

ÇAMALTI BURNU 1 BATIĞININ KONSERVASYONU

NAMIK KILIÇ
Araş.Gör., İstanbul Üniversitesi
Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve
Onarım Bölümü, Genel Koruma Anabilim Dalı
namikkilic@yahoo.com

ÖZET*

Polietilen glikol (PEG) ön emdirmesi sonrasında uygulanan dondurarak kurutma (liyofilizasyon) uygulaması suya doymuş ahşap konservasyonunda kullanılan en güvenilir yöntemlerdendir. Bu teknik, Türkiye’de ilk kez İstanbul Üniversitesi Gemi Konservasyon ve Rekonstrüksiyon Laboratuvarında İstanbul Üniversitesi uzmanlarınca Çamaltı Burnu 1 batığı ahşaplarında uygulanmıştır. Bu makalede İstanbul Üniversitesi uzmanlarınca gerçekleştirilen PEG ön emdirmesi sonrası dondurarak kurutma yönteminin Çamaltı Burnu 1 batığı ahşapları üzerinde uygulanma tekniği ve sonuçları yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: suya doymuş ahşap, konservasyon, restorasyon, polietilen glikol, dondurarak kurutma, Çamaltı Burnu 1.

CONSERVATION OF ÇAMALTI BURNU 1 WRECK

ABSTRACT

Polyethylene glycol (PEG) pre-impregnation, followed by freeze-drying (lyophilisation) method is one of the most reliable methods for conservation of the waterlogged wood. Following the PEG impregnation procedure, the process of dehydration was performed by a freeze-drier used for the first time in Turkey by the Istanbul University scientists at the Ship Conservation and Reconstruction Laboratory. This paper presents treatment technique and its effects on the wood from Çamaltı Burnu 1 Wreck have been treated with pre-impregnation with PEG and freeze-drying methods, which were performed by Istanbul University's scientists.

Key Words: waterlogged wood, conservation, restoration, polyethylene glycole, freeze drying, Çamaltı Burnu 1.

*Uygulamayı başlatarak ahşapların konservasyon yöntemini belirleyen, çalışma süresince bilimsel yönlendirmeleri ve desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Ufuk Kocabaş’a, Batığın kazısını yaparak ahşapları çalışmamıza imkan tanıyan Çamaltı Burnu 1 Batığı Kazı Başkanı Prof. Dr. Nergis Günsenin’e çalışmanın her aşamasındaki yardımlarından dolayı Yenikapı Batıkları Projesi Ekibine ve Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü öğrencilerine teşekkür ederim.

1.GİRİŞ

Marmara Adası'nın kuzeybatı kıyısında, Çamaltı Burnu mevkiindeki MS 13. yüzyıla ait batık geminin kazısı, 1998-2004 yılları arasında Prof. Dr. Nergis Günsenin'in bilimsel başkanlığında gerçekleştirilmiştir (Günsenin, 2005:118-123) (Fig. 1). Türk bilim insanları tarafından yürütülen ilk sualtı arkeoloji kazısı olma unvanını alan çalışmaya konu olan batık ahşaplarının konservasyon çalışmaları İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sualtı Kültür Kalıntılarını Koruma Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilmiştir (Kocabaş, 2005:1).

Çamaltı Burnu 1 Batığı'nı oluşturan ahşap elemanlar suya doymuş ahşaptan oluşmaktadır. Tüm bu elemanlar su altında buldukları süre boyunca değişime uğramaktadır. Ahşap nemli veya ıslak alanlarda uzun süre kaldıkça suyu emer ve en sonunda ıslak ve suya doymuş ahşap olarak değişime uğrar. Bu süreç içerisinde ahşabın fiziksel ve kimyasal yapısında değişim yaşanır. Bu değişim, gemi ahşabını olumsuz derecede etkileyerek ahşabın konstrüksiyonel yapısını bozup ahşabı mikrobiyal saldırılara maruz bırakabilmektedir. Ahşabın yaşadığı bu fiziko-kimyasal süreç bozulmayı hızlandırmaktadır (Jong, Eenkhorn ve Wevers, 1982: 9). Bu durumdaki suya doymuş ahşabın konservasyonu olmazsa olmaz işlemlerden olup aynı zamanda zor ve uzun bir süreçtir. Suya doymuş ahşabın konservasyonuna başlamadan önce malzemenin özelliklerini çok iyi bilmek gerekmektedir.

2.METOT

2.1.BOZULMALARIN TANIMLANMASI

Gemi ahşapları üzerinde yapılan ilk incelemelerde yoğun olarak *Teredo navalis* hasarı tespit edilmiştir. Bu canlılar ahşabın üst bölümünden dairesel bir şekilde ilerleyerek 6-8 mm çapında oyuklar açıp özellikle öz odun bölümüne saldırmışlardır. Arka kısmında iki adet burun benzeri dairesel çıkıntıya sahip olan *Teredo navalis* bir taraftan ahşabı yiyerek oyuklar açarken diğer taraftan oyukların çevresini kalsiyum ile kaplayıp ahşabın içerisine doğru ilerlemektedir (Unger, Schniewind ve Unger, 2001: 134-136). Çamaltı Burnu 1 Batığı ahşaplarının dışı oldukça sağlam görünmesine rağmen içi bu canlılarca yendiğinden çoğunlukla boşaltılmıştır. Bu durum ahşapların mekanik dayanımını olumsuz olarak etkilemiştir (Fig. 2).

Gemi elemanlarının su doygunluğunun tespit edilebilmesi amacıyla ilk aşamada Çamaltı Burnu 1 batığı ahşapları üzerinden ağırlığı 1- 1,5 gramı geçmeyecek şekilde örnekler alınmıştır. Objedeki su miktarı odun dokusunun hasar derecesine bağlı olarak düzensiz bir şekilde değiştiğinden, su miktarının ve su dağılımının belirlenmesi önemlidir. Ahşapların su doygunluğunu tespit etmek için yaptığımız analizlerin doğruluk payının daha yüksek olması için aldığımız örneklerin 1 gramdan az olmamasına dikkat edilmiştir. 1 gramın altında alınan örneklerde hata payının arttığı tespit edilmiştir. Alınan örneklerin ıslak ağırlığı hassas terazi ile ölçülmüş, daha sonra bu örnekler 24 saat boyunca 105 °C'de fırın içerisinde kurutulmuştur (Fig. 3).

Kurutulan örnekler desikatör içerisinde oda sıcaklığına geldiğinde tekrar tartılıp maksimum su içeriği U_{max}^1 % değerinde hesaplanmıştır. Bu yöntem ahşapların bozulma derecesinin belirlenmesinde kullanılan yaygın bir uygulamadır (McConnachie, Eaton ve Jones: 2008: 29). Bu uygulamada ahşap taşıdığı su miktarına göre üç sınıfa ayrılmaktadır. Yapılan hesaplamalarda bulunan su miktarı % 400'ün üzerindeyse birinci sınıf, % 185-400 arasında ise ikinci sınıf ve % 185'in altında ise üçüncü sınıf olarak değerlendirilmiştir (Hamilton, 1999: 24). Çamaltı Burnu 1 batığı ahşaplarında yapılan hesaplamaların ardından ahşapların U_{max} değerleri % 400'ün üzerinde çıkmıştır (Tablo 1). Bu açıdan bakacak olursak yüksek bozulma değerlerine sahip Çamaltı Burnu 1 batığı ahşapları 1. sınıf bozulmaya uğramış ahşaplar olarak değerlendirilmiş ve konservasyon işlemleri bu parametreye göre gerçekleştirilmiştir. Bu durumdaki ahşaplar susuz ortamda bekletilmeden bir an önce korunmaya alınmalıdır (Cronyn 1990: 261-262). Aksi durumda ahşaplar açık hava şartlarına maruz bırakılırsa, ahşabın içeriğinde bulunan suyun buharlaşması ve yüzey geriliminin neden olduğu kuvvetin sonucunda zayıflamış hücre çeperlerinde geri dönüşümü olmayan çatlaklar oluşmakta ahşapta da daralma, çarpılma, çökme ve bunun gibi boyutsal deformasyonlar meydana gelmektedir.

Örnek no	Islak ağırlık	Yüzerlik	Islak hacim	Yoğunluk	Kuru ağırlık	Suyun ağırlığı	Yoğunluk	Yoğunluk	Maksimum su miktarı	Maksimum su miktarı	Ahşap içerisindeki su miktarı	Ahşap içerisindeki su miktarı	Gözeneklilik
	g	g	cm ³	g/cm ³	g	g	g/cm ³	kg/m ³	g/g	w/w%	g/g	w/w%	cm ³ /cm ³
	M_{is}	M_{yo}	V_{is}	ρ_{is}	M_{ku}	M_{su}	ρ_{su}	ρ_{su}	MC_{max}	MC			V_{por}
1	3,89	3,66	3,67	0,18	0,37	3,53	0,10	99	9,38	938	9,66	966	0,88
2	2,12	2,080	2,08	0,06	0,26	1,86	0,12	125	7,33	733	7,15	715	0,88
3	2,10	1,965	1,97	0,20	0,38	1,72	0,19	193	4,51	451	4,53	453	0,86
4	2,55	2,415	2,42	0,17	0,33	2,23	0,13	134	6,77	677	6,85	685	0,89
5	2,32	2,180	2,18	0,19	0,36	1,96	0,16	165	5,39	539	5,44	544	0,87
6	2,06	1,915	1,92	0,23	0,33	1,73	0,17	172	5,14	514	5,24	524	0,85
7	2,18	1200	1,20	2,44	0,35	1,83	0,29	291	2,76	276	5,23	523	0,62

Tablo 1 Su doygunluğu analizi sonuçları

Daha sonra ahşaplar, konservasyon çalışmalarının ardından gerçekleşen kuruma sonrası varsa değişimin tespit edilebilmesi amacıyla 1/1 ölçekte asetat üzerine çizilmiştir. Bu çizimler, konservasyon sonrasında yaşanacak herhangi bir çatlama, çökme, çekme gibi boyutsal deformasyonları anlamamızda yardımcı olmaktadır.

2.2.TUZDAN ARINDIRMA

Konservasyondan önce deniz tuzunun ahşaplardan uzaklaştırılması gerekmektedir. Aksi takdirde suyun buharlaşması ile yaşanan kuruma sonrasında tuzlar ahşapta kristalize olmaktadır. Bu tuzlar aynı zamanda atmosferik nemi emdikleri ve ahşap hücresi içerisinde çözünebilir durumda oldukları için tamamen durağan durumda değildirler. Bundan dolayı ahşabın büyük bir bölümünde genleşme ve kristalizasyon sonucunda geniş çatlaklar ve pul pul dökülmeler oluşabilmektedir. Bu durumda tuz miktarının fazla olması ahşabı yapısal olarak da bozulmaya uğratmaktadır. Dolayısıyla çözünebilir tuzlar ve mineraller konservasyon öncesi mutlaka arındırılmalıdır (Smith, 2003: 23). Denizel ortamdan çıkan ahşaplar direk saf suya konmamalıdır. Aksi takdirde odun içerisindeki ve dışarıdaki tuzluluk farkı oluşturduğu osmotik basınç farkından dolayı ahşap içerisindeki tuz çözeltisinin dışarıya hareketini tetikleyecektir. Bu durum, ahşap hücre yapısında bulunan traheid duvarlarında tıpkı kurumaya bırakılan ahşaptaki gibi kapiler gerilim çökmesi

¹ Ahşabın maksimum nem miktarı

oluşturacaktır (Rodgers: 2004: 42-43). Bundan dolayı batık ahşaplarında öncelikle kademeli tuzlu su-normal su kullanılarak tuzdan arındırma işlemi Marmara Adası'nda bulunan kazı evinde başlatılmış; İstanbul Üniversitesi Gemi Konservasyon ve Rekonstrüksiyon Laboratuvarında çeşme suyu ve saf su kullanılarak tuz oranı 40 ppm'e kadar düşürülmüştür (Tablo 2).

Tarih	Tuz oranı (ppm)
08.02.2008	1020 ppm
22.02.2008	980 ppm
07.03.2008	890 ppm
24.03.2008	770 ppm
03.04.2008	720 ppm
17.04.2008	680 ppm
02.05.2008	590 ppm
24.05.2008	490 ppm
05.06.2008	430 ppm
14.07.2008	300 ppm
Bu tarihten sonra saf su ile tuzdan arındırma işlemine devam edilmiştir.	
02.08.2008	220 ppm
23.08.2008	180 ppm
02.09.2008	120 ppm
19.09.2008	80 ppm
14.10.2008	70 ppm
24.10.2008	40 ppm
04.11.2008	30 ppm

Tablo 2 Çamaltı Burnu 1 Batığı Tuz oranı

İşlem esnasında bakteri oluşumunu önlemek amacıyla Exocite 1012 ticari adıyla üretilen kimyasal malzeme 1/1000 oranında tank içerisine ilave edilmiştir. *Dipslide*² ile yapılan ölçümlerle biyolojik aktivasyon kontrol altında tutulmaya çalışılmıştır (Fig. 4).

2.3. DEMİR VE DEMİR BİLEŞİKLERİNİN TEMİZLENMESİ

Yapılan analiz çalışmalarına ve değerlendirmelere göre Çamaltı Burnu 1 batığı ahşaplarının konservasyonunda polietilen glikol (PEG) 2000 ön emdirmesi ve dondurarak kurutma yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Konservasyon öncesi yapılan incelemede ahşaplar üzerinde gemi elemanlarının birleştirilmesinde kullanılan demir çivilerden kaynaklı demir lekesi ve korozyon tespit edilmiştir. Geminin konservasyon işlemlerinde kullanılacak PEG etkili bir iyon taşıyan elektrolittir ve gemi ahşaplarının bağlantı elemanlarında kullanılan demirle tepkimeye girmektedir. PEG emdirme işleminden sonra meydana gelen tepkimeyi takiben oluşan sülfür oksidasyonu demir ve bileşiklerinin kataliz görevi gördüğünü göstermiştir. Sonuç olarak bu durum konservasyon sonrası ahşaplarda degradasyona sebep olmaktadır (Giorgi, Chelazzi ve Baglioni, 2005: 10743-10748). Demir ve bileşiklerinin gemi ahşaplarına zarar vermesini önlemek için tüm korozyonlu alanlar önce mekanik olarak temizlenmiştir. Dışçı aletleri ile yapılan mekanik temizliğin ardından kimyasal temizlik işlemine geçilmiştir. Oksalat, sitrat ve EDTA'nın bazı demir bileşiklerini çözebildiği bilinmektedir (Almkvist: 2013: 6). Yapılan araştırmaların sonrasında %5 disodyum EDTA (etilendiamin tetraasetik asit) ve % 5 oksalik asitten oluşan bir çözelti ile bu alanlara tampon yapılmıştır. Bu işlem, tüm demir korozyonunun

² Sıvıdaki veya katı yüzeylerdeki bakteri, küf ve maya varlığının tespiti için kullanılan indikatör.

bulunduğu alanlarda üç kez tekrar edilerek uygulanmıştır. Uygulama sonrası ahşaplar su ile yıkanarak ve su içerisinde bekletilerek nötral duruma getirilmeye çalışılmıştır (Fig. 5).

2.4. ÖN EMDİRME UYGULAMASI

Suya doymuş ahşap konservasyonunda karşımıza çıkan en temel problemler hücre lümenindeki serbest su ve hücre duvarındaki bağlı suyun alınıp ahşabı durağan olmayan ıslak durumdan durağan ve kuru duruma geçirmeye çalışırken yaşanmaktadır. Bunlar; çekme, çökme ve çatlamalardır (Schnell-Jensen, 2007: 50). Çamaltı Burnu 1 Batığı ahşaplarının kuruma sonrası çekmeye uğramaması ve yapısındaki fiziksel ve mekanik ürünlerinde bir kayıp yaşanmaması için kırılğan durumda bulunan hücre yapısına dondurarak kurutma öncesi polietilen glikol (PEG) emdirmeye karar verilmiştir. Polietilen glikol sentetik bir madde olup formülü $H-(O-CH_2-CH_2)_n-OH$ ile ifade edilmektedir. Ahşabın bozulma durumuna göre farklı molekül ağırlığında PEG kullanılmaktadır. Yüksek molekül ağırlıklı PEG (1500-6000) ikincil hücre duvarı tarafından daha zor emilmektedir. Bu gibi sorunlar emdirme süresini uzatmaktadır (Astrup, 1994: 45). PEG ıslak ahşap konservasyonunda uygulanan standart emdirme malzemesi olarak bilinmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde hücre duvarında bulunan serbest su, süblimleşme ile uzaklaştırılırken kapiler tansiyon olmaz ve hücre duvarında çökme oluşmaz. PEG'in ilave edilmesi çekme ve çatlamaı önlediği gibi PEG bağlı suyun bir kısmı ile yer değiştirerek donma koruyucu (kriyoprotektan) gibi davranır ve buzun genişleme ile yaratacağı problemleri azaltır. Aynı zamanda PEG'in ilave edilmesi ahşabın mekanik dayanımını artırır (Schnell-Jensen, 2007: 50). Bu amaçla 2 Mayıs 2009 tarihinde gemi ahşaplarının tank içerisinde PEG 2000 ile emdirme işlemine başlanmıştır. Ahşapta meydana gelecek osmotik çökmeyi önlemek için PEG ilk aşamada % 10'un altında, düşük konsantrasyonda hazırlanarak emdirilmelidir. Hazırlanan PEG çözeltisinin konsantrasyonu çok fazla olursa bu durum ahşabın içerisindeki su ile PEG çözeltisi arasında büyük bir osmotik fark yaratmaktadır. Sonuç olarak yüksek konsantrasyonda hazırlanan PEG çözeltisi ahşabın içerisindeki suyu hızlı bir şekilde emmekte ve çökmelere sebep olmaktadır. (Mortensen 2009: 7). Çamaltı Burnu 1 Batığı ahşapları için de PEG ilk aşamada %5 konsantrasyonda hazırlanarak emdirilmiştir. İşlem esnasında çözelti içerisine bakteri oluşumunu önlemek amacıyla Exocite 1012 ticari adıyla üretilen kimyasal malzeme 1/1000 oranında ilave edilmiştir. *Dipslide* ile yapılan ölçümler her 6 ayda biyolojik aktivasyonun arttığını göstermiştir. Aktivasyonun arttığı dönemlerde yine emdirmenin yapıldığı havuz içerisine 1/1000 oranında Exocite 1012 ilave edilmiştir. Konsantrasyon artırımı aynı döngüde her defasında % 5 PEG 2000 ilavesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu işlem, 11 Kasım 2013 tarihinde %45 konsantrasyonda PEG'e ulaşıncaya tamamlanmıştır (Tablo3). Emdirme çalışmaları PEG'in ahşap tarafından tam olarak emildiği ahşaplardan alınan örneklerin elektron mikroskobu ile incelenmesiyle anlaşıldıktan sonra 7 Mayıs 2014 tarihinde sonlandırılmıştır.

Tarih	Arttırılan PEG konsantrasyonu (%)	PEG'in tank içerisindeki konsantrasyonu (%)
2 Mayıs 2009	5	5
2 Kasım 2009	5	10
3 Mayıs 2010	5	15
8 Kasım 2010	5	20
9 Mayıs 2011	5	25
7 Kasım 2011	5	30
14 Mayıs 2012	5	35
5 Kasım 2012	5	40
11 Kasım 2013	5	45

Tablo 3 PEG konsantrasyon artırımları

2.5. DONDURARAK KURUTMA (LİYOFİLİZASYON)

Emdirme uygulamasından sonra ahşapların içerisindeki suyun süblimleşme esasına dayanan vakumlu dondurarak kurutma cihazı kullanılarak uzaklaştırılması işlemine geçilmiştir. Bu işlem suya doymuş ahşap konservasyonunda kullanılan en etkili yöntemdir (Ambrose, 1990: 235). Uygulama, İstanbul Üniversitesi Gemi Konservasyon ve Rekonstrüksiyon Laboratuvarı'nda, Türkiye'de ilk kez İstanbul Üniversitesi bilim insanları tarafından kullanılan vakumlu dondurarak kurutma cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Fig. 6). İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları Projesi Araştırma Laboratuvarında kullanılan dondurarak kurutma cihazı genel olarak ürünün yerleştirildiği ürün bölmesi, bir valf ile kontrol edilen buz kondansörü ve vakum ünitesinden oluşmaktadır. Ayrıca cihaz, içerisinde bulunan ürünün sıcaklığını ölçmeye yarayan sıcaklık sensörlerini de içermektedir. Bunlarla dondurarak kurutma esnasında ahşapların sıcaklıklarını da görmek mümkün olmaktadır. Ünitenin ürün bölmesi bölümünde yer alan raflar farklı boyutlarda üretilmiş olup olabildiğince fazla miktarda ahşap koymayı kolaylaştıran boyutlara sahiptir. Ürün bölmesinin bu özelliğinden faydalanılarak Çamaltı Burnu 1 Batığının bütün ahşapları cihaza yerleştirilmiştir (Fig. 7).

Vakumlu dondurarak kurutmanın kontrol parametresi, tüm işlem boyunca katı durumda olması gereken, PEG tarafından belirlenmektedir. Dolayısıyla kullanılan PEG 2000'in ötektik sıcaklığı³ ve çökme sıcaklığı bilinmeli ve dondurarak kurutma ekipmanı bu ısıda en elverişli durumda (hücre duvarı ısı ve basıncı) ayarlanarak çalıştırılmalıdır (Jensen, Strætkevæn ve Schnell vd., 2009: 417 - 418, Schnell-Jensen, 2007: 50). Buradan hareketle dondurarak kurutma cihazı içerisinde yer alan ahşapların sıcaklığının PEG'in ötektik sıcaklığı olan -22 °C'ye düşmesi sağlanmıştır. Ahşapların sıcaklığının -22 °C'ye düşebilmesi için cihaz çember sıcaklığı -35 °C olarak ayarlanmış ve vakum prosesi açılmadan cihaz bu sıcaklıkta bir gün boyunca çalıştırılmıştır. Suya doymuş ahşap içerisinde yer alan emdirme çözeltilisinin katı duruma geçmesini sağlamak için gerçekleştirilen bu işlem bir sonraki gün vakum prosesinin 15 Pa'da (0,15 mbar) çalıştırılması ile devam etmiştir (Jensen, Strætkevæn ve Schnell, vd., 2009: 417-418). İşlem

³ Ötektik sıcaklık: Ötektik karışımlar, karışımı oluşturan bileşenlerin erime ve donma noktalarından daha düşük sıcaklıkta erir ve donarlar. Ötektik karışımların tamamen faz değiştirdiği sıcaklığa ötektik sıcaklık denir.

esnasında buz kristalleri süblimleşmiş olup buharlaşarak donan su, kondansörde toplanmıştır. Belirli aralıklarla kondansörde biriken buz, cihazın buz çözme özelliği kullanılarak boşaltılmıştır (Fig. 8). Süblimleşme esnasında herhangi bir çökme, çatlama, çekme yaşanmaması için ötektik sıcaklığın kırılmaması gerekmektedir (Jensen, Jensen, 2006: 156). Buradan hareketle biriken buz, cihaz içerisindeki sıcaklığın değişmemesi için ürün çemberi durdurulmadan sadece vakum ve kondansör durdurularak boşaltılmıştır. Böylece çember sıcaklığı süreç boyunca sabit tutulmuştur. Dondurarak kurutma işlemi, ahşabın içerisindeki su bu yöntemle tamamen uzaklaştırılıncaya kadar devam etmiştir. Ahşapların ağırlıkları sabitlenince ahşaptaki suyun tamamen uzaklaştırıldığı anlaşılmış olup 27 Temmuz 2014 itibarıyla işlem sonlandırılmıştır. Dondurarak kurutmanın son bulması ile cihaz kapatılıp kapaklar açılmadan cihazın ortam sıcaklığına ve basıncına ulaşması kontrollü olarak gerçekleştirilmiştir. Dondurarak kurutma işleminden sonra ahşaplar bağıl nemi % 45 ile % 60 arasında ayarlanmış bir ortamda depolanmıştır (Jensen, Strætkvern ve Schnell vd., 2009: 417 – 418). Son olarak kazıdan çatlak ve parçalı olarak gelen ahşap parçaları sıcak silikon kullanılarak birleştirilmiştir. Ahşapların bazı yerlerinde bulunan boşluklar ise yine öğütülmüş ahşap tozu ve sıcak silikon karıştırılarak doldurulmuştur. Dolgu işlemi aynı zamanda ahşabın mekanik dayanımını da arttırmıştır.

3. SONUÇ

Konservasyon işlemleri gerçekleştirilen farklı U_{max} değerlerine sahip ahşapların bir bölümüne ait uygulama öncesi ve sonrası görüntüler makale içerisinde yer almıştır (Fig. 9,10,11,12,13,14,15). Bu yöntemde yüzey gerilimi oluşmadığından, yöntemle başlamadan önce yapılan çizimler uygulama sonrasında ahşaplarla karşılaştırıldığında ahşaplarda çekme, çatlama ve boyutsal deformasyonlar gözlemlenmemiştir. Ahşaplar su çekmiş ağırlıklarına oranla uygulama sonrasında oldukça hafiflemiştir. Uygulama sonrasında ahşapların rengi konservasyon öncesi ile karşılaştırıldığında daha açık olarak tespit edilmiştir. Bu durum ahşaplar üzerindeki detayların daha belirgin olmasını sağlamıştır. Uygulama sonrasında da ahşaplar görsel olarak son derece doğal gözükmiştir. Ahşapların bir bölümünün içi Teredonavalis'lerce boşaltıldığından bunların, görece daha az saldırıya uğrayan diğer ahşaplarla karşılaştırıldığında daha az mekanik dayanıma sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumdaki ahşaplar kendi ağırlıklarını taşıyamayacağından destekler ile yerlerinden kaldırılmıştır.

KAYNAKLAR

- Almkvist G. 2013. *Iron removal from waterlogged wood*, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, SLU Repro.
- Ambrose, W.R. 1990. "Application of freeze-drying to archaeological wood", In: Rowell, R.M., Barbour, R.J. (Eds.), *Archaeological Wood: Properties, Chemistry and Preservation, Advances in Chemistry Series*, Washington: American Chemical Society, 225, 235-263.
- Astrup E. E. 1994. "A Medieval Log House in Oslo–Conservation of Waterlogged Softwoods with Polyethylene Glycol", *Proceedings of the 5th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, ed. P. Hoffmann, T., Daley, T. Grant, Maine, Portland, 41-50.
- Cronyn, J. M. 1990. *The Elements of Archaeological Conservation*, London: Routledge.
- Giorgi R., Chelazzi, D., Baglioni, P. 2005. "Nanoparticles of Calcium Hydroxide for Wood Conservation The Deacidification of the Vasa Warship", *Langmuir*, 21: 10743-10748.
- Günsenin N. 2005. "A 13 th. Century Wine Carrier : Camalti Burnu, Turkey", *Archaeology Beneath the Seven Seas*, ed. George Bass, Thames and Hudson, 118-123.
- Hamilton D. L. 1999. "Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites", *Conservation of Archaeological Resources I*, Revision Number 1 January 1, Anthropology 605, Texas, 22-30.
- Jensen, P., Jensen, J.B. 2006. "Dynamic Model for Vacuum Freeze Drying of Waterlogged Archaeological Wooden Artefacts", *Journal of Cultural Heritage* 1(3): 156-165.
- Jensen, P. K., Strætkvern, Schnell, U., Jensen, J. B. 2009. "Technical Specifications for Equipment Vacuum Freeze Drying of Peg Impregnated Waterlogged Organic Materials", *Proceedings of the 7.th ICOM-CC Working Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, ed. K. Strætkvern, Amsterdam: D.J. Huisman
- Jong J. D.- W. Eenkhorn, A. J. M. Wevers . 1982. "The Conservation Of Shipwrecks at the Museum of Maritime Archaeology at Ketelhaven", *Rapporten Inzake de Inrichting en Ontwikkeling Van de Ijsselmeerpolders en Andere Landaanwinningswerken*, Smedinghuis.
- Kocabaş U. 2005. *Çamaltı Burnu 1 Batığı Demir Çapalarının Tarihsel İncelemesi, Koruma, Onarım ve Tıpkıyapım Çalışmaları*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- McConnachie G. - R. Eaton - M. Jones 2008. "A Re-Evaluation of the Use of Maximum Moisture Content Data for Assessing the Condition of Waterlogged Archaeological Wood", *e-Preservation Science*, 5.
- Mortensen N.M. 2009. *Stabilization of Polyethylene glycol in Archaeological Wood*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Technical University of Denmark, Department of Chemical and Biochemical Engineering, Denmark: Danish Polymer Centre
- Rodgers, B. A. 2004. *The Archaeologist's Manuel for Conservation, A Guide to Non-Toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization*, Kluwer Academic, Newyork: Plenum Publishers.
- Schnell, U., Jensen, P. 2007. "Determination of Maximum Freeze Drying Temperature for PEG-Impregnated Archaeological Wood", *Studies in Conservation*, 52: 50-58.
- Smith, C. W. 2003. *Polymers Practical Applications for Organic Artifact Stabilization*, Texas: A&M University Press
- Unger, A., Schniewind, A. P., Unger, W. 1994. *Conservation Of Wood Artifact*, New York: Springer.

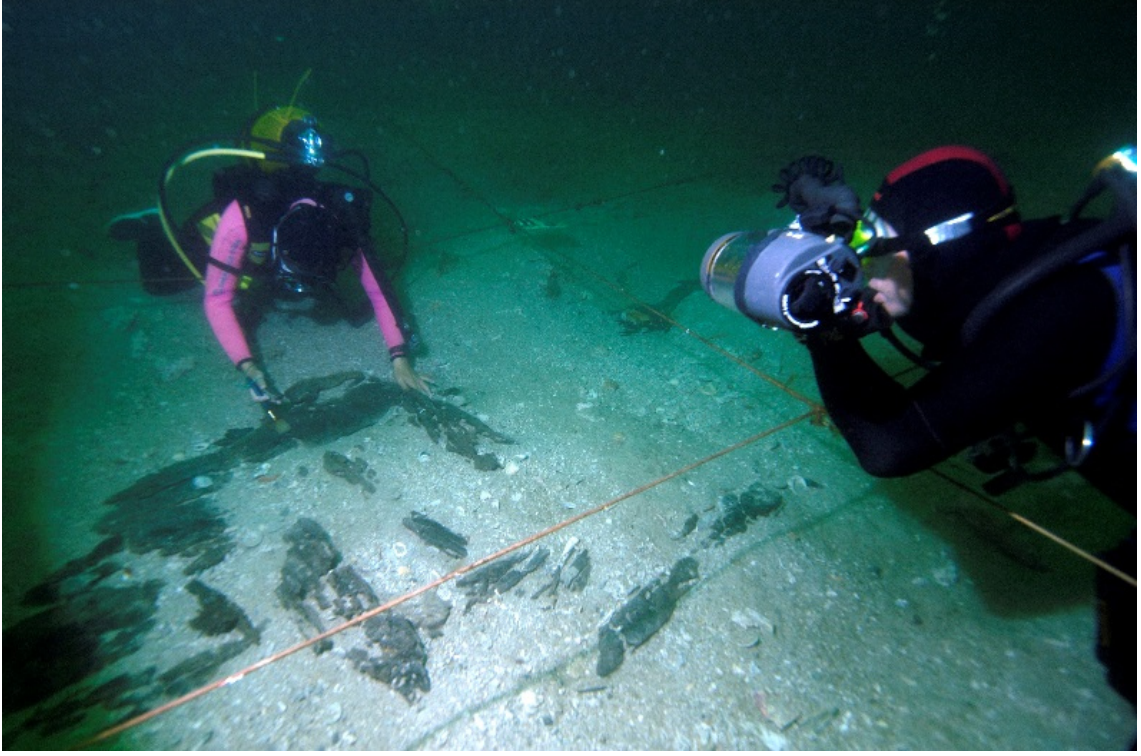


Fig. 1 Çamaltı Burnu 1 Batığı ahşaplarının gün ışığına çıkartılması.
(Fotoğraf Çamaltı Burnu 1 Batığı Kazı Arşivi)

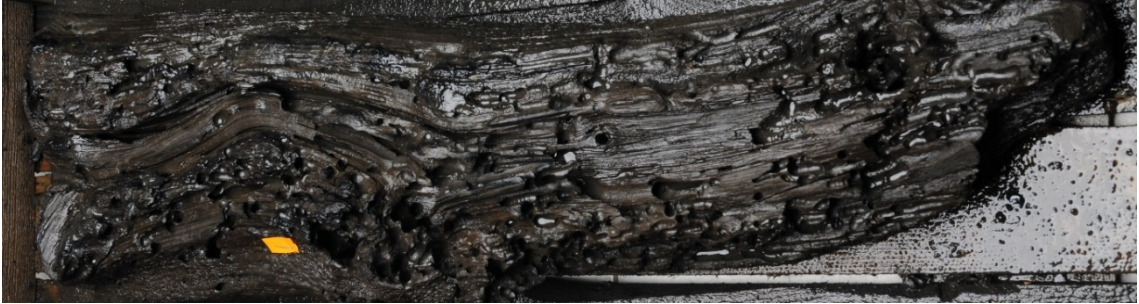


Fig. 2 *Teredo navalis*'lerin Çamaltı Burnu 1 Batığı ahşapları üzerinde açtığı oyuklar.



Fig. 3 Çamaltı Burnu 1 batığı ahşaplarının su doğunluğunun tespiti alışmaları.



Fig.4 Biyolojik aktivasyonun yođunluđunun tespiti için *dipslide* ile yapılan lmler.



Fig.5 Çamaltı Burnu 1 Batığı Ahşaplarından demir ve bileşiklerinin uzaklaştırılması.



Fig.6 Çamaltı Burnu 1 Batığı ahşaplarının konservasyonunda kullanılan dondurarak kurutma cihazı



Fig. 7 Çamaltı Burnu 1 Batığı ahşaplarının dondurarak kurutma cihazına yerleştirilmesi.



Fig. 8 Çamaltı Burnu 1 Batığı ahşaplarının içerisindeki suyun süblimleşip kondansörde buz olarak toplanması.



Fig. 9 1 no'lu eğrinin konservasyon öncesi (sol) ve sonrası (sağ) durumu.



Fig. 10 2 no'lu parçanın konservasyon öncesi (sol) ve sonrası (sağ), ön ve arka görüntüleri.



Fig. 11 Geminin omurgasına ait olduğu düşünülen 3 no'lu parçanın konservasyon öncesi (sol) ve sonrası (sağ).



Fig. 12 4 no'lu parçanın konservasyon öncesi (sol) ve sonrası (sağ) durumu.



Fig. 13 5 no'lu parçanın konservasyon öncesi (sol) ve sonrası (sağ) durumu.



Fig. 14 Yoğun *Teredo navalis* saldırısına maruz kalan 6 no'lu parçanın konservasyon öncesi (sol) ve sonrası (sağ) durumu.



Fig. 15 7 no'lu parçanın konservasyon öncesi (sol) ve sonrası (sağ) durumu.