanat sistemleri, su hattının altına monte edilen ve rüzgâr ya da dalgalar nedeniyle oluşan yalpa hareketini azaltmak için gövdeden yana doğru çıkan yüzgeç görünümlü sistemlerdir. Yalpa kanat sistemleri sabitlenmiş ve hareketli olarak ikiye ayrılır. Sabitlenmiş kanatlar yalpa omurgası işlevi görmesine karşın hareketli kanatlar aktif olarak kontrol edilebilen hidrolik yapılardır. Çalışma prensibi cayro stabilizatörlere benzemektedir. Cayroskop, geminin yaptığı yalpa hareketini algılayarak bu yalpa hareketine karşı bir kuvvet oluşturmak için kanat açısını değiştirir. Böylece tekne daha stabil hale gelir.

Avantaj ve dezavantajları şu şekildedir: (Henson, 2014)

- Fin kanat sistemleri de cayro stabilizatörler gibi yalpa hareketini yüksek sönümleme oranına sahiptir.
- Fin sistemi, cayro stabilizatörler gibi alışma süresine ihtiyaç duymaz, çalışmaya başladıkları andan itibaren etki gösterirler.
- Fin kanatları su hattının altında bulunduğu için onarımı daha zordur, bu genellikle onarım maliyetlerinin artması anlamına geliyor.
- Gövdeye ek bir yapı oldukları için çarpışma anında kolayca hasar alabilirler.

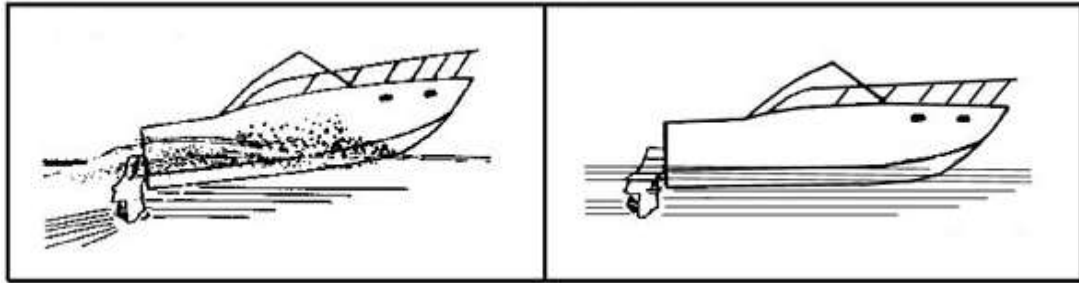
- Aktif fin kanatları sabit kanatlara göre oldukça büyüktür, çünkü tekneyi dengede tutmak için aktif olarak daha fazla miktarda su hareket ettirmelidirler. Bu büyük kanatlar sürüklenmeyi önemli ölçüde artırır. Çözüm ise motor beygir gücünü artırarak telafi etmektir. Bunun sonucunda da yakıt verimliliği olumsuz bir şekilde etkilenir.
- Yüksek hızlı teknelerde sürüklenme hızı da yüksek olduğu için fin sistemleri bu tip teknelere uygun değildir.

2.4 Trim Tablar

Trim tab sistemleri, tekne suda hareket ederken, teknelerin tutumunu kontrol etmek için kullanılan sistemlerdir. Özellikle yüksek hızlı teknelerde rüzgâr direnci ve itme kuvvetinin etkisiyle yukarı kalkan tekne baş kısmını doğrultmak amacıyla uzun yıllardır kullanılmaktadırlar. Tekne hızlandıkça bir su tepesi oluşturur. Bu tepe görüş alanını sınırlar ve baş kış vurma hareketine neden olur. Ayrıca tekne gövdesinin sürüklenmesi ve pervane açısı nedeniyle, fazla yakıt tüketimine sebep olur. Bu gibi etkileri en aza indirebilmek için teknenin kış kısmına trim tablar yerleştirilir.



Şekil 6: Trim tab. (www.insta-trim.com)



Şekil 7: Bir teknenin seyrine trim tab etkisi. (Sağ taraftaki görselde trim tab aktif değilken, sol taraftaki görselde trim tab aktiftir) (www.insta-trim.com)

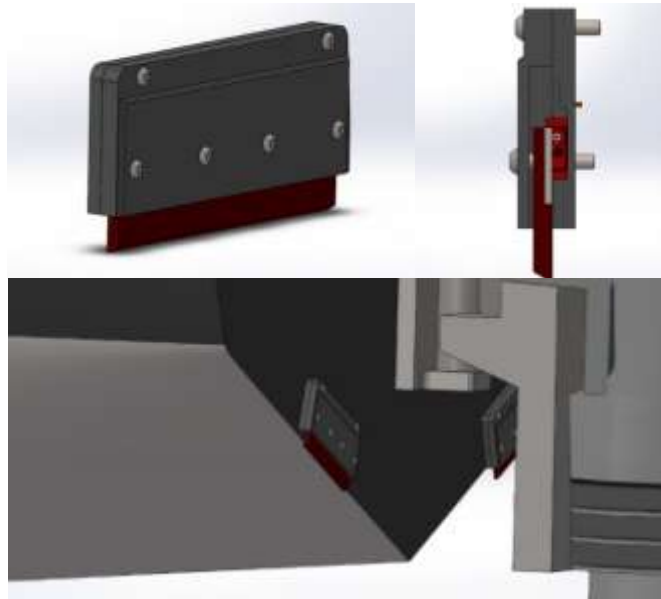
Avantaj ve dezavantajları şu şekildedir:

- Görüş açısını iyileştirir.
- Trim ve baş kış vurma hareketlerini sönümleyerek tekne üzerindeki stresi azaltır.

- Yakıt tüketiminde tasarruf sağlar.
- Tekne rota tutuş kabiliyetini artırarak daha güvenli bir sürüş sağlar.
- Daha stabil bir seyir olarak verdiği için tekne performansında artış sağlar.
- Tekne gövdesinden çıkıntı yaptıkları için korumasızdırlar.
- Her tekne ve motor tipine uygun değildir.

2.5 İnterseptörler

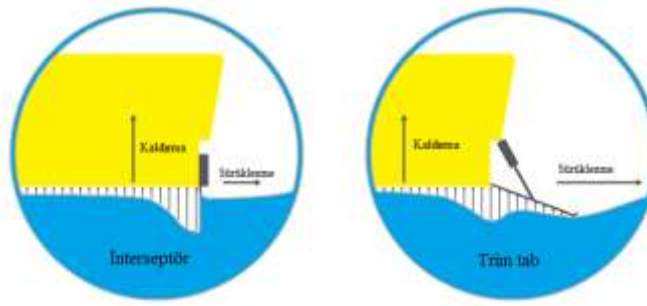
Günümüzde özellikle kayıcı teknelerde ve gemilerde trimi azaltmak için yaygın olarak kullanılan sistemlerdir. İnterseptörler genellikle tekne gövdesine dik olan ve teknenin kıç tarafına yerleştirilen ince bir dikey plakadan oluşur. İnterseptörlerin başlıca görevi teknenin kıç tarafını yeterince kaldırarak trimi ayarlamak için gerekli olan basıncı sağlamaktır.



Şekil 8: İnterseptör ve interseptörün tekneye yerleşimi.

İnterseptörler için yeni nesil trim tablaları diyebiliriz. Trim tablarından farklı olarak interseptörlerin suyla temas eden yüzeyleri daha küçük olduğu için oluşturdukları sürtünme ve sürüklenme etkisi daha azdır. İnterseptörler tekne kıç tarafının kaldırılmasında daha etkili oldukları için trim tablarına göre daha verimli çalışır. Ayrıca kompakt boyutları ve tasarımı tekne kıç kısmında daha küçük bir çıkıntı oluşturur.

İnterseptörler, farklı sevk sistemi, tekne tipi ve boyutlarına göre çeşitli şekilde dizayn edilebilir. Örneğin; sevk sistemine göre su jetli, dıştan takma motorlu ya da tekne tipine göre düz taban, V tipi, katamaran için ayrı tasarımlarda ve boyutlarda interseptörler kullanılabilir.



Şekil 9: İnterseptör ile trim tab karşılaştırması. (www.zipwake.com)

3 KULLANILAN SİSTEMLERİN TEKNEYE KAZANIMLARI VE GEMİ TÜRÜNE GÖRE UYUMLULUKLARI

Trim ve yalpa hareketlerinin azaltılmasının tekneye kazanımları şu şekilde sıralanabilir:

- Yatın rota tutuş performansı artar ve savrulma açısı düşer, böylece daha güvenli seyir yapılır.
- Tekne daha dengeli bir halde seyir edeceği için tekne performansı artar ve yakıt tüketimi düşer.
- Dalgalı deniz durumlarında yalpa etkisi ile oluşabilecek devrilme olayı önlenir.
- Yolcu ve mürettebatın şiddetli deniz ortamından etkilenmesi önlenerek daha konforlu seyahat etmeleri sağlanır.
- Dönüşlerdeki savrulma açısı düşer, böylece manevra kabiliyeti artar.
- Askeri gemilerde hedeflere yapılan atışlardaki başarı oranı yükselir.
- Tekne üzerindeki stres azalacağı için tekne ömrü uzar, tekne üzerindeki mekanik aksamalarda meydana gelebilecek arızalar önlenmiş olur.

Aşağıdaki tablo boyut, sistem maliyeti, gemi kullanım amacı, gemi tipi, sistem verimliliği kriterleri dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Tablo1.Yalpa ve trim azaltıcı sistemlerin gemi türlerine uyumluluğu.

	Yalpa Omurgaları	Fin (Yalpa) Kanatları	Cayro Stabilizatörler	İnterseptörler
Mega yatlar (30 metre üzeri)	Kullanılabilir	Kullanılabilir	Kullanılabilir	Tercih edilmez
Yatlar (30 metre altı)	Kullanılabilir	Tercih edilmez	Tercih edilmez	Kullanılabilir
Yüksek Hızlı Tekneler	Kullanılabilir	Tercih edilmez	Kullanılabilir	Kullanılabilir
Askeri Gemiler	Kullanılabilir	Kullanılabilir	Tercih edilmez	Kullanılabilir
Yolcu Gemileri	Kullanılabilir	Kullanılabilir	Kullanılabilir	Kullanılabilir

4 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada görüldüğü gibi yatlarda trim ve yalpa sönümleme amaçlı kullanılan çeşitli sistemler mevcuttur. Her sistemin kendine özgü avantaj ve dezavantajları olduğu gibi kullanıldıkları tekne türüne göre de tercih edilecek sistem değişebilmektedir. Trim ve yalpa sönümleyici seçimi yapılırken hangi sistemin daha verimli, işlevsel olduğu, tekne yapısına uygunluğu dikkate alınmalıdır.

Mevcut sistemlerin veriminin artırılması, maliyetlerinin ve ağırlıklarının düşürülmesi gibi çalışmalar devam etmektedir. Sadece özel amaçlı ya da büyük boyutlu gemiler için değil hobi ve gezinti amaçlı kullanılan küçük boyutlu tekneler için de sistemler geliştirilmektedir. Yatlarda ve gemilerde teknolojik bir gereklilik haline gelen trim ve yalpa azaltıcı sistemlerin, bilimsel ve mühendislik anlamda araştırmaya ve çalışmaya açık, popüler bir alan olduğu değerlendirilmektedir.

Referanslar

- Arnold, R.N. & Maunder, L., (1961). *Gyrodynamics and its Engineering Applications*. Academic Press.
- Chalmers, T.W., (1931). *The Automatic Stabilisation of Ships*. Chapman and Hall, London.
- Cunningham, A., (2005, December). *Twin Keel Yachts-Development over 45 years*. In Praise of Twin Keels.
- Froude, W., (1955). *The Papers of William Froude M.A. LL.D. F.R.S. 1810–1879, chapter On the Practical Limits of The Rolling of Ships In A Sea-Way, pages 101–110*. The Institution of Naval Architects.
- Gawn, R.W.L., (1955). *The Papers of William Froude M.A. LL.D. F.R.S. 1810– 1879, chapter Evaluation of the Work of William Froude, pages xv–xxii*. The Institution of Naval Architects.
- Henson, M., (2014). *Stabilisers: How to prevent boat rock and roll*. <http://www.yachting-pages.com/content/stabilisers-tips.html> adresinden 18 Şubat 2017 tarihinden alınmıştır.
- Motora, S., (1925, April 14). *Studying device of the rolling of ships*. US Patent.
- Schlick, O., (1904). *Gyroscopic effects of flying wheels on board ships*. Transactions of The Institution of Naval Architects INA.
- Sperry, E.A., (1910). *The Gyroscope for Marine Purpose*. The eighteenth general meeting of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, New York, November 17 and 18.
- Watts, P., (1885). *The use of water chambers for reducing the rolling of ships at sea*. Transactions of Institution of Naval Architects 26, 30.
- Zihnioglu, A., & Ünsan, Y., (2016). *Gemiler İçin Yalpa Sönümleyici Sistemler*. GİDB Dergi, İTÜ, Sayı 7.
- <http://www.insta-trim.com/owners-manual> adresinden 19 Şubat 2017 tarihinde alınmıştır.

<http://www.newyorksocialdiary.com/guest-diary/2008/conte-di-savoia> adresinden 18 Şubat 2017 tarihinde alınmıştır.

<http://www.mby.com/gear/could-boat-stabilisers-spell-the-end-of-rock-n-roll-45319> adresinden 18 Şubat 2017 tarihinde alınmıştır.

<http://www.runningtideyachts.com> adresinden 16 Şubat 2017 tarihinde alınmıştır.

<http://www.zipwake.com/> adresinden 19 Şubat 2017 tarihinde alınmıştır.