

ATA NUTKU MODEL DENEY TANKI ÇEKME DENEYLERİ İÇİN MODEL İMALAT SÜRECİ

Devrim Bülent DANIŞMAN*
*İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Gemi inşaatının gelişmesinde ve çevreye duyarlı, yüksek verimli gemilerin tasarlanmasında çekme tankı deneylerinin etkisi yadsınamaz. Bilgisayar benzeşiminin henüz doğmadığı zamanlarda çekme deneyleri analitik çalışmalara ışık tutmuş ve gemi mühendisliği ile ilgili pek çok teorinin gelişmesine yardımcı olmuştur. Çekme deneylerinin yüksek duyarlılıkta yapılabilmesi için en önemli parçalar ölçüm sistemleri ve gemi modelidir. Gemi modelinin çizimlere uygun bir şekilde imal edilebilmesi için kullanılan yöntemler el işçiliğinden tam otomasyon üretime doğru evrilmektedir. Bu çalışma kapsamında Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarında günümüzde uygulanan model imalat süreci anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çekme Deneyleri, Gemi Modeli, CNC, Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarı.

1. Giriş: Model Çekme Deneyleri

1860'larda İngiliz mühendis William Froude gemilerin stabilitesini iyileştirmek üzerine pek çok etkili makale yayınlamış ve RINA tarafından en iyi gemi formunu bulmakla görevlendirilmiştir. Teorik çalışmalarını farklı tekne boyutlarındaki pek çok ölçekli modeli kullandığı deneylerle doğrulamaya çalışmıştır. En sonunda, günümüz gemi mühendisleri tarafından çok iyi bilinen ve tam ölçekli gemi davranışlarının ölçekli model deneyleri ile tahmin edilebilmesini sağlayan Froude sayısını ortaya atmıştır. Froude yaptığı çalışmalarda [1] 3, 6 ve 12 foot boyundaki modelleri kullanmış ve direnç ölçümlerini ölçek kurallarına bağlamaya çalışmıştır. Deneyleri daha sonra Donanma tarafından yapılan tam ölçekli deneylerle doğrulanmış ve bu deneyler sonucunda ilk deney tankı Froude'in da doğum yeri olan Torquay'da inşa edilmiştir. Froude'in burada matematiksel ve deneysel çalışmalarını kombine etmiş ve bulduğu yöntemler geçerliliğini günümüzde de korumaktadır.

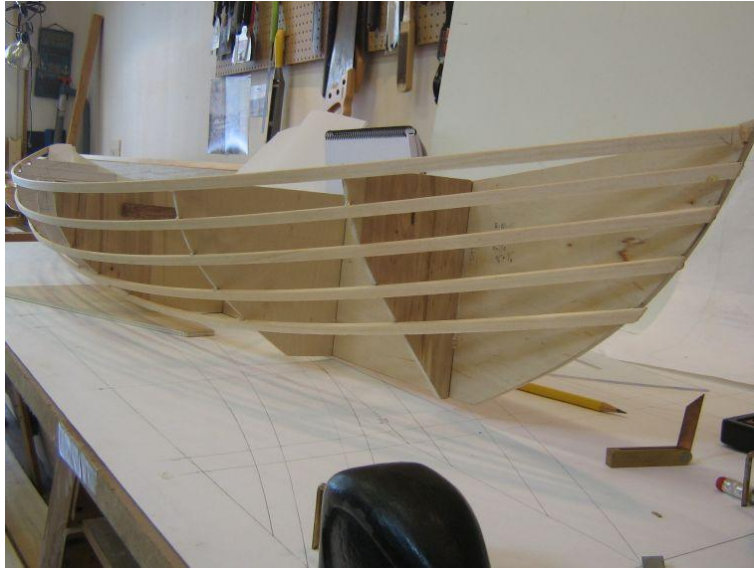
Model imalatı, gemi model deneylerinin yüksek doğrulukta yapılabilmesi için yüksek öneme sahiptir. Tam ölçekli gemideki bütün detayların gemi modeline de yansıtılabilmesi geminin tam ölçekli hidrodinamik karakteristiklerinin doğru bir şekilde belirlenebilmesi için gereklidir.



Şekil 1. Froude'un kullanmış olduğu ahşap gemi modelleri

2. Model İmalatının tarihçesi

Gemi modelleri ilk model deneylerinden beri iki ana yöntem ile üretilmiştir. Bu yöntemleri postalar üzerine levha kaplama ve bloktan oyma olarak adlandırabiliriz. İlk çekme deneylerinde kullanılan modeller tamamen el ile üretilirken günümüzde CNC frezeler sayesinde ahşap modeller boyaya hazır olarak üretilebilmektedir. Teknolojik gelişmeler sayesinde üç boyutlu yazıcılarla da model üretilebilmekte ise de bu yöntemin büyük boyutlu modellerin üretiminde maliyet ve zaman dezavantajlı olması yaygınlaşmasını engellemektedir. Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarı model imalatında CNC teknolojisini kullanarak kolaylıkla ITTC tarafından belirlenmiş olan model imalat duyarlılığını yakalayabilmektedir, [2].



Şekil 2. Postalar üzerine yüzey kaplama ile model üretimi



Şekil 3. Su hatlarını takip eden analog freze ile model imalatı.

3. CNC tezgahının Ata Nutku Gemi Model Deney Laboratuvarı model imalatında kullanılması

CNC (Computer Numeric Control) tezgahlar, bir CAD (Computer aided design/drafting) yazılımı aracılığı ile modellenmiş olan bir parçanın bir CAM (Computer aided manufacturing) yazılımı ile oluşturulan G kodlarını okuyarak yüksek doğrulukta üretim yaparlar. Üretim, talaş kaldırma, kaynaklama, haddelme, kalıplama gibi her türlü yöntemi kapsamaktadır. Gemi model imalatında 5 eksenli universal frezeler kullanılmaktadır.

3.1 Tahta Blok Oluşturma

Ahşap sarfiyatını azaltmak amacıyla belirli bir işleme payı bırakılarak su hatlarına uygun olarak kesilmiş olan tahtalar üst üste yapıştırılır ve ham blok elde edilir. Elde edilen ham blok modelin için boştur. Böylece gemiyi yükleme koşuluna getirmek için kullanılan ağırlıkların yerleşimi ve ölçüm araçlarının bağlanabilmesi için gereken alan elde edilmiş olur. Model imalatında, budaksız olması ve talaşlı imalata uygunluğu nedeniyle Afrika kökenli Ayous ağacı kullanılmaktadır. Ahşap katmanları poliüretan deniz tutkalı kullanılarak yapıştırılmaktadır, **Error! Reference source not found.** ve **Error! Reference source not found.**



Şekil 4. Ham blok için aŐap katmanların yapıŐtırılma süreci



Şekil 5. Freze işlemi için oluşturulan kaba blok

3.2 CNC Freze Aşaması

Fakültemizde CAM yazılımı olarak Türkiye Delcam temsilciliği tarafından hibe edilen Powermill isimli yazılım kullanılmaktadır. Powermill her türlü ürüne yönelik olarak geliştirilmiş üretim stratejileri, hızlı çalışması ve öğrenim kolaylığı ile en iyi CAM yazılımlarının başında gelmektedir. Fakültemizde kullanılan CNC frezede 100 mm düz, 20 mm küresel, 10 mm küresel ve 60 mm küresel jilet olmak üzere 4 farklı tipte kesici kullanılmaktadır; **Error! Reference source not found..**

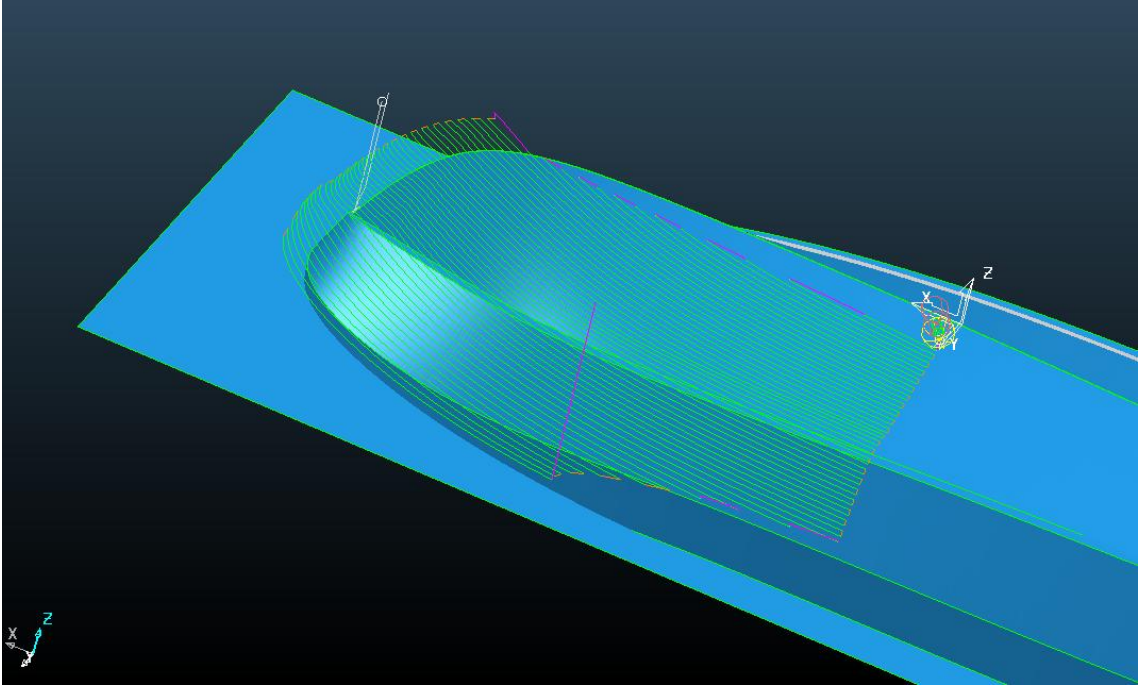


Şekil 6. CNC freze makinasında kullanılan başlıca kesici bıçaklar.

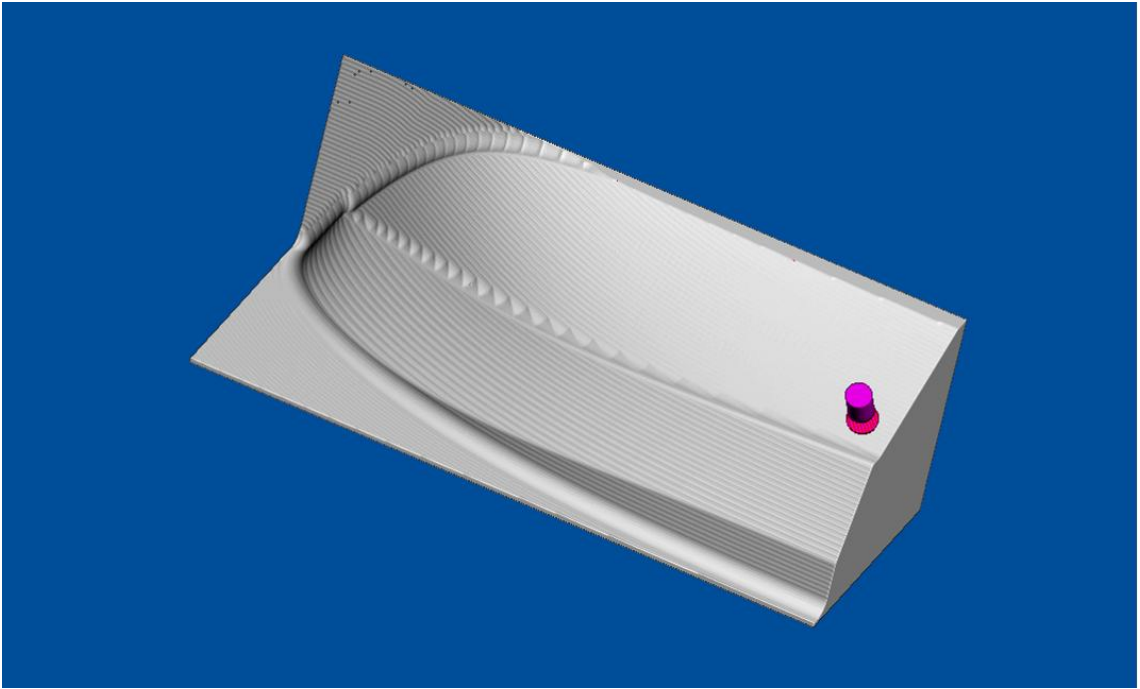
CNC frezeleme işlemini üç ana grupta inceleyebiliriz;

3.2.1 Kaba işleme

Bu aşamada ham bloğun fazlalıkları parça yüzeyine belirli bir yaklaşıklıkta kadar kaba işleme adımları ile işlenir. Bu aşamada amaç, düz bir yüzey elde etmek olmayıp ham bloktaki belirsizlikleri gidermektir. Kaba işleme için Powermill yazılımı içinde pek çok otomatik işleme stratejisi bulunsa da gemi modeline özel olarak “Optimize sabit z işleme” stratejisi kullanılmaktadır. Bu strateji ile tekne yüzeyine belirli bir uzaklıktan 10 mm’lik katmanlar halinde yaklaşılmaktadır. Kaba işleme tekne yüzeyine 10 mm uzaklıkta sonlandırılmakta ve bitirme işlemine geçilmektedir. Kaba işlemede genellikle 60 mm çapında küresel kesici kullanılmaktadır Şekil 7 ve Şekil 8’de CNC makinasının kaba işleme sırasında izleyeceği takım yolu ve kaba işleme sonucu modelin görünümü verilmiştir.



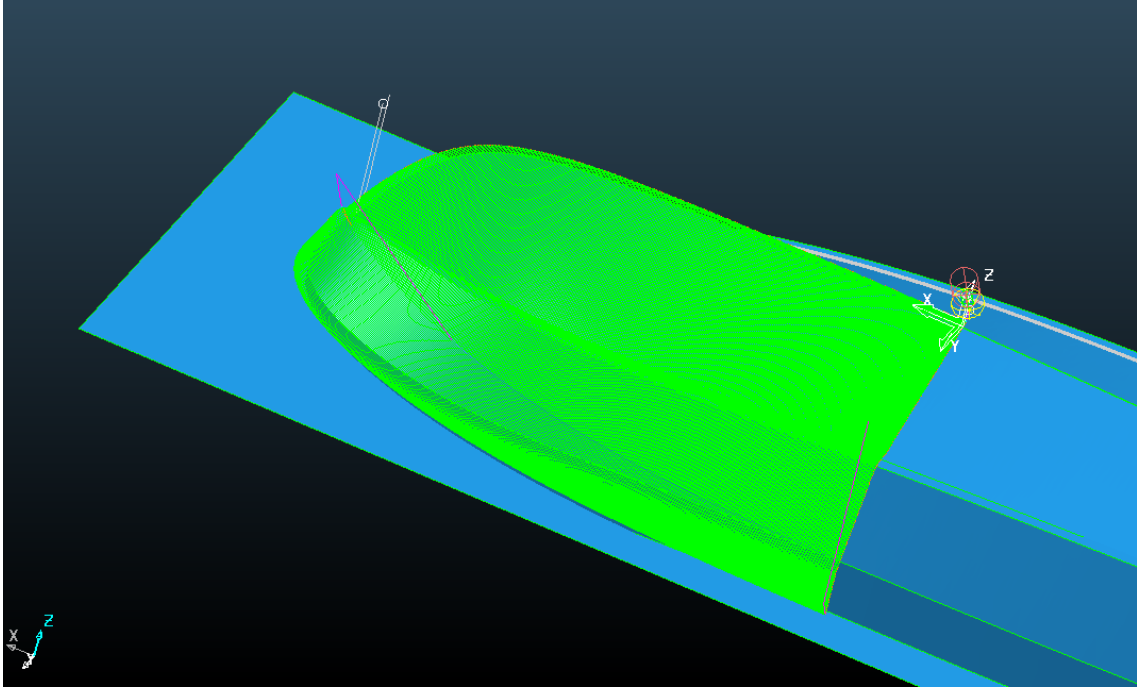
Şekil 7. CNC makinasının kaba işleme boyunca izleyeceği takım yolu



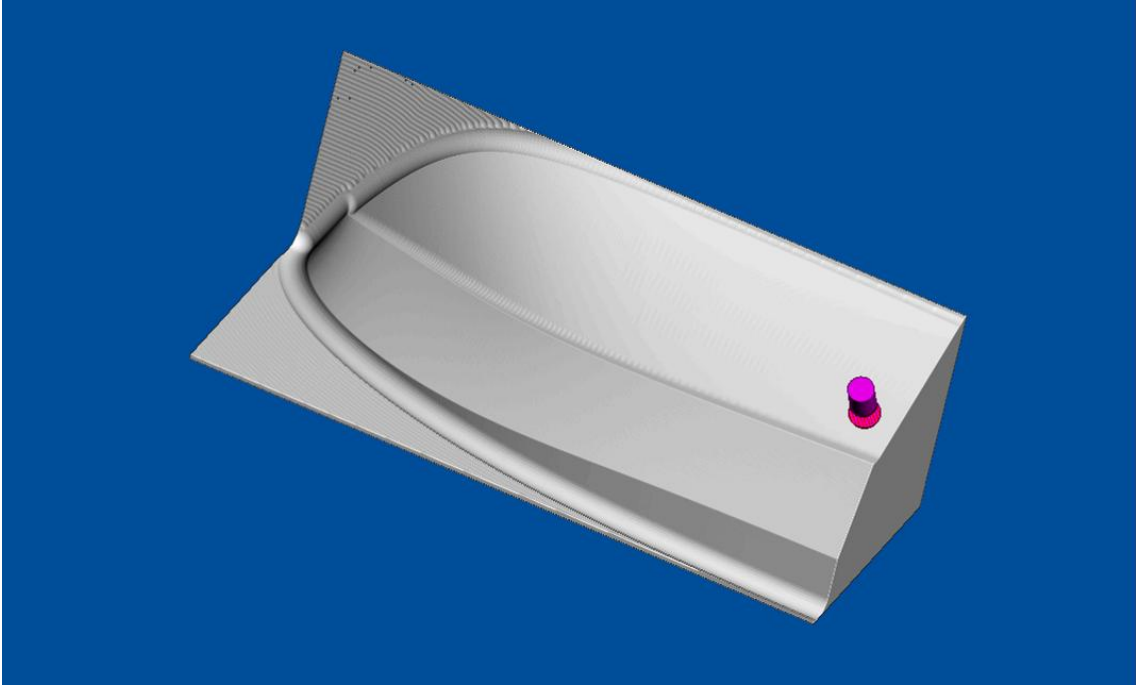
Şekil 8. Kaba işleme sonucu modelin g3r3n3m3

3.2.2 Bitirme işleme

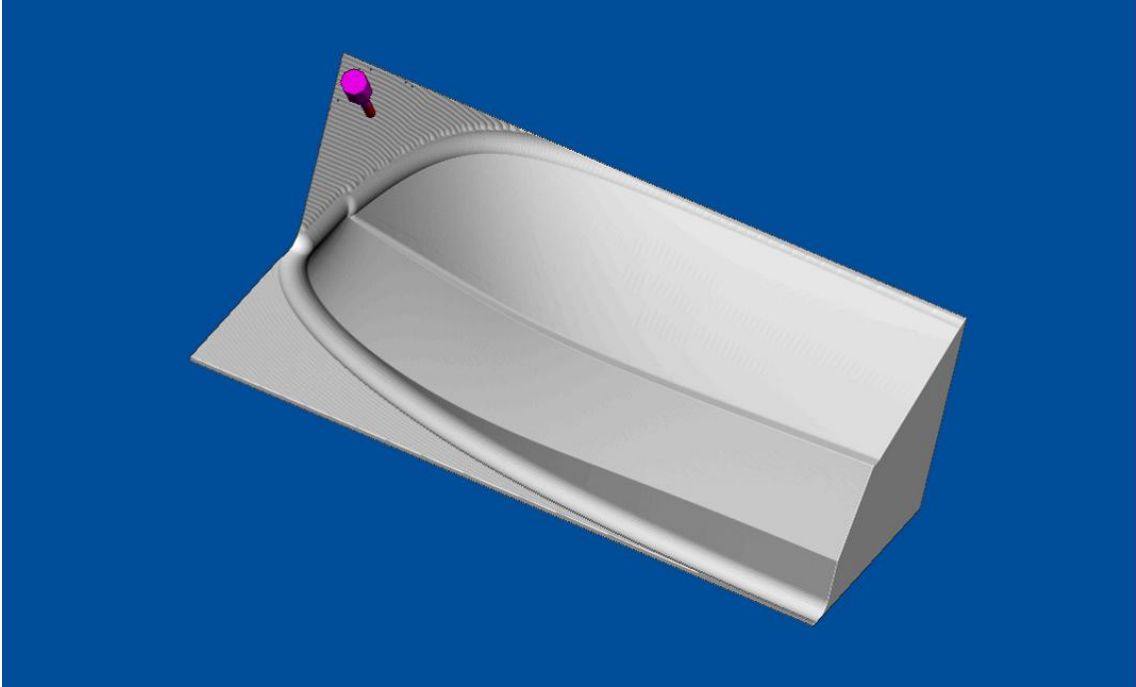
Bu aşamada kaba işleme bitirilmiş blok üzerinde yeterli sıklıkta işleme adımları ile yol olarak pürüzsüz bir yüzey elde etmek amaçlanmaktadır. Model geometrisinin detaylarına uygun olarak Powermill programındaki uygun strateji seçilebilir. Model imalat atölyemizde “Optimize sabit Z bitirme” ve “Tarama bitirme” stratejileri sıklıkla kullanılmaktadır. Bitirme işleminde düz ve göreceli büyük eğrilik çaplı yüzeylerde 60 mm çaplı, gerektiği durumlarda ise 20 mm çaplı kesme ucu kullanılmaktadır. İşleme adımları düzgün bir yüzey elde edip zımpara-macun işlemlerini azaltmak için 60 mm’lik uç için 2 mm ve 20 mm’lik uç için 0.7 mm olarak belirlenmiştir. Bitirme aşamasıyla model pürüzsüzleştirildikten sonra 60 mm’lik küresel ucun ulaşamadığı köşeli kısımlar 20 mm’lik küresel uç ile belirginleştirilir. Şekil 9 ve Şekil 10’da bitirme takım yolu ve modelin görünümü verilmektedir. Şekil 11’de ise çene hattının iç kısımları 20 mm’lik küresel uç ile belirginleştirilmiştir. Şekil 12- Şekil 14’ de ise CNC freze üzerinde işlenen modelin aşamaları görülebilir.



Şekil 9. CNC makinasının bitirme işleme boyunca izleyeceği takım yolları.



Şekil 10. Bitirme işleme sonucu modelin görünümü.



Şekil 11. Çene hattının 20 mm'lik küresel uç ile belirginleştirilmesi.



Şekil 12. Bir yük gemisi modelinin bitirme işlemi.



Şekil 13. Kaba işlemesi bitmiş bir ikiztekne.



Şekil 14. Bitirme işlemesi bitmiş bir ikiztekne.

3.2.3 Zımpara-Macun

Bu aşamada frezeleme işleminden kalan küçük çapaklar ve fazlalıklar temizlenir. Yüzey bir ön zımparalamadan geçirildikten sonra boyanın tahta tarafından emilmesini önlemek amacıyla akrilik macun ile macunlanır. Macunlu yüzey çeşitli kalınlıktaki zımpara kâğıtları kullanılarak yeniden macunlanır ve model boyaya hazır hale getirilir, Şekil 15.



Şekil 15. Macun ve zımpara işlemleri.

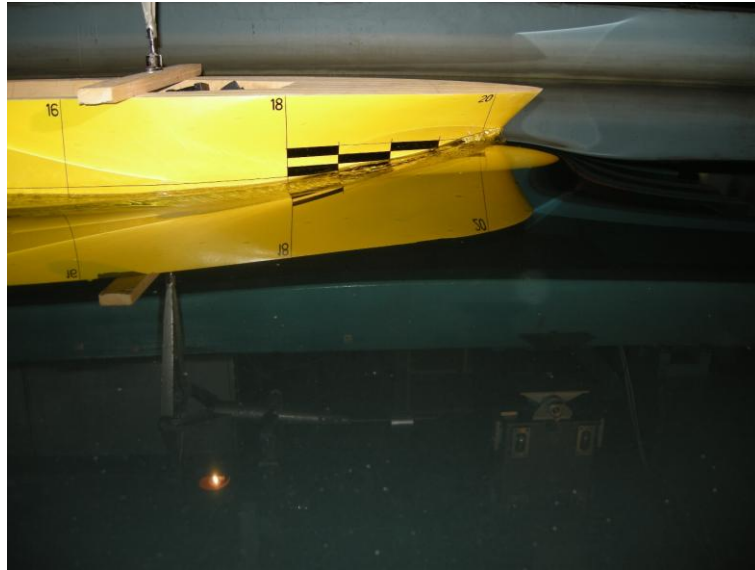
3.2.4 Boya ve markalama

Model yüksek basınçlı boya tabancası ile boyanır. Boyanın yeterli sertliğe ulaşması için en az 12 saat beklenmelidir. Soğuk havalarda bekleme süresi uzayabilir ya da model boya kurutma fırınında bekletilebilir.

Boyası yeterli sertliğe ulaşan model su hattı ve postaların markalanması için yeniden CNC tezgahına götürülür. Deney draftları, postaları ve baş tarafta dalga yüksekliğini takip etmeye yarayan damalı bölgesi (Şekil 16,Şekil 17) çizilen model deney yapılmak üzere deney tankına götürülür.



Şekil 16. Boyanmış ve markalaması yapılmış deneye hazır model.



Şekil 17. Çekme deneyleri

4. Sonuç

Bu çalışmada Ata Nutku Model Deney laboratuvarındaki model imalat süreci özetlenmiştir. 2008 yılında işletmeye alınan 5 eksenli universal CNC freze ile model işleme aşaması 5 iş gününe kadar düşürülmüştür. Böylece başlangıçtan itibaren standart çekme deneyleri üç hafta gibi bir sürede tamamlanabilmektedir.

CNC frezenin laboratuvara eklenmesi ile sadece gemi modelleri değil gemiye ilişkin birçok model parçasının da üretilmesi mümkün olmuştur. Ayrıca 2 m'ye kadar tam ölçekli pervane kalıpları da üretilmiş ve endüstrinin hizmetine sunulmuştur.

Kaynaklar

[1] Froude, William., Froude, Robert Edmund., “The Resistance of Ships”, US Bureau of navigation (Navy Depts) professional papers, Vol.23. U.S. Government Printing Office, 1888.

[2] ITTC – Recommended Procedures and Guidelines., “Ship Models”, 7.5-01-01-01.