

Türkiye sularına uygun bir balıkçı gemisinin akım görüntüleme deneylerinin analizi

Muhsin AYDIN*, Aydın ŞALCI

İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Deniz Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Bu çalışmada, Türkiye sularına uygun olarak geliştirilmiş olan balıkçı gemilerinden 148/1 kodlu ana balıkçı gemisinin 148/1C kodlu modelinin yüklü (1.00xT) ve aşırı yüklü (1.25xT) yükleme durumlarındaki akım görüntüleme deneyleri, iplikçik yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneylerde kullanılan bu modelin α geometrik benzerlik oranı 25/3, L boyu 2.4 m ve C_B blok katsayısı ise 0.378'dir. Deneyler, İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesinin Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarındaki Sirkülasyon Kanalı Ünitesinde takıntılı ve model pervaneli olarak yapılmıştır. Akım görüntüleme maddesi olarak kullanılan iplikçikler, orlon iplikten hazırlanmıştır. Modelin iskele tarafındaki, 10 posta sisteminde; 0, Dümen Ekseni, 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8.5, 9, 9.5 ve 10 nolu posta çizgileri üzerine 1 mm çaplı ve 25 mm uzunluklu çiviler, başları sınır tabaka dışında kalacak ve yüzeye dik olacak şekilde uygun aralıklarla çakılmıştır. Sınır tabaka içindeki iplikçikler bordo renkli, sınır tabaka dışındaki iplikçikler ise turuncu renkli olarak seçilmiştir. Bu iplikçiklerin boyları da [25-40 mm] arasında değişmektedir. Yüklü durumdaki deneyler 110 akım potansiyometre değerinde ($v_m=1.4$ m/s; $V_s=8$ knot) ve 0, 50 ile 55 pervane potansiyometre değerlerinde ($RPS_m=0, 29.4, 32.3$; $RPS_s=0, 10.2, 11.2$) yapılmıştır. Aşırı yüklü durumda ise 110 akım potansiyometre değerinde ($v_m=1.4$ m/s; $V_s=8$ knot) ve 0 ile 55 pervane potansiyometre değerlerinde ($RPS_m=0, 32.3$; $RPS_s=0, 11.2$) yapılmıştır. Tüm bu deney koşullarında, dijital fotoğraf makinesi ile çekilen deney fotoğraflarının bilgisayar ortamında değerlendirilmesi sonucunda elde edilen bulgular maddeler halinde sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akım görüntüleme deneyi, akım görüntüleme yöntemleri, balıkçı gemisi.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Muhsin AYDIN. maydin@itu.edu.tr; Tel: (212) 285 64 87.

Makale, metni 15.06.2006 tarihinde dergiye ulaşmış, 11.09.2006 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.11.2008 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Analysis of flow visualization tests of a fishing boat suitable for Turkish waters

Extended abstract

It is possible to see flow characteristics by inserting some measurement tools into any fluid flow. Furthermore, various methods are applied to make a flow visible. These methods are generally collected in two different groups. One of these groups is known as Surface Methods. The main surface methods used in flow visualization tests are as follows:

1. A method of any substance dissolves in the fluid,
2. A method of a mixture of oil and dye,
3. The tuft method

Generally, the surface methods are used in ship hydromechanics. Especially, the tuft method is applied widely. In this method, the streamlines near and on a body are determined by using tufts.

In this study, the flow visualization tests of the model 148/1C of the parent fishing boat 148/1 were carried out with the appendages and model propeller. In the loaded condition, some geometrical characteristics of the model used in the tests are as follows: The ratio of geometrical similarity, α is 25/3, the length, L is 2.4 meters and the block coefficient, C_B is 0.378. The tuft method was applied as flow visualization method in this study. The tests were carried out in the Circulating Water Channel at Ata Nutku Ship Model Testing Laboratory operating within the faculty of Naval Architecture and Ocean Engineering at Technical University of Istanbul. The circulating water channel is largely used for flow observations and specialist tests in steady forward motion under the atmospheric pressure. The test section of the channel is 1.5 meters \times 0.75 meters and maximum speed is 2 meters/second. The channel is equipped with a mechanical resistance dynamometer and Pitot tubes for velocity measurements. Flow visualization tests are also frequently performed using wool-tufts and dye injection. All tests were carried out in the loaded condition ($1.00 \times T$) and highly loaded condition ($1.25 \times T$). The tufts used as flow visualization material were prepared from orlon yarns. In ten stations system, the pins with 1 millimeter diameter and 25 millimeters length were stuck with proper spaces on the stations 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8.5, 9, 9.5, 10 and the rudder axis at the portside of the model. The limits of the pins are out of the boundary layer and the pins are perpendicular to the surface of the model. The color of the tufts within

the boundary layer was selected as claret red and the color of the tufts out of the boundary layer was selected as orange. The lengths of these tufts are varies between 25 millimeters and 40 millimeters. The tests in the loaded condition were carried out in the 110 value of flow potentiometer ($v_m=1.4$ m/s; $V_s=8$ knots) and 0, 50, 55 values of propeller potentiometer ($RPS_m=0, 29.4, 32.3$; $RPS_s=0, 10.2, 11.2$). The tests in the highly loaded condition were also carried out in the 110 value of flow potentiometer ($v_m=1.4$ m/s; $V_s=8$ knots) and 0, 55 values of propeller potentiometer ($RPS_m=0, 32.3$; $RPS_s=0, 11.2$). The photographs were taken with a digital camera for all the test conditions. Then, a computer aided evaluation of these photographs was performed and the conclusions are presented here. The conclusions for the loaded condition are as follows (the values of flow and propeller potentiometers are 110 ($V_s=8$ knots) and 55 ($RPS_s=11.2$) respectively):

- The flow lines in the stations 9, 8.5 and 8 are regular.
- The flow is normal in the region from the station 8 to the station 5.
- In the station 2, the flow is normal.
- In the station 1, there is turbulence at the region over the propeller. Furthermore, there is suction over the propeller and a vortex tube was observed there.
- There is suction in the stations between 1.5 and 1. Here, the tufts oscillate. Bubbles on the surface of the model were also observed.
- There is a backward flow on the surface of the model in the propeller disk plane.
- In the region between the stations 0.5 and 0, the flow was dragged tangentially on the surface of the model.
- The flow on the rudder is normal.
- The flow in the back of the transom stern is also normal.

The conclusions for the highly loaded condition are as follows (the values of flow and propeller potentiometers are 110 ($V_s=8$ knots) and 55 ($RPS_s=11.2$) respectively):

- It is necessary to make a filling lightly on the surface between the stations 1.5 and 1.
- The vortex tube happens over the propeller.
- In the station 0.5, turbulence was observed in the region over the propeller.

Keywords: Flow visualization test, flow visualization methods, fishing boat.

Giriş

Herhangi bir su akımının içine, akımın yapısını bozmayacak büyüklükte ve şekilde ölçme aletleri sokularak ölçümler yapmak, su akımının yapısını anlamakta kullanılan bir yoldur. Bunun yanında, su akımının yapısını görünür hale getirmek için daha değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar, cidar yöntemleri ve akım içi yöntemleri olmak üzere iki grupta toplanmaktadır (İdemen, 1995).

Cidar yöntemleri, suyun ilişkide olduğu cidarlar üzerine uygulanan yöntemlerdir. Cidarın çok yakınındaki akım çizgilerini gösterirler. Hız gradyanı (dolayısıyla kayma gerilmesi) hakkında bilgiler elde edilmesini sağlarlar. Özellikle akımın laminer durumdan türbülanslı duruma geçtiği ve sınır tabaka ayrılmasının meydana geldiği bölgenin belirlenmesinde ve sınır tabakadaki olayların cidar civarındaki gelişmelerinin gözlenmesinde kullanılmaktadır. Katı yüzeyin belirli yerlerine özel bir malzeme sürülmesi veya iplikçikler konulması ile, su akımının söz konusu tabakada yol açacağı değişikliklerin veya iplikçiklerde doğuracağı hareketlerin izlenmesi, cidar yöntemlerinin temel ilkelerini oluşturmaktadır.

Akım görüntüleme deneylerinde kullanılan başlıca cidar yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

1. Suda çözülebilen bir maddenin (boya, süt, v.s.'nin) kullanıldığı yöntem
2. Yağ-Boya karışımının kullanıldığı yöntem
3. İplikçiklerin kullanıldığı yöntem

Suda çözülebilen bir maddenin kullanıldığı yöntem, özellikle laminer akım bölgesinden türbülanslı akım bölgesine geçişin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yağ-Boya karışımının kullanıldığı yöntem ile de cidar yakınındaki akım çizgileri belirlenmektedir. Bu yöntemde, deneye başlamadan önce cidarın belirli yerleri özel bir yağ-boya karışımı ile boyanmakta ve söz konusu cidar akım koşullarının etkisi altında bırakılmaktadır. İplikçiklerin kullanıldığı yöntemde ise

cidar üzerine tutturulan iplik parçaları ile cidar yakınındaki akım çizgilerinin belirlenmesine çalışılmaktadır (Yang, 1989).

Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarında iplikçik yöntemi ile yapılan bir dizi akım görüntüleme deneylerinin sonucunda elde edilen bilgiler, aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır (Şalcı vd., 1998):

1. İplikçiklerin birbirlerine karışmalarını engellemek ve iyi bir görüntü vermelerini sağlamak için, iplikçik boyları çevredeki diğer çivilere değmeyecek uzunlukta olmalıdır.
2. Su akımında çok keskin dönüşlerin olmadığı durumlarda, daha iyi bir görüntü elde etmek için uzun iplikçikler kullanılmalıdır. Çok keskin dönüşlü akımlarda ise kısa iplikçikler kullanılmalı ve çok sık bir ağ yapısı uygulanmalıdır. Ayrıca deney birkaç kez tekrarlanmalıdır.
3. Genel bir kural olarak, iplikçik boyunun o noktadaki akım çizgisinin eğrilik yarıçapından daha küçük olması önerilmektedir (Merzkirch, 1974 ve 1987).
4. Bu tür deneylerde kullanılan ipliğin; kaldırma, eylemsizlik ve viskoz kuvvetlerinin en az seviyede olması istenir. Böylece kullanılan iplikçikler, su akımını en az düzeyde etkilemiş olur.
5. Deneylerde iplik türü olarak orlon, merserize iplik veya ipek iplik kullanılabilir. İyi bir görüntü elde edilebilmesi için, ipliklerin parlak olması ve renginin de model rengi göz önünde bulundurularak seçilmesi önerilmektedir.
6. Düşük hızlı akımlarda ipek veya naylon türü iplikler, yüksek hızlı akımlarda ise orlon veya merserize türü iplikler kullanılmalıdır.

Akım içi yöntemleri ise su akımı içine akım izleme maddeleri katılarak (serbest yüzeyden sıvı

durumdaki akım izleme maddesi püskürtülerek veya önceden su içine katılmış akım izleme maddeleri görünür hale getirilerek) bunların izlenmeleri esasına dayanmaktadır.

Bunun için, değişik ilkelere göre kurulmuş çok sayıda akım içi yöntemleri vardır. Bu yöntemlerden başlıcaları aşağıda sıralanmıştır:

1. Serbest yüzeye akım izleme maddelerinin bırakıldığı yöntem
2. Akım içine tanelerin bırakıldığı yöntem
3. Akım içine boya v.s. sıvı maddelerin püskürtüldüğü yöntem
4. Elektrolitik ve Fotokimyasal boya üretimi yöntemleri

Gemi hidromekaniğinde, genellikle cidar yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden özellikle iplikçik yöntemi en yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.

Akım görüntüleme deneyleri

148/1 kodlu ana balıkçı gemisinin 148/1C kodlu modelinin akım görüntüleme deneyleri, takıntılı ve model pervaneli olarak gerçekleştirilmiştir (Aydın, 2002). Ana balıkçı gemisine ait en kesitleri, su hatları, batok ve diyagonal eğrilerinin üç boyutlu görünüşleri Şekil 1’de gösterilmiştir. Deneylerde kullanılan modelin yüklü durumdaki geometrik karakteristikleri de Tablo 1’de verilmiştir.

Akım görüntüleme yöntemi olarak iplikçik yöntemi uygulanmıştır. Deneyler, İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesinin Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarındaki Sirkülasyon Kanalında gerçekleştirilmiştir. Söz konusu deneyler, hem yüklü (1.00xT) hem de aşırı yüklü (1.25xT) durumlarda yapılmıştır. Akım görüntüleme maddesi olarak kullanılan iplikçikler, orlon türü ipliklerden hazırlanmıştır. Modelin iskele tarafındaki, 10 posta sisteminde; 0, Dümen Ekseni, 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8.5, 9, 9.5 ve 10 nolu postalarına 1 mm çaplı ve 25 mm uzunluklu çiviler, uygun aralıklar ile, başları sınır tabaka kalınlığı dışında kalacak ve yüzeye dik olacak şekilde çakılmıştır. Maksimum çivi boyunun hesabı ve değişik konumlardaki sınır

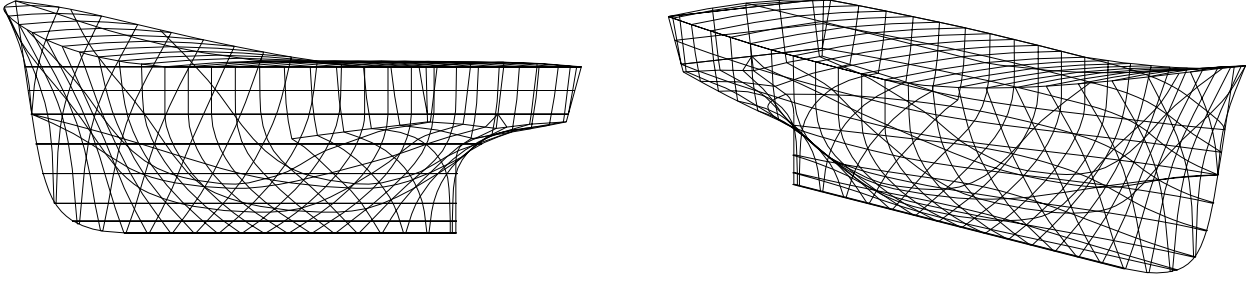
tabaka hesaplarında, $\delta^2+1.5x\delta=0.02xX$ (Baker) bağıntısı kullanılmıştır. Maksimum sınır tabaka kalınlığı gemi için 189 mm ve model için ise 22.6 mm bulunmuştur ($(\delta_s/\delta_m)=\alpha$ kabulü ile). Bu formüldeki δ , sınır tabaka kalınlığını ve X de gemi başından itibaren uzaklığı ifade etmektedir. Birimler fit cinsindedir. Sınır tabaka içindeki iplikçikler bordo, sınır tabaka dışındaki iplikçikler ise turuncu renklerinden seçilmiştir. Kullanılan iplikçiklerin boyları [25-40 mm] aralığında değişmektedir.

Tablo 1. 148/1C kodlu modele ait geometrik karakteristikler

148/1C, Yüklü (1.00xT)	
α	8.333
L (m)	2.400
B (m)	0.686
T (m)	0.274
C_B	0.378
C_M	0.661
C_{WP}	0.730
C_P	0.572
C_{VP}	0.518
L/B	3.5
L/T	8.76
B/T	2.5
LCB (m), (+ kıç)	0.100
S_w (m ²) (Takıntılı)	1.871
∇ (m ³)	0.171

Yüklü durumdaki deneyler, 110 akım potansiyometre değerinde ($v_m=1.4$ m/s; $V_s=8$ knot) ve 0, 50 ile 55 pervane potansiyometre değerlerinde ($RPS_m=0, 29.4, 32.3$; $RPS_s=0, 10.2, 11.2$) yapılmıştır. Aşırı yüklü durumda ise 110 akım potansiyometre değerinde ($v_m=1.4$ m/s; $V_s=8$ knot) ve 0 ile 55 pervane potansiyometre değerlerinde ($RPS_m=0, 32.3$; $RPS_s=0, 11.2$) yapılmıştır. Tüm deney koşulları için, dijital kamera ile çekilen fotoğraflar Şekil [2-6] ile verilmiştir.

Bir balıkçı gemisinin akım görüntüleme deneylerinin analizi



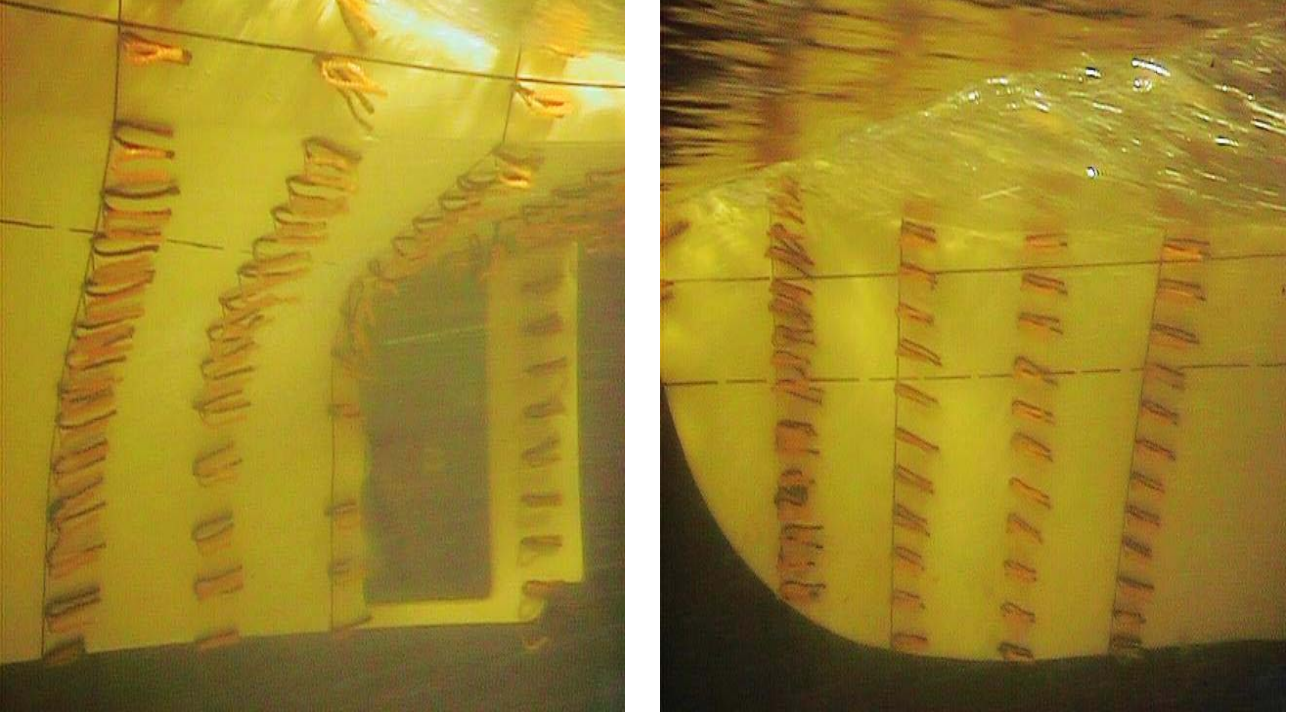
Şekil 1. Ana balıkçı gemisine ait üç boyutlu görünüşler



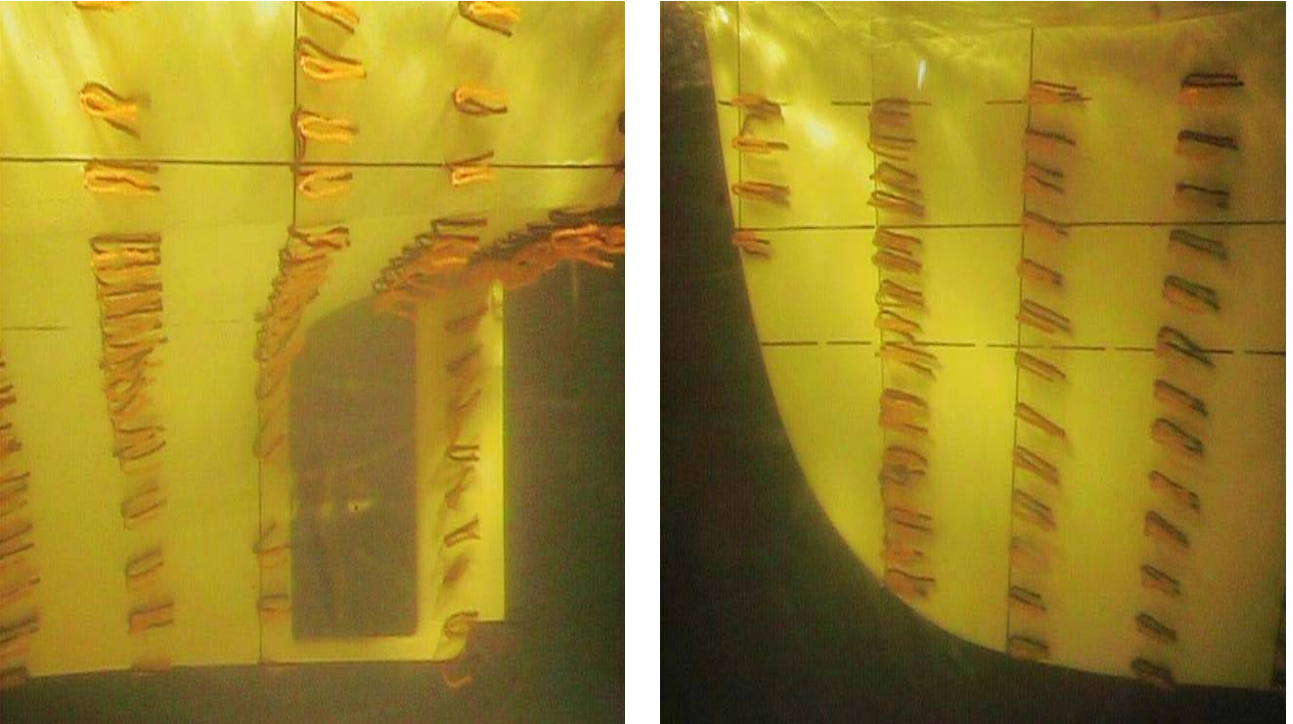
Şekil 2. Sirkülasyon kanalındaki 148/1C kodlu modelin üst-önden ve üst-kıçtan görünüşleri



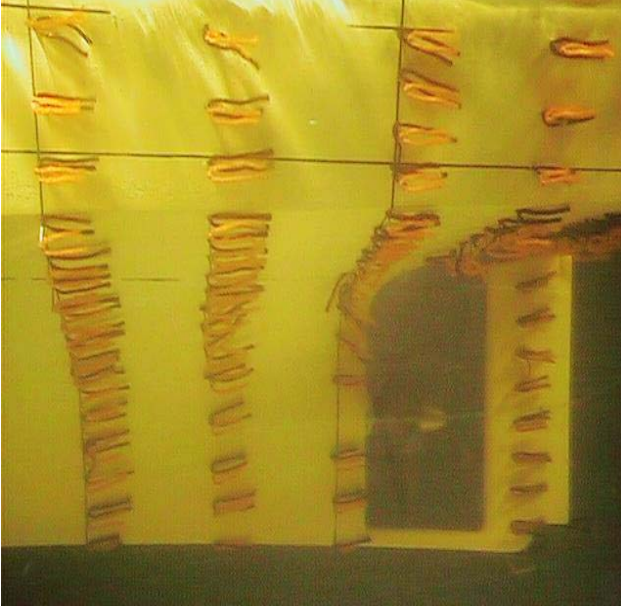
Şekil 3. Yükleme Durumu: Yüklü (1.00xT), Akım Potansiyometresi=110 ($V_s=8$ knot), Pervane Potansiyometresi=0 ($RPS_s=0$) olan deney koşullarındaki kış taraf ve baş taraf iplikçikleri ($Rn_m=3.35 \times 10^6$)



Şekil 4. Yükleme Durumu: Yüklü ($1.00xT$), Akım Potansiyometresi=110 ($V_s=8$ knot), Pervane Potansiyometresi=55 ($RPS_s=11.2$) olan deney koşullarındaki kış taraf ve baş taraf iplikçikleri ($Rn_m=3.35x10^6$)



Şekil 5. Yükleme Durumu: Aşırı Yüklü ($1.25xT$), Akım Potansiyometresi=110 ($V_s=8$ knot), Pervane Potansiyometresi=0 ($RPS_s=0$) olan deney koşullarındaki kış taraf ve baş taraf iplikçikleri ($Rn_m=3.40x10^6$)



Şekil 6. Yükleme Durumu: Aşırı Yüklü (1.25xT), Akım Potansiyometresi=110 ($V_s=8$ knot), Pervane Potansiyometresi=55 ($RPS_s=11.2$) olan deney koşullarındaki kış taraf ve baş taraf iplikçikleri ($Rn_m=3.40 \times 10^6$)

Deney sonuçları

Değişik deney koşullarında gerçekleştirilen akım görüntüleme deneylerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen bulgular, aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

1. Yükleme Durumu: Yüklü (1.00xT), Akım Potansiyometre Değeri=110 ($V_s=8$ knot) ve Pervane Potansiyometre Değeri=50 ($RPS_s=10.2$) olan deney koşullarında elde edilen bulgular:

- 2 nolu postada normal akım durumu var.
- 1 nolu postada akım ayrılması görülmektedir. Alttaki iplikçikler ters akım nedeni ile geriye doğru dönüş yapmaktadır.
- 0.5 nolu postada akım ayrılması var.

2. Yükleme Durumu: Yüklü (1.00xT), Akım Potansiyometre Değeri=110 ($V_s=8$ knot) ve Pervane Potansiyometre Değeri=55 ($RPS_s=11.2$) olan deney koşullarında elde edilen bulgular:

- 9, 8.5 ve 8 nolu postalarda, akım hatları oldukça düzgündür.
- 8 nolu postadan model ortasına doğru olan bölgede ise akımın normal olduğu gözlenmiştir.

- 2 nolu postada, normal akım durumu gözlenmiştir.
- 1 nolu postada, pervane üstündeki kısımda (dönemekte) türbülanslı akım gözlenmiştir. Ayrıca, pervane üzerinde emme olayı olmakta ve girdap tüpü oluşmaktadır.
- 1.5-1 nolu postalar arasındaki aynalık bölgesinde, emme olayı vardır. Bu kısımdaki iplikçiklerin salınım yaptığı ve su içindeki hava kabarcıklarının ise model yüzeyine yapışmış olduğu gözlenmiştir.
- Pervane düzleminde, model altına gelen yüzeyde ters akım gözlenmiştir.
- 0.5-0 nolu postalar arasındaki bölgede, model altındaki akımın yüzeye teğet olarak sürüklendiği gözlenmiştir.
- Dümen etrafındaki akımın normal olduğu gözlenmiştir.
- Aynalık arkasındaki akımın da normal olduğu gözlenmiştir.

3. Yükleme Durumu: Aşırı Yüklü (1.25xT), Akım Potansiyometre Değeri=110 ($V_s=8$ knot) ve Pervane Potansiyometre Değeri=55 ($RPS_s=11.2$) olan deney koşullarında elde edilen bulgular:

- 1.5-1 nolu postalar arasında kalan dönemeç bölgesine hafifçe dolgu yapılması gerekmektedir.
- Pervane üzerinde, girdap tüpü oluşmaktadır.
- 0.5 nolu postada, pervane üzerindeki bölgede türbülanslı akım gözlenmiştir.

Semboller

B	:Gemi genişliği (m)
C_B	:Blok katsayısı
C_M	:Orta kesit alan katsayısı
C_P	:Prizmatik katsayı
C_{VP}	:Düşey prizmatik katsayı
C_{WP}	:Su hattı alan katsayısı
$L (L_{BP})$:Gemi boyu (Dikmeler arası boy) (m)
LCB	:Su altı hacim merkezinin boyuna yeri (m)
RPS	:Saniyedeki devir sayısı
S_W	:Islak yüzey alanı (m ²)
T	:Su çekimi (m)
v, V	:Genel olarak hız (m/s, knot)
α	:Geometrik benzerlik oranı
∇	:Gemi su altı hacmi (m ³)

Kaynaklar

- Aydın, M., (2002). Türkiye Sularına Uygun Balıkçı Gemilerinin Bilgisayar Destekli Dizaynı, *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İdemem, M., (1995). Hidro-Aerodinamik Akım Görüntüleme Teknikleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Merzkirch, W., (1974). *Flow Visualization*, Academic Press, Inc., New York.
- Merzkirch, W., (1987). *Techniques of Flow Visualization*, AGARDograph No.302, Seine.
- Şalcı, A., Taylan, M., Takinacı, A. C., Kanipek, Z. ve Aydın, M., (1998). Çok Amaçlı Konteyner Gemisi Hidrodinamik Dizayn Değerlendirmesi, İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarı, Proje No: 98-03, İstanbul.
- Yang, Wen-Jei., (1989). *Handbook of Flow Visualization*, Hemisphere Publishing Corporation, New York.