


Tırhandil ve Piyade Tipi Tekne Formlarının Tasarım ve Mühendislik Perspektifinden Karşılaştırılması

Bülent İbrahim TURAN¹ 

¹Bodrum Denizcilik Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

ÖZ

Tırhandil ve piyade tipi tekneler, Türkiye'ye özgü tekneler arasında yer almaktadır. Geniş karınlı gövde formları, suya yakın güverte hatları sayesinde süngercilik, balıkçılık ve turizm alanlarında hizmet vermekte olan bu tekne tipleri aynı zamanda denizcilik kültürü açısından da büyük öneme sahiptir. Bu araştırmada 11 adet tırhandil ve 12 adet piyade tipi tekne gövdesi ele alınmış, söz konusu teknelerin gövde formları açısından önem taşıyan çeşitli parametreler hem mühendislik hem de tasarım açısından karşılaştırılmıştır. Hidrostatik ve geometrik değerlerin karşılaştırılması sonucunda piyade tipi teknelerin, tırhandillere kıyasla daha dolgun bir gövde formuna sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Direnç değerleri açısından yapılan karşılaştırmada ise, 8 knotun altındaki hızlarda tırhandil tipi teknelerin; 8 knot ve üzeri hızlarda ise piyade tipi teknelerin avantajlı olduğunu görülmektedir. Güverte kullanım alanları açısından yapılan karşılaştırmalarda da tırhandil tipi teknelerin piyade tipi teknelere kıyasla daha geniş kullanım alanı sunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tırhandil, piyade tipi tekne, tekne tasarımı, tekne gövde formu, gemi inşaatı

Comparison of Tirhandil and Piyade Type Boat Forms from Design and Engineering Perspectives

ABSTRACT

Tirhandil and piyade type boats are among the boat types specific to Turkey. These boat types, which serve in the fields of sponge fishing, fishing and tourism, are also of great importance in terms of the maritime culture, thanks to their hull forms with wide-midsection and close-to-water sheer lines. In this research, 11 tirhandil and 12 piyade boat hulls are considered, and various parameters that are important for hull forms of these boats are compared in terms of both engineering and design. As a result of the comparison of hydrostatic and geometric values, it is concluded that fullness of piyade type boats' hull is greater than that of tirhandils. In the comparison of resistance values, at speeds below 8 knots, tirhandil type boats; at speeds of 8 knots and above piyade type boats are advantageous. In the comparisons made in terms of deck usage areas, it is seen that the deck area of tirhandil type boats offers a wider usage area compared to piyade type boats.

Keywords: Tirhandil, piyade type boat, boat design, boat hull form, naval architecture

¹ Sorumlu yazar e-posta: bulentibrahimturan@gmail.com

1 Giriş

Türkiye'ye özgü tekneler arasında yer alan tırhandil ve piyade tipi tekneler, farklı kullanım amaçlarına hizmet etmekle kalmamış, kullanıldıkları bölgelerin denizcilik kültürü açısından da büyük bir öneme sahip olmuşlardır. Yüzyıllardır kullanılan bu tekne tiplerinin gövde formlarının tasarım ve mühendislik açısından ele alınarak karşılaştırılması, bu teknelerin özellikle ön tasarım aşamasında kullanılmak üzere tasarım ve mühendislik parametrelerinin elde edilmesini sağlayacaktır.

Gerek kullanıldıkları coğrafyanın yakınlığı gerekse geçmişteki kullanım amaçları göz önünde bulundurulduğunda tırhandil ve piyade tipi teknelerin birbirine benzer tekneler olduğu görülmektedir. Bununla birlikte piyade tipi tekneler üzerine Turan (2022) tarafından yapılmış olan araştırma ile tırhandil tipi tekneler üzerine Turan v.d (2021) tarafından yapılan araştırmanın sonuçları karşılaştırıldığında bu iki tekne tipinin gövde formu ile ilgili çeşitli boyutsuz oranlarda benzerlik olduğu görülmektedir. Ayrıca her iki tekne tipinin de benzer yöntemler kullanılarak ahşaptan imal edilmesi, geçmişte aynı coğrafyada birbirine benzer kullanım amaçlarına hizmet etmiş olmaları da söz konusu teknelerin sahip olduğu benzerlikler arasında yer almaktadır. Bu olgular ışığında Türkiye denizcilik kültürü açısından büyük öneme sahip olan tırhandil ve piyade tipi teknelerin gövde formlarının tasarım ve mühendislik perspektiflerinden bütüncül olarak karşılaştırılması, bu özgün tekne formlarının karakteristik özelliklerinin belirlenmesi, yalnızca literatüre değil, aynı zamanda ilgili sektöre de büyük bir katkı sağlayacaktır.

Araştırmada öncelikle, literatür çalışmalarından faydalanarak tırhandil ve piyade tipi teknelerin gövde formları ve tarihsel gelişimleri ile ilgili açıklamalar yer almaktadır. İlerleyen bölümde ise araştırma sürecinde izlenen süreç adımları ve bu süreçlerde kullanılan yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir. Ele alınan iki farklı tekne gövde formunun çeşitli başlıklar altında toplanan parametreler açısından kıyaslanmasını içeren sonuçlar yorumlanarak elde edilen benzerlik ve farklılıklara değinilmiş, bu doğrultuda olası araştırma konuları sunulmuştur.

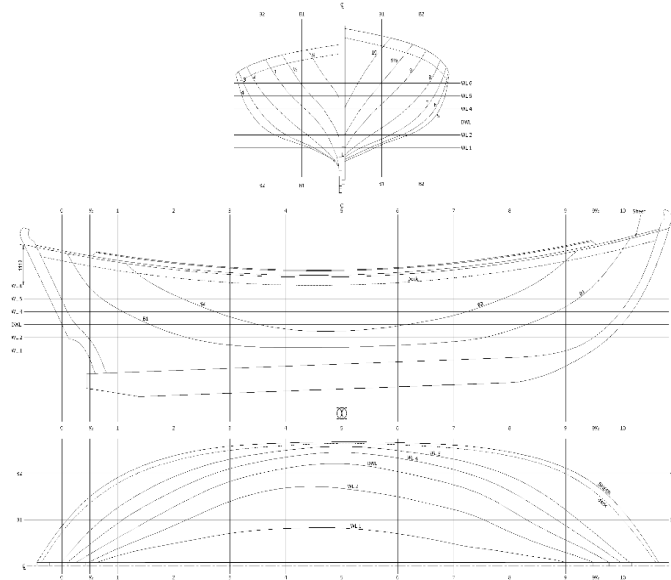
2 Tırhandil ve Piyade Tipi Tekneler

Tırhandil tipi tekneler, en eski tekne formlarından birisi olan baş-kıç yapısı birbirine benzer gövde formunun Ege'ye özgü bir türü olarak tanımlanmaktadır (Binder, 2012). Nutki tarafından derlenen Kamus-i Bahri Deniz Sözlüğü (2011) isimli eserde tırhandil kelimesinin karşılığı, başı-kıç bir ve gagalı bir yelkenli tekne tipi olarak verilmektedir. Sahip olduğu kısa omurga hattı ve geniş gövde formu sayesinde tırhandil tipi tekneler, Yunan, İtalyan ve Türk balıkçılığı ve süngerciliğinde yaygın bir şekilde tercih edilen tekneler olmuştur (Özen, 2017). Tırhandil kelimesi, Yunanca'da üçte bir anlamına gelen trea-kena kelimesinden gelmekte, bu terim ise tırhandilleride üçte bir olan genişlik-boy oranına dayanmaktadır (Köyağasıoğlu, 2014: 140). Bu ifadeden de anlaşılacağı gibi, tırhandil tipi teknelerin tam boyu, genişliğinin ortalama 3 katı civarındadır. Süngerciliğin ve balıkçılığın yanı sıra tırhandiller denizcilik tarihinde farklı amaçlar için de kullanılmışlardır. 1790 yılında Osmanlı Donanması'nda tırhandil tipi teknelerin yer aldığı bilinmektedir (Gencer, 200). Günümüze geldiğinde ise tırhandil tipi teknelerin Ege ve Akdeniz kıyılarında özel veya turizm amacıyla da kullanıldığı görülmektedir. Bu tekneler, deniz turizminin de etkisiyle yaygın kullanıma sahip olan tekneler arasında yer almaktadır (B. I. Turan, 2021a). Şekil 1'de Bodrum'da limana bağlı bir tırhandil tipi tekne görülmektedir.



Şekil 1: Bodrum'da bulunan tırhandil tipi tekne

Tırhandil tipi teknelerin tam boyu, çoğunlukla 8 metre ile 20 m arasında değişmektedir (Turan v.d, 2021). Şekil 2'de tırhandil tipi bir tekneye ait endaze planı görülmektedir.



Şekil 2: Tırhandil tipi bir tekneye ait endaze çizimi

Tırhandil tipi teknelerin gövde formu ile ilgili geçmişte yapılan araştırmalara bakıldığında literatürde güncel çok fazla sayıda araştırmanın yer almadığı görülmektedir. Ganos ve Loukakis (1986) tarafından yapılan çalışmada tırhandil tipi tekne gövdelerinin model deney havuzunda deneyleri gerçekleştirilerek direnç karakteristikleri elde edilmiştir. Damianidis (1989) tarafından yapılan araştırmada, pek çok tekne tipi arasında tırhandiller de incelenerek bu teknelerin gövde form parametreleri ile ilgili çeşitli oran ve değerler sunulmuştur. Turan vd (2021) tarafından yapılan çalışmada ise toplanan verilerden yola çıkarak parametrik gulet ve tırhandil gövde modelleri bilgisayar ortamında oluşturulmuş, hidrostatik ve hidrodinamik açıdan karşılaştırılmıştır.

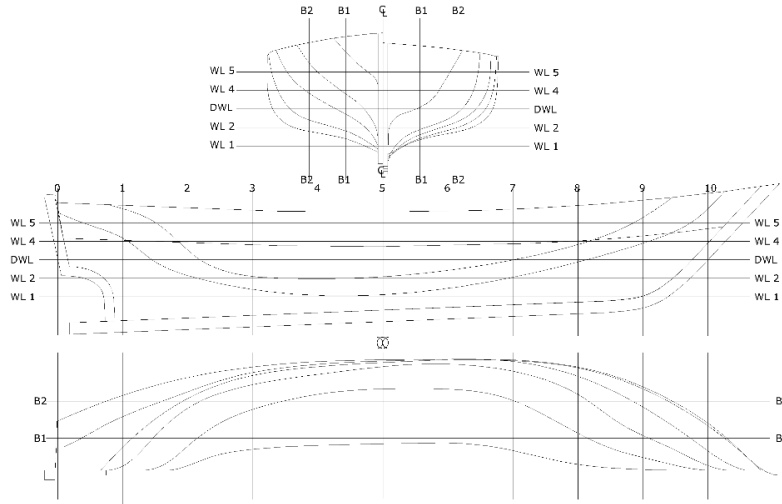
Türkiye'nin Güney Ege ve Akdeniz kıyılarında yaygın olarak kullanılan bir diğer tekne tipi ise piyade tipi teknedir. Bodrum'da imal edilen ilk tekneler arasında yer alan piyade tipi tekneler, Ege kıyılarında yük taşımacılığı, süngercilik ve balıkçılık amaçları gibi pek çok farklı amaçla kullanılmış ve kullanılmaktadır (Köyağasıoğlu, 2014). Yatık bir baş bodoslama ve kış tarafta yer alan üçgen şeklindeki küçük ayna piyade tipi teknelerin belirgin özellikleri arasında yer almaktadır (Binder, 2012; Gür, 2020). Kış tarafta yer alan yarım güverte yapısı, piyade tipi teknelerde balık ağlarının koyulabilmesi açısından

avantaj sağlamaktadır (Özen, 2017). Piyade tipi teknelerin tam boyları genellikle 7,5 m ile 11,50 m arasında değişmektedir (Turan, 2022). Şekil 3'te özel amaçla kullanılan piyade tipi bir tekne görülmektedir.



Şekil 3: Özel amaçla kullanılan bir piyade tipi tekne

Yapılan araştırmalar (Akyol v.d., 2016; Akyol & Ceyhan, 2007; Erdem, 2006), piyade tipi teknelerin Güney Ege ve Akdeniz kıyılarında balıkçılığında yaygın şekilde kullanılan bir tekne tipi olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, günümüzde özel amaçla veya turistik amaçlı kullanılan piyadeleri görmek de mümkündür. Gezi amaçlı kullanılan piyadelerde karşılıklı iki sıra halinde yerleştirilmiş oturma alanları bulunmaktadır (Turan, 2022). Şekil 4'te, piyade tipi bir tekneye ait endaze çizimi görülmektedir.



Şekil 4: Piyade tipi bir tekneye ait endaze planı

Ersöz (2006), yaptığı araştırmada piyade tipi tekneler için sistematik tasarım diyagramlarını kullanarak optimum pervane tasarımını elde etmeyi amaçlamıştır. Piyade tipi tekneler ile ilgili Çelik (2019) tarafından yapılan çalışmada ise piyade tipi teknelerde 6 knot servis hızı için dizel motorlu tahrik sistemi yerine batarya elektrikli tahrik sisteminin kullanılması hedeflenmiş, bu doğrultuda analizler yapılmıştır. Turan (2022) ise yapmış olduğu araştırmada piyade tipi teknelerin ön tasarım sürecinde kullanılmak üzere çeşitli gövde form parametrelerini içeren bir referans tablosu geliştirmiştir.

3 Metodoloji

Araştırma kapsamında gövde form verilerinin toplanması amacıyla Muğla ilinde yer alan 11 adet tırhandil ve 12 adet piyade tipi tekne incelenmiş, incelenen teknelerin gövdelerinden ölçüler alınarak bilgisayar ortamında sırasıyla 2 ve 3 boyutlu formları oluşturulmuştur. İncelenen teknelerin tamamı hizmette kullanımı devam eden teknelerden oluşmaktadır. Araştırmada gövde formları incelenen tırhandil tipi teknelerin tam boy aralığı 8,5 m ile 12,45 m arasındayken incelenen piyade tipi teknelerde bu değer 8,25 m ile 11,50 m arasındadır. Gövde formlarının bilgisayar ortamında oluşturulmasında DELFTShip programı kullanılmış, hidrostatik ve hidrodinamik hesaplamalar için Maxsurf programının “Modeler” ve “Resistance” modülleri seçilmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen tırhandil tipi tekneler, piyade tipi teknelerin aksine yelken ve arma donanımına sahiptir. Söz konusu ilave donanım tırhandil tipi teknelerin ağırlığı, dolayısıyla hidrostatik ve hidrodinamik karakteristikleri üzerine ciddi bir etkiye sahiptir. Bu sebeple incelenen tırhandil tipi teknelerin yelken ve arma donanımına bağlı olan ilave ağırlıkları her tekne için ayrı ayrı hesaplanarak çıkarılmış, bu sayede piyade tipi tekneler ile kıyaslanabilecek gövde ağırlığına ulaşılmıştır. Bu kapsamda, veri toplanan tırhandil tipi teknelerin yüklü ağırlıklarından aşağıdaki ağırlıklar çıkartılarak yeni gövde deplasmanı elde edilmiştir:

- Boyuna salmada bulunan balast ağırlığı,
- Yelken kumaş ağırlığı
- Halat, tel, makara ve vinçlerin ağırlığı,
- Direk ve bumba ağırlığı

Ölçüleri alınan her bir tekne gövde formuna ait hidrostatik ve hidrodinamik değerler çıkartılarak gerekli tablo ve grafikler oluşturulmuştur. Yapılan karşılaştırmalar geometrik değerler, hidrostatik değerler ve hidrodinamik değerler başlığı olmak üzere 3 ana başlıkta incelenmiştir. Araştırma kapsamında veri toplama ve hesaplamaların yapılmasını kapsayan akış, Şekil 5’te görülmektedir.



Şekil 5: Araştırma süreci

3.1 Geometrik Değerler

Bir tekne gövdesinin su altında ve su üzerinde kalan kısımlarına ait geometrik değerler, söz konusu teknenin estetik açıdan ele alınmasının yanı sıra, mühendislik hesaplarda kullanılan ampirik formüllerde kullanılması açısından da büyük bir öneme sahiptir (Turan, 2021). Örneğin prizmatik katsayı, bir teknenin su altı formunun dolgunluğu ile ilgili belirleyici bir parametre olmasının yanı sıra hız-direnç hesaplamalarında da kullanılan değişkenlerden birisidir. Tırhandil ve piyade tipi teknelerin tasarım

perspektifinden karşılaştırılması amacıyla söz konusu tekne tiplerine ait gövdeler üzerinden geometrik değerler çıkarılmıştır. Bu başlık altında toplanan veriler, incelenen iki tekne formunun boy (L_{OA} , L_{WL}), genişlik (B , B_{WL}), derinlik (D), draft (T), fribord (f) ve baş bodoslama açısı gibi gövde form parametrelerinin yanı sıra kullanım açısından büyük önem arz eden güverte alanı ile ilgili oranları da içermektedir.

Tekne gövdesinin boyu ile ilgili parametreler, özellikle ön tasarım aşamasında büyük önem taşımaktadır. Bir teknenin su hattı boyu (L_{WL}) ile tam boyu (L_{OA}) arasındaki oran çıkıntı oranı olarak da bilinmektedir (Bakker, 2017). Bu çalışmada da incelenen tekne gövdelerinden toplanan veriler arasında boyuna doğrultuda L_{OA} ve L_{WL} değerleri seçilmiştir. Bu değerler arasında boyutsuz oranlar oluşturularak iki farklı gövde formu kıyaslanmıştır. Ayrıca, incelenen tekne gövdelerinde baş formunun yatıklığı ile ilgili karşılaştırma yapabilmek adına baş bodoslamanın su hattı ile yapmış olduğu açı da toplanan veriler arasındadır. Tekne gövdesinin genişliği ile ilgili olarak tam genişlik (B) ve su hattı genişliği (B_{WL}) incelenmiştir. Bu değerler, boyutsuz en-boy (L_{OA}/B , L_{WL}/B_{WL}) ve genişlik-draft (B_{WL}/T) oranlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Toplanan verilerin tamamı, tasarım açısından kıyaslamada kullanılmanın yanı sıra, incelenen teknelerin bilgisayar ortamında gövde formlarının 3 boyutlu modellenmesinde de kullanılmıştır.

Tasarım açısından tekne gövdesine ait sıkça kullanılan gövde form parametrelerinin yanı sıra güverte alanı ile ilgili bir karşılaştırmanın yapılması, araştırmanın kapsamı açısından büyük önem taşımaktadır. Ele alınan iki farklı tekne tipinde güverte alanlarının kıyaslanabilmesi amacıyla boyutsuz bir orana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla, seçilen teknelerin teknenin tam boyu (L_{OA}) ile genişliğinin (B) çarpımına oranından elde edilen güverte oranı hesaplanmıştır. Söz konusu oran çalışmada güverte oranı kelimelerinin baş harflerinden oluşan $GA_{\%}$ olarak adlandırılacaktır.

3.2 Hidrostatik Değerler

Bir tekne gövde formunun tasarım sürecinde, elde edilen değerlerin boyutsuz parametreler haline getirilmesi, farklı boyutlara sahip olan teknelerde uygulamaya imkân tanımaktadır. Bu kapsamda, tırhandil ve piyade tipi tekne formlarının karşılaştırılmasında gövde form katsayılarının yanı sıra narinlik katsayısı, sephiye merkezinin boyuna konumunun su hattının yüzdesi olarak yeri gibi boyutsuz parametreler değerlendirilmeye katılmıştır.

Gövde form katsayıları arasında yer alan blok katsayısı (C_B), prizmatik katsayı (C_P) ve orta kesit narinlik katsayısı (C_M), bir geminin gövde formu ile ilgili faydalı bilgiler sağlamaktadır (Tupper, 2004). Ayrıca, gövde form katsayıları, bir geminin direnç, güç, manevra, stabilite hesaplarında kilit rol oynayan parametreler arasındadır (Turan & Akman, 2021). Blok katsayısının (C_B) düşük bir değere sahip olması, tekne formunun denizcilik karakteristiği üzerinde olumlu bir etki yaratırken, eğrisel yüzeyleri artması sebebiyle tasarım ve imalat süreçlerini zorlaştırması açısından olumsuzluk yaratmaktadır (Molland, 2008). Prizmatik katsayı (C_P) orta kesit ve batan hacmi baz alınarak bir tekne gövdesinin baş ve kış uç kısımlarının ne kadar dolgun veya narin olduğunun göstergesidir (Killing & Hunter, 1998). Orta kesit narinlik katsayısı (C_M) ise tasarım sürecinde direnç, stabilite, imalat kolaylığı ve iç hacim kullanımı ile ilgili karakteristiklerinin belirlenmesi açısından önemli bir parametredir (Papanikolaou, 2014). İncelenen hidrostatik değerler arasında yer alan bir diğer parametre ise sephiye merkezinin boyuna konumunun, su hattının yüzdesi cinsinden ifade edildiği LCB (%) değeridir. Ön tasarım aşamasında LCB değerinin bilinmesi teknede yük dağılımı ve trim hesaplamalarının yapılması açısından önemli bir rol oynamaktadır (B. I. Turan & Akman, 2021).

Hidrostatik değerler başlığı altında incelenen bir diğer parametre de deplasman-boy oranı olarak bilinen orandır. Bu oran, ton cinsinden deplasman ağırlığının (Δ), feet cinsinden su hattı boyunun yüzde birinin küpüne yani $(L_{WL}/100)^3$ 'e bölümü ile elde edilir (Larsson & Eliasson, 2007). Düşük deplasman-boy oranı, tekne gövdesi tarafından üretilen dalgaların daha sık olması ve daha düşük dalga direnci anlamına gelmektedir (Gammon et al., 2005).

3.3 Hız-Direnç Değerleri

İncelenen teknelerin hıza bağlı direnç değerlerinin hesaplanmasında Holtrop-Mennen yöntemi kullanılmıştır. Farklı ölçekteki modellerin test ve deney sonuçlarından regresyon analizine dayanan Holtrop-Mennen yöntemi, deplasman tipi tekne formlarının direnç hesaplarında kullanılan faydalı bir yöntem olarak görülmektedir (Birk, 2019; A. E. Turan, 2009). Holtrop-Menne yönteminde, toplam direnç (R_T), viskoz direnç (R_V) ile dalga direncinin (R_W) toplamından oluşmaktadır (Elkafas et al., 2019; Holtrop & Mennen, 1982). Holtrop-Mennen yönteminde toplam direncin bileşenlerinden birisi olan viskoz direnç (R_V), sürtünme direncinin (R_F), $(1+k)$ ile çarpımından elde edilmektedir (B. I. Turan & Akman, 2021). Formülde yer alan k katsayısı ise tekne gövde formunun geometrik parametrelerinin bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır (Elkafas et al., 2019). Toplam direnci oluşturan bir diğer unsur olan dalga direncinin (R_W) formülü tekne hızına bağlı olan Froude sayısının (F_n) fonksiyonlarından oluşan çeşitli katsayıların çarpımını içermektedir (Holtrop & Mennen, 1982).

Toplam direnç değerinin (R_T), hız ile çarpımından efektif gücü elde etmek mümkündür (B. I. Turan & Akman, 2021). Şaft üzerine gelen güç ise efektif gücün yaklaşık 2 ile çarpılmasıyla elde edilmektedir (Blount & Fox, 1976). Öte yandan bu yaklaşık değer, tekne formuna, pervane ve şaft konfigürasyonuna, şaft açısına ve benzeri pek çok değişkene bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu sebeple araştırmada hız-direnç hesabı kapsamında yalnızca toplam direnç hesabı yapılmış, ilgili sonuçlar grafik ile gösterilmiştir.

4 Sonuçlar ve Tartışma

Elde edilen sonuçlar, geometrik değerler, hidrostatik değerler ve hız-direnç değerleri başlıkları altında incelenmiştir.

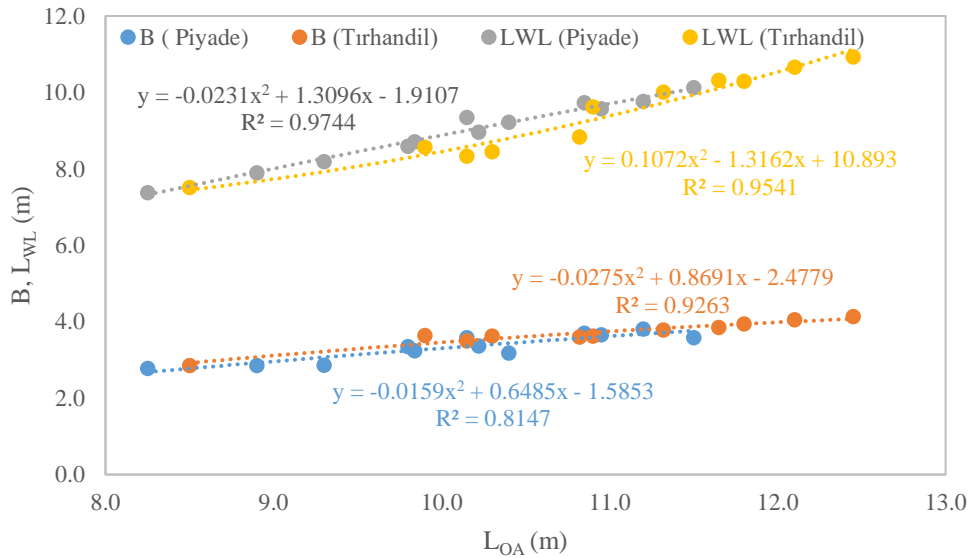
4.1 Geometrik Değerler

İncelenen teknelerin gövdelerine ait geometrik değerler, özellikle tasarım açısından kıyaslanmasında büyük rol oynamaktadır. Bu başlık altında incelenen değerler, boyutsuz oranlar haline getirilmiş, tasarım aşamasında referans olarak kullanmak amacıyla ortalama değerlerin yanı sıra alt ve üst değerler de belirtilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1: İncelenen teknelere ait geometrik değerler

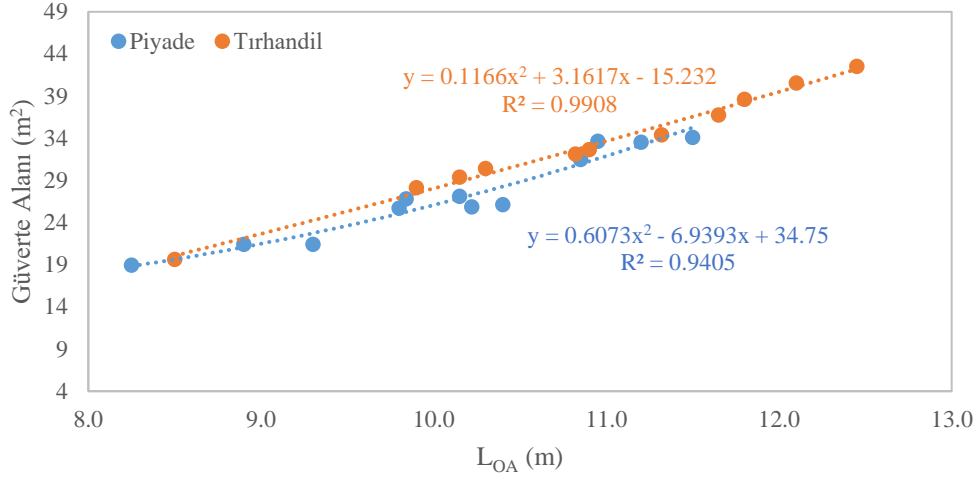
| | Tırhandil | | | Piyade | | |
|----------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|----------|
| | Minimum | Ortalama | Maksimum | Minimum | Ortalama | Maksimum |
| L_{WL}/L_{OA} | 0,816 | 0,863 | 0,886 | 0,871 | 0,886 | 0,921 |
| B_{WL}/B | 0,744 | 0,835 | 0,920 | 0,947 | 0,962 | 0,978 |
| B/L_{OA} | 0,330 | 0,339 | 0,368 | 0,306 | 0,329 | 0,353 |
| B_{WL}/T | 2,275 | 2,579 | 3,019 | 2,708 | 3,142 | 3,519 |
| f/T | 0,626 | 0,729 | 0,821 | 0,743 | 0,784 | 0,829 |
| $GO\%$ | 0,781 | 0,818 | 0,831 | 0,747 | 0,803 | 0,844 |
| Baş suya giriş açısı | 49,000 | 52,727 | 56,000 | 47,000 | 49,250 | 52,000 |

Tablo 1’de görüldüğü gibi, tırhandil tipi teknelerin L_{WL}/L_{OA} oranı, piyade tipi teknelere kıyasla daha azdır. Söz konusu fark, tırhandil tipi teknelerin kış formundan kaynaklanmaktadır. B_{WL}/B oranı incelendiğinde, tırhandil tipi teknelerin orta kesit geometrisinin, piyade tipi teknelerinkine kıyasla güverteye doğru açılarak devam eden bir formda olduğu görülmektedir. Bu farklılık, karşılaştırılan iki tekne gövde formunun B/L_{OA} oranına da yansımaktadır. Tekne genişliğinin tekne tam boyuna oranını ifade eden B/L_{OA} oranının ortalama değeri, tırhandil tipi tekneler için 0,339; piyade tipi tekneler için ise 0,329 olarak hesaplanmıştır. İncelenen iki farklı tekne formunda özellikle drafta bağlı parametreler arasında ciddi farklılıklar olduğu görülmektedir. Ön tasarım aşamasında kullanılan önemli parametreler arasında yer alan B_{WL}/T oranının ortalama değeri, tırhandil tipi tekneler için 2,579; piyade tipi tekneler için ise 3,142 olarak hesaplanmıştır. İncelenen tırhandil tipi teknelerde draft değerlerinin benzer boylardaki piyade tipi teknelere kıyasla yüksek olması, bu değişikliğin sebepleri arasında yer almaktadır. İncelenen teknelerin tam boya (L_{OA}) göre L_{WL} ve B dağılımları Şekil 6’da görülmektedir. Fribord değerinin draft değerine oranı incelendiğinde, tırhandil tipi teknelerin güvertelerinin suya yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Baş suya giriş açısının ortalama değeri dikkate alındığında, piyade tipi teknelerin tanımında yaygın olarak kullanılan baş formundaki yatıklığın, tırhandillere kıyasla daha fazla olduğu görülmekle birlikte, bu açının 56^0 ’ye kadar çıktığı görülmektedir.



Şekil 6: İncelenen teknelere ait L_{OA} - L_{WL} , B dağılımı

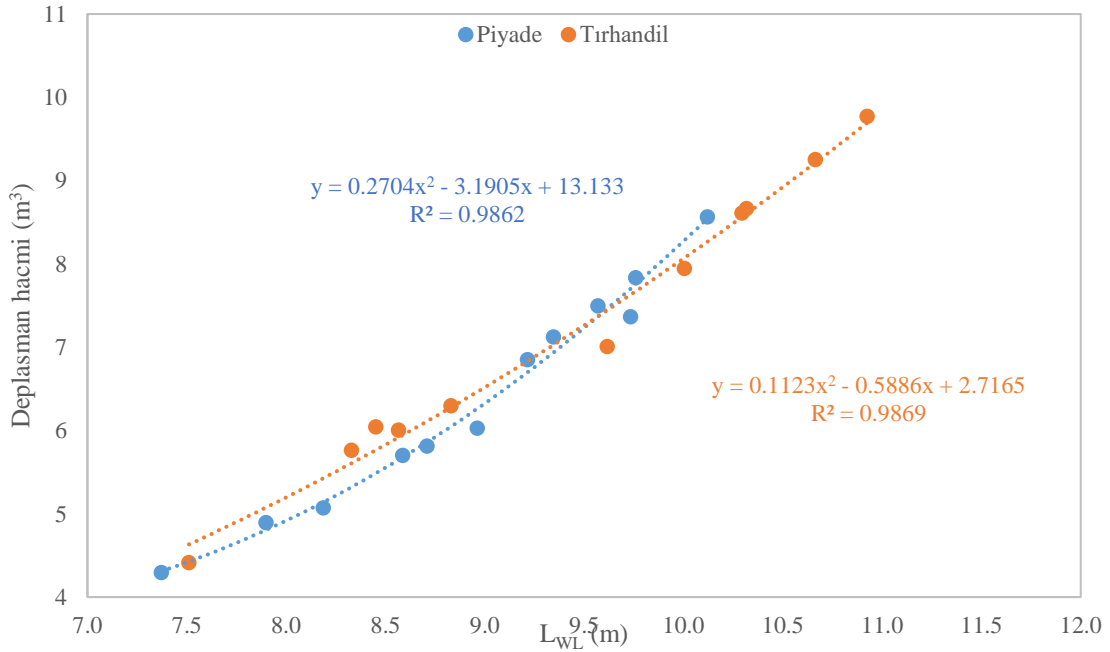
Tırhandil ve piyade tipi teknelerin tasarım açısından değerlendirilmesi kapsamında incelenen güverte alanının tekne tam boyuna (L_{OA}) göre dağılımı Şekil 7’de verilmiştir. Ayrıca, güverte alanının $L_{OA} \times B$ çarpımına bölümünden elde edilen $GO\%$ oranı Tablo 1’de görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre tırhandil tipi tekneler, piyade tipi teknelere kıyasla daha geniş bir güverte alanına ve daha yüksek bir güverte oranına sahiptir.



Şekil 7: İncelenen teknelere ait L_{OA}-güverte alanı dağılımı

4.2 Hidrostatik Değerler

İncelenen tırhandil ve piyade tipi teknelere ait deplasman hacminin teknelerin su hattı boyuna (L_{WL}) göre dağılımı, Şekil 8'de görülmektedir. Buna göre söz konusu iki tekne formunun deplasman hacmi açısından birbirine oldukça yakın değerlere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 8: İncelenen teknelere ait L_{WL}-deplasman hacmi grafiği

Hidrostatik değerler açısından yapılan karşılaştırma kapsamında elde edilen boyutsuz parametreler Tablo 2'de yer almaktadır. Gövde form katsayıları incelendiğinde, tırhandil tipi teknelerin ortalama C_B, C_M ve C_{WP} değerlerinin piyade tipi teknelere kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte iki tekne tipinin ortalama C_P değerleri kıyaslandığında, piyade tipi teknelerin daha düşük değere sahip olduğu görülmektedir. LCB'nin teknenin su hattı boyunun yüzdesi cinsinden boyuna konumu incelendiğinde, iki tekne formunun da birbirine oldukça yakın değerlere sahip olduğu elde edilen sonuçlar arasında yer almaktadır.

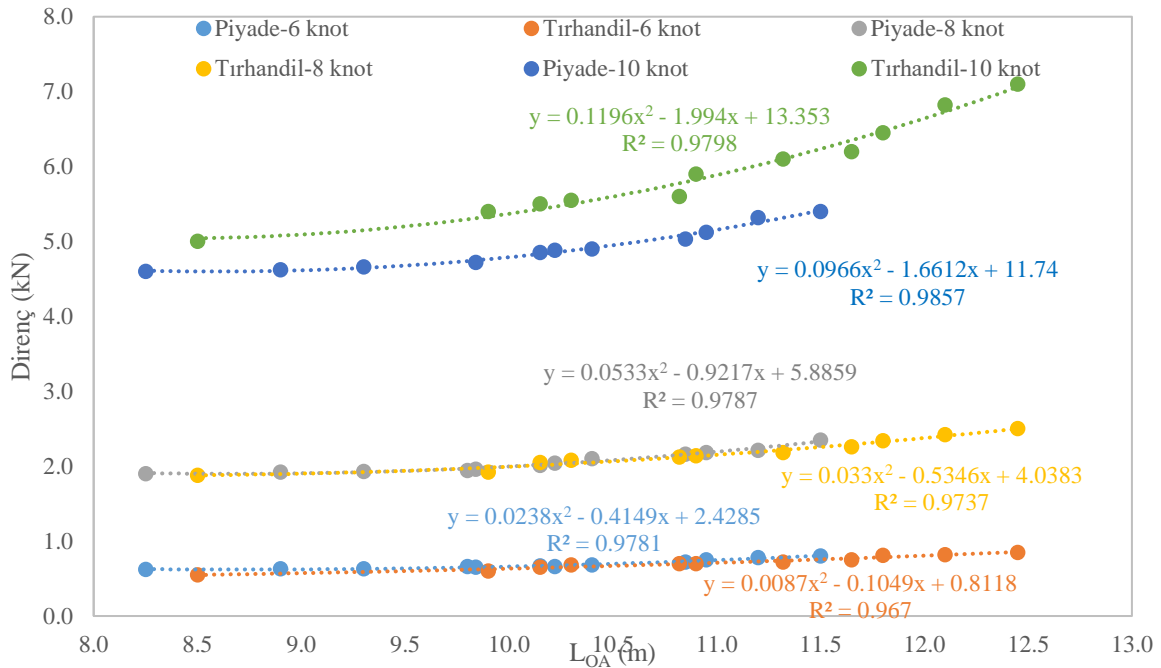
Tablo 2: İncelenen teknelere ait hidrostatik değerler

| | Tırhandil | | | Piyade | | |
|---------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|----------|
| | Minimum | Ortalama | Maksimum | Minimum | Ortalama | Maksimum |
| C_B | 0,192 | 0,207 | 0,222 | 0,200 | 0,218 | 0,239 |
| C_M | 0,362 | 0,393 | 0,414 | 0,461 | 0,490 | 0,524 |
| C_{WP} | 0,593 | 0,624 | 0,648 | 0,609 | 0,629 | 0,651 |
| C_P | 0,505 | 0,528 | 0,562 | 0,434 | 0,445 | 0,456 |
| LCB (%) | 47,337 | 47,742 | 48,788 | 47,025 | 47,410 | 47,921 |
| Deplasman-boy oranı | 212,487 | 246,888 | 295,205 | 226,345 | 252,240 | 303,991 |

LCB'nin teknenin su hattı boyunun yüzdesi cinsinden boyuna konumu incelendiğinde, iki tekne formunun da birbirine oldukça yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Tırhandil tipi teknelerin deplasman-boy oranının ortalama değeri, piyade tipi teknelerinkine kıyasla yaklaşık %2 daha azdır.

4.3 Hız-Direnç Değerleri

İncelenen teknelerden elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulan tekne modellerinin hız-direnç grafiği (Şekil 9) incelendiğinde, 6 knot seyir hızında tırhandil tipi teknelerin piyade tipi tekne gövdelerine kıyasla daha az dirence sahip olduğu görülmektedir. Seyir hızının 8 knot olması durumunda ise incelenen tekne formlarının birbirine oldukça yakın direnç karakteristiğine sahip olduğu; ancak 10 knot seyir hızında tırhandil tipi teknelerin direnç değerlerinin, piyade tipi teknelere kıyasla daha fazla olduğunu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca 10 knot seyir hızında direnç değerlerinin tam boya (L_{OA}) bağlı olarak değişimi incelendiğinde, özellikle 10 metre üzeri tam boya sahip tekneler arasındaki direnç farkının, 10 metrenin altında tam boya sahip teknelere kıyasla çok daha fazla olduğu görülmektedir.

**Şekil 9:** İncelenen teknelere ait tam boya bağlı hız-direnç dağılımı

Elde edilen tam boy (L_{OA})-direnç grafiği, incelenen iki farklı tekne tipinin gövde formunun direnç karakteristiklerini sunmakla birlikte, ön tasarım aşamasında belirtilen boy aralığına sahip tekneler için referans kabul edilebilecek bir direnç hesabı yapılmasına olanak vermektedir. Kullanılan formüller, Şekil 9'da ilgili eğriler ile birlikte gösterilmiştir. Elde edilen veriler, özellikle 10 knot seyir hızı için

piyade tipi teknelerin, tırhandil tipi teknelere göre yaklaşık % 10 oranında bir direnç avantajına sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

5 Değerlendirme

Geçmişte benzer amaçlar için kullanılmış olan ve Türkiye'ye özgü tekneler haline gelen tırhandil ve piyade tipi teknelerin formu incelendiğinde, geometrik değerler kapsamında piyade tipi teknelerin tırhandillere kıyasla daha yatık bir baş formuna sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte güverte alanı ile ilgili parametreler göz önünde alındığında tırhandillerin piyade tipi teknelere kıyasla daha geniş kullanım alanı sunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tırhandil tipi teknelerin simetrik baş ve kış formuna sahip olmasının yanında özellikle baş omuzluk kısımlarının piyade tipi teknelere kıyasla daha dolgun olması, piyade tipi teknelerin baş bodoslamasının yatıklığına bağlı olarak baş formlarının tırhandillere kıyasla daha sivri bir yapıya sahip olması, piyade tipi teknelerin güverte alanı üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır. L_{OA}/B oranının ortalama değeri incelendiğinde, iki gövde formu arasında yaklaşık % 3'lük bir farka karşın B/B_{WL} oranının ortalama değerinde fark % 10'un üzerindedir. Bu da, aynı tam boya sahip bir tırhandil ile piyade tipi bir teknenin hemen hemen aynı genişliğe sahip olmasına karşın, tırhandilin su hattı genişliğinin, piyade tipi tekneye kıyasla çok daha düşük bir değere sahip olacağı anlamına gelmektedir.

Araştırma kapsamında incelenen iki farklı tekne formunun, hidrostatik karakteristikler açısından birbirine benzer olduğu, ancak tırhandillerin piyade tipi teknelere kıyasla daha narin bir form, orta kesit ve su hattı alanına sahip olduğu görülmektedir. Öte yandan, hidrodinamik karakteristiklerin belirlenebilmesi açısından hız-direnç değerleri hesaplandığında, tırhandil tipi teknelerin özellikle 8 knot ve altındaki hızlarda piyade tipi teknelere kıyasla avantajlı olduğu, ancak 10 knot hız için tırhandil tipi teknelerin bu avantajı kaybettiği görülmektedir. Özellikle 10 knot seyir hızı için direnç değerleri arasındaki fark, piyade tipi teknelerin efektif güç ve şaft güç hesaplamasına da yansiyarak ana makina seçiminde etkili olacaktır. Direnç açısından 8 knot ve altındaki hızların yelken seyri için uygun hızlar olduğu dikkate alındığında, uygun bir tasarıma sahip yelkenli bir piyade tipi tekne formunun elde edilmesinin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırmanın, literatürde üzerine yapılmış çalışma sayısının yüksek olmadığı, ancak Türkiye'nin denizcilik kültürü açısından büyük öneme sahip olan iki farklı gövde formunun farklı perspektiflerden incelenmesini ve karşılaştırılmasını içermesi, bu sayede de birbiri ile olan benzerlik ve farklılıkları ortaya koyması açısından hem literatüre hem de sektöre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte tırhandil ve piyade tipi teknelerin gövde form optimizasyonu ve yelkenli bir piyade tasarımının yelken performans analizi olası araştırma konuları arasında yer almaktadır.

6 Beyanlar

6.1 Çıkar Çatışması

Bu araştırmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

6.2 Yazarların Katkıları

Çalışmanın tamamı Sorumlu Yazar Bülent İbrahim TURAN tarafından gerçekleştirilmiştir.

6.3 Finansman Beyanı

Araştırmada herhangi bir finansman desteği bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akyol, O., & Ceyhan, T. (2007). Datça-Bozburun Yarımadası (Ege Denizi) Kıyı Balıkçılığı ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1(1-2), 121-126.
- Akyol, O., Ceyhan, T., & Sağlam, C. (2016). Bodrum Yarımadası (Ege Denizi) Küçük Ölçekli Kıyı Balıkçılığında Kullanılan Bazı Av Araçlarının Teknik Özellikleri. *Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 2(2), 75-90.
- Bakker, J. (2017). *Wetted Surface Area of Recreational Boats-RIVM Report 2017-0116*.
- Binder, T. (2012). Bodrum Deniz Müzesi-Gayıktan Gulete Bodrum Tekneleri ve Deniz Kabukluları Koleksiyonu. *Yacht Türkiye-Doğan Burda Dergi Yayıncılık*.
- Birk, L. (2019). *Fundamentals of Ship Hydrodynamics: Fluid Mechanics, Ship Resistance and Propulsion*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Blount, D. L., & Fox, D. L. (1976). Small Craft Power Prediction. *Marine Technology*, 13(1), 14-45.
- Çelik, Y. S. (2019). *Piyade Tipi Teknelerde Elektrikli Tahrik Sistemi Optimizasyonu*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Damianidis, K. (1989). *Vernacular Boats and Boatbuilding in Greece*. University of St. Andrews.
- Elkafas, A. G., Elgohary, M. M., & Zeid, A. E. (2019). Numerical study on the hydrodynamic drag force of a container ship model. *Alexandria Engineering Journal*, 58(3), 849-859. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.07.004>
- Erdem, M. (2006). Muğla İli (Güney Ege) Kıyı Alanı Yönetimi ve Balıkçılık. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, 417-420.
- Ersöz, B. (2006). *Piyade Tipi Balıkçı Teknelerinin Sistemik Pervane Serileri Yardımıyla Optimum Pervane Dizaynı*. Kocaeli Üniversitesi.
- Gammon, M., Kükner, A., & Alkan, A. (2005). Hull Form Optimisation Of Performance Characteristics of Turkish Gulets For Charter. *Hull Form Optimisation Of Performance Characteristics of Turkish Gulets For Charter*, 79-90.
- Ganos, G., & Loukakis, T. (1986). *Resistance Characteristics of the Trehantiri Type Boat*.
- Gencer, A. I. (2001). *Bahriye'de Yapılan Islahat Hareketleri ve Bahriye Nezareti'nin Kuruluşu (1789 - 1867)*. Türk Tarih Kurumu Yayınları.
- Gür, M. C. (2020). *Kürekten Yelkene Kaybolan Miras*. Koç Üniversitesi.
- Holtrop, J., & Mennen, G. G. J. (1982). *An approximate power prediction method*. 166-170.
- Killing, S., & Hunter, D. (1998). *Yacht Design Explained - A Sailor's Guide to the Principles and Practice of Design*. W. W. Norton & Company.
- Köyağasıoğlu, Y. (2014). *Denizin Kanatlı Perileri Yelkenliler*. Naviga Publishings.
- Larsson, L., & Eliasson, R. E. (2007). *Principles of Yacht Design* (Third Edit). International Marine/McGraw-Hill.
- Molland, A. F. (2008). *The Maritime Engineering Reference Book: A Guide to Ship Design, Construction and Operation*. Butterworth-Heinemann.
- Nutki, S. (2011). *Kamus-i Bahri-Deniz Sözlüğü*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Özen, S. (2017). *Gemiler Sözlüğü*. Denizler Kitabevi.
- Papanikolaou, A. (2014). *Ship Design-Methodologies of Preliminary Design*. Springer Science+Business Media.
- Tupper, E. C. (2004). *Introduction to Naval Architecture, Fourth Edition*. Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Turan, A. E. (2009). *Türk Tipi Gulet Yatlarının Formunun Prizmatik Katsayıya Göre Belirlenmesi* [Istanbul Technical

University]. <https://polen.itu.edu.tr/bitstream/11527/4819/1/9185.pdf>

Turan, B. I. (2021a). Farklı Yat Tiplerinin Ön Tasarım Aşamasında Makine Dairesi Parametrelerinin Belirlenmesi. *Gemi ve Deniz Teknolojisi*, 220, 175–191.

Turan, B. I. (2021b). Yat Tasarım Sürecinde Tasarım-Mühendislik İlişkisi. *IDA: International Design and Art Journal*, 3(2), 210–223.

Turan, B. I. (2022). Ön Tasarım Aşamasında Piyade Tipi Teknelerin Gövde Form Parametrelerinin Belirlenmesi. 9. *Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi*, 1109–1116.

Turan, B. I., & Akman, M. (2021). Modeling and Comparison of Bodrum Gulets' Hull Forms with Round and Transom Sterns. *Journal of ETA Maritime Science*, 9(2), 120–129. <https://doi.org/10.4274/jems.2021.09327>

Turan, B. I., Akman, M., & Özbey, T. (2021). Design Comparison of Bodrum Gulets and Tırhandils. *2nd International Congress on Ship and Marine Technology*, 491–497.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).