

Makalenin Geliş Tarihi : 30.12.2009
Makalenin Kabul Tarihi : 28.05.2010

FERROCEMENTİN GEMİ VE TEKNELERDE KULLANIMI

İlker Bekir TOPÇU¹, Tolga BAHADIRLI²

ÖZET : Ferrocement genellikle sık aralıklarla serilmiş, sürekli ve küçük çaplı tel örgülerle donatılmış çimento harcından oluşan ince kesitli bir betonarme çeşididir. İlk uygulamaları 1848 yılında Joseph Louis Lambot tarafından yapılmıştır. 1940 yıllarında Nervi tarafından tekrar ele alınmış ve geliştirilmiştir. Nervi'nin çalışmaları sonunda uzun yıllar sadece tekne yapımı ile sınırlı kalmıştır. Ucuz tekne yapmaya uygun olması, fazla işçilik gerektirmemesi, hammaddelerinin kolay bulunabilir olması, kolay şekil verilebilmesi ve teknik özellikleri nedeniyle ferrocement tekne yapımı büyük ilgi görmüştür. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kullanım alanı yaygındır. Ülkemizde de araştırılmış ve ODTÜ'de 1976 yılında bir ferrocement tekne inşa edilmiştir. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda ferrocement bir kayak yapılmış ve Porsuk Çayı'na indirilmiştir. Bu çalışmada bu tür ferrocement uygulamalarıyla ilgili genel bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER : Beton, ferrocement, gemi, kano, tekne, tel örgü, harç.

THE APPLICATON OF FERROCEMENT AT SHIP AND BOATS

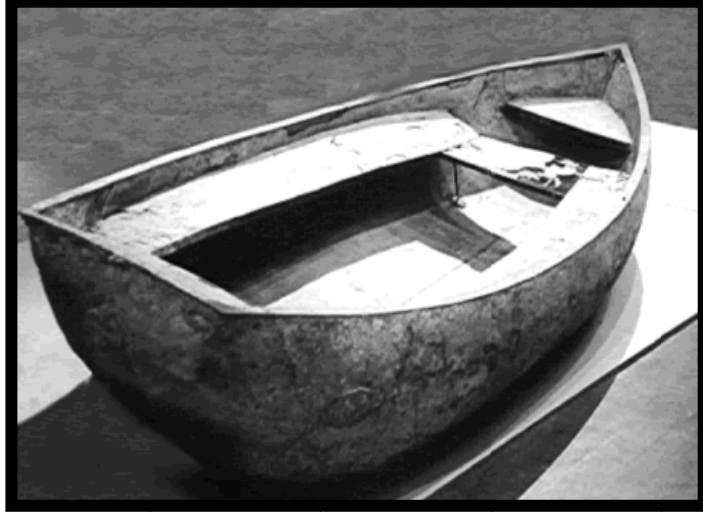
ABSTRACT : Ferrocement is a kind of reinforced concrete with a thin wall, constructed of hydraulic cement mortar reinforced with closely spaced layers of continuous and relatively small diameter wire mesh. Its first applications were made by Joseph Louis Lambot at 1848. In 1940s it was handled again and developed by Nervi. At the end of the Nervi's works it was restricted by the boat construction for several years. Ferrocement boat construction was attracted great attention because of being suitable for cheaper boat construction, easy finding its raw materials, its less labour necessity, being easy shapeable and its technical specifications. It was researched in our country too and a ferrocement boat was constructed at METU in 1976. A ferrocement boat was constructed at Eskişehir Osmangazi University Civil Engineering Department Laboratory and it was launched to Porsuk River. In this study, it is aimed to give general knowledge about such ferrocement applications.

KEYWORDS : Concrete, ferrocement, ship, canoe, boat, wire mesh, mortar.

^{1,2} Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Meşelik Kampüsü ESKİŞEHİR

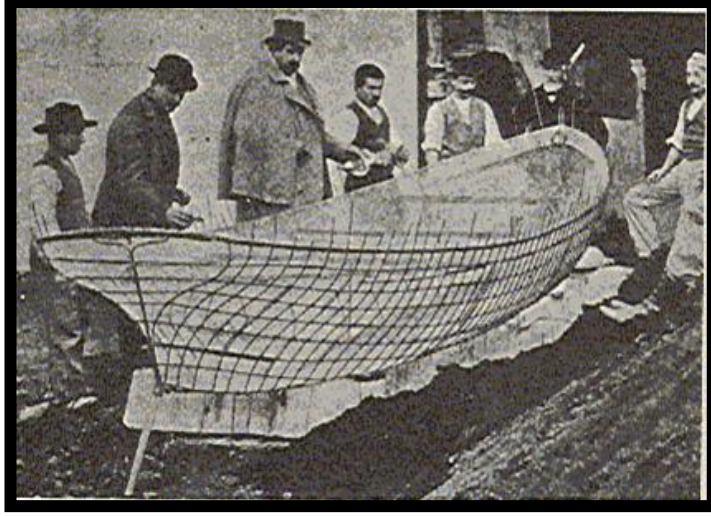
I. GİRİŞ

Ferrocementin geçmişi 1848 yılına kadar dayanmaktadır. 1852’de J. L. Lambot; metal örgüleri ve donatıları birbirine bağlayarak elde ettiği hasır örgüler üzerine hidrolik çimento kullanarak sandal, çiçek saksısı, sandalye gibi kompozit elemanlar üretmiştir [1]. “Ferciment” adını verdiği bu uygulamanın patentini almıştır. Lambot’un yapmış olduğu ve betonarmenin ilk uygulamalarından biri sayılan bu sandal (Şekil 1), Fransa’daki Brigndes Müzesi’nde sergilenmektedir. Sandal, 3,66 m uzunluğunda, 1,22 m genişliğinde ve 25-38 mm et kalınlığında olup tel ağlarla ferrocement tekniğiyle yapılmıştır [2].



Şekil 1. Joseph Louis Lambot’un yaptığı sandal.

Birçok bot ve sandal yapımcısı, Lambot’un tekniğini kullanarak 19. yy’ın 2. yarısından itibaren çeşitli botlar yapmıştır [3]. Nehirlerde kullanılacak büyüklükteki ilk beton kayak, C. Gabellini tarafından 1890’da yapılmıştır (Şekil 2), [4].



Şekil 2. C. Gabellini'nin yaptığı kayak.

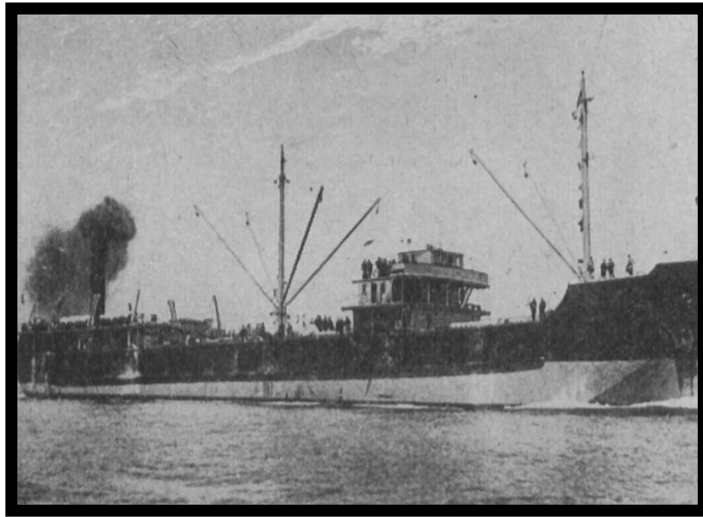
II. FERROCEMENTLE YAPILMIŞ UYGULAMALAR

1900'lü yıllarda birkaç motorlu küçük bot ve nehir teknesi inşa edilmiştir. İlk beton tekneler ABD hükümeti tarafından kullanılmıştır. Bu botlar 5,5 m boyunda ve 19 mm et kalınlığında yapılmış olup Amerikan Donanma Kuvvetleri tarafından büyük göllerde kullanılmıştır [3]. İlk beton uzun yol gemisi 1917 yılında suya indirilmiştir. Norveçli N. K. Fougner, yaklaşık 28 m uzunluğundaki motorlu gemi "Namsenfjord"u yapmıştır. Bu beton tekne, tamamen suya dayanıklı olup Lloyd's Register of Shipping Kurumu tarafından da kabul görmüştür [5]. Fougner, bu gemiden sonra "Patent" ve "Concrete" isimli iki beton gemi daha yapmıştır. Fougner'e destek olan firma, onun danışmanlığında "Steir" ve "Askalad" isimli iki beton gemi daha yapmıştır [4].

Dünyada beton tekne yapımı özellikle 1. Dünya Savaşı yıllarında gemi yapımında kullanılan çelik malzemenin gereksinimlere cevap verememesi sonucu hız kazanmıştır. 1. Dünya Savaşı'nın başlamasıyla daha fazla gemiye gerek duyulmuş, bu da ABD Hükümetinin büyük ölçekte gemi yapma programları oluşturmasına neden olmuştur. Bu gemi yapma programları geleneksel çelik ve ahşap gemi yapımı üzerine yoğunlaşırken, diğer yandan beton gemi yapımını savunanlar da vardı. Beton gemilerin çelik gemilere göre birçok avantajları vardı. Bunlardan en önemlisi beton gemilerde çelik gemilere göre çok daha az miktarda çelik

kullanılmasıydı. Bu nedenle beton gemi yapımını savunanlar, daha az maliyetle ve kaba bir işçilikle beton gemilerin çelik gemilere göre daha hızlı yapılabileceğini savunuyorlardı. Aynı zamanda beton gemiler, çelik gemilere göre yangına karşı dayanıklı, çürümez ve paslanmaz, ahşap malzeme gibi kurtlara karşı dayanıksız olmayan, pratik olarak herhangi bir bakıma gereksinim duymayan çok zor koşullara dayanabilen bir malzemeden oluşuyordu.

Siyasi baskılar, çelik plaka kıtlığı ve Norveç ve Kaliforniya’da başarılı olan gemi örnekleri sayesinde ABD Hükümeti, “Birleşik Devletler Olağanüstü Deniz Filosu Kuruluşu” yönetimi altında beton gemi yapımını destekleyen çalışmalar geliştirdi [5]. Başkan Wilson’un onayıyla “ABD Acil Filo Programı” uyarınca betonarme 24 adet buharlı gemi yapılması planlanmış; ancak bunlardan yalnızca 12 adedinin yapımı tamamlanarak hizmete girmiştir. Bu 12 adet geminin yapımı devam ederken onlardan bağımsız olarak “Faith” isimli bir başka betonarme buharlı gemi, işadamı W. L. Comyn tarafından San Francisco’da yapılarak 18 Mart 1918’de denize indirilmiştir. Faith (Şekil 3), okyanuslarda yük taşıyan betonarmeden yapılmış ilk buharlı gemi olmuştur. Yapımı tamamlanarak hizmete giren 12 adet buharlı gemi, “Atlantus, Selma (Şekil 4), Cape Fear, Cuyamaca, Dinsmore, Latham, Moffitt, Palo Alto, Peralta, Polias, Pasqual ve Sapona”dır. Bu gemilerin en ünlüleri “Atlantus” ve “Selma”dır [4]. Atlantus, 3000 ton ağırlığında ve 76 m uzunluğunda olup Liberty Ship Building Company tarafından yapılmış ve 5 Aralık 1918 tarihinde denize indirilmiştir. Selma isimli gemi 1918 tarihinde yapılmış ve 28 Haziran 1919 tarihinde denize indirilmiştir.



Şekil 3. Faith isimli beton gemi.

Şekil 4’te görülen Selma’nın yapımını tarihsel olarak önemli yapan konulardan birisi, bu geminin betonlarının geliştirilmiş şeylden elde edilen hafif agregayla yapılmasıdır. Geliştirilmiş şeyl agregası, taşıyıcı hafif beton yapımında ilk defa bu gemi için kullanılmıştır. Geminin yapımıyla beton dünyasına giren bir başka yenilik, yapım sırasında kullanılan betonlar için ilk kez çökme deneyi yapılmasıdır [4].



Şekil 4. Selma isimli beton gemi.

Olağanüstü Filo Komisyonu’nun beton gemi yapma kararı doğrultusunda yapılan gemiler, hafif agreganın kullanıldığı ilk örneklerdendir. Geleneksel karışımın m^3 ’teki ağırlığı 2370 kg iken; Stephen Hayde tarafından patenti alınan bu agregaların kullanıldığı karışımın m^3 ’teki ağırlığı 1815 kg’a çekilmiştir. Ancak Fougner Beton Gemi İnşaat Şirketi hafif agreganın gemi yapımında kullanılan beton karışımına katılmasını onaylamamış ve beton karışımını kullanarak 2605 ton ağırlığındaki “Polias”ı yapmıştır. Bununla beraber Kanada’da British Columbia’da Powel Nehri’nde Amerikan beton gemilerinin sergilendiği bir müze bulunmaktadır. “The Hulks” olarak bilinen toplam on gemi, kentteki kağıt fabrikasının önünde bir dalgakıran şeklinde yerleştirilmişlerdir (Şekil 5). Mühendisler “The Hulks”ta kullanılan malzemeyi hafif agreganın kullanıldığı en iyi örnek kabul etmişlerdir [5].



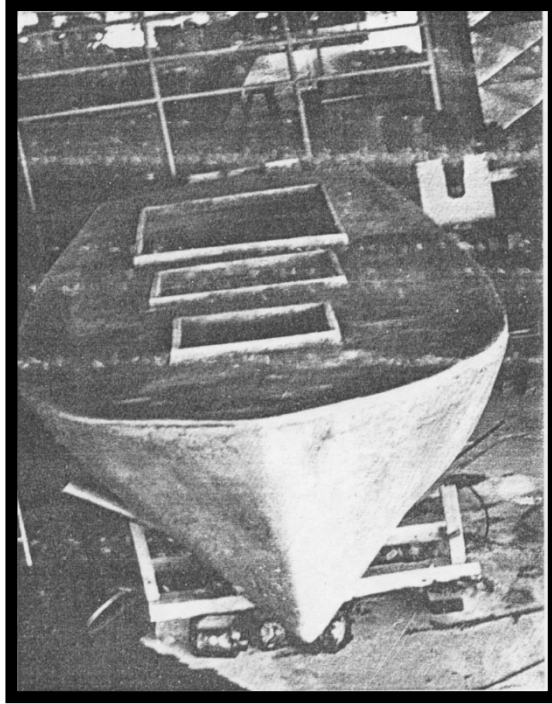
Şekil 5. Dalgakıran şeklinde yerleştirilmiş olan beton gemiler.

1940'lı yılların başında Prof. P. L. Nervi ferrocement kavramını yeniden canlandırmıştır. Tel örgü katlarıyla donatılmış betonun, homojen ve dirençli bir malzeme olduğunu, bu homojen yapı malzemesinin çarpma etkilerini çok daha iyi karşılayabildiğini görerek gemi ve bot yapımında kullanımını gündeme getirmiştir [6]. 2. Dünya Savaşından sonra Nervi bu elemanı küçük tonajlı gemi yapımında kullanarak 165 ton kapasiteli “Irene” adlı gemiyi yaptı. “Irene” 36 mm et kalınlığındaydı. Yapılan bu gemi, ahşap tekneye oranla % 5 daha hafif ve % 40 daha ucuzdu [6,7]. Ferrocement, İtalyan Donanması tarafından da kabul görmüş, 2. Dünya Savaşı'nda ferrocement gemileri kullanılmıştır. Çin'de 2. Dünya Savaşı'ndan önce ferrocement bot yapıldığı bilinmektedir. Çinliler birçok ferrocement geminin yanısıra 60 ton kapasiteli dizel motorlu ferrocement botlar da yapmışlardır [8].

Bu görüşler ışığında ferrocementin elverişli ve ekonomik bir yapı malzemesi olduğu, 1960'lı yıllarda İngiltere, Yeni Zelanda ve Avustralya'da kabul görmüştür [8]. 1965 yılında Yeni Zelanda'da yapılan 16 m'lik “Awanhee” isimli yat, bir Amerikalı tarafından ciddi bir aksilik yaşamadan dünya turu atmıştır [7]. Hong Kong'da 1971 yılında “Rosyln 1” adlı balıkçı teknesi Ferrocement Deniz İnş. Ltd. tarafından yapılmıştır. 26 m boyunda ve 250 ton kapasiteli bu balıkçı gemisi dünyanın en büyük ferrocement balıkçı gemisi olmuştur [9]. Bu gemi 1970

yılında yapılan 16.5 m boyundaki “Pak Tak” isimli teknenin uzun olanıdır. 1973 yılında 22 m boyundaki “Hesal” isimli tekne Avustralya’daki önemli tekne yarışlarından olan “Sydney-Hobart Okyanus Yelken Yarışı”nı kazanmıştır [2]. Eylül 1974’de amatör yatçı 25.6 m boyundaki İngiltere’de en büyük okyanus yarış yatı kabul edilen yatı yapmıştır [8].

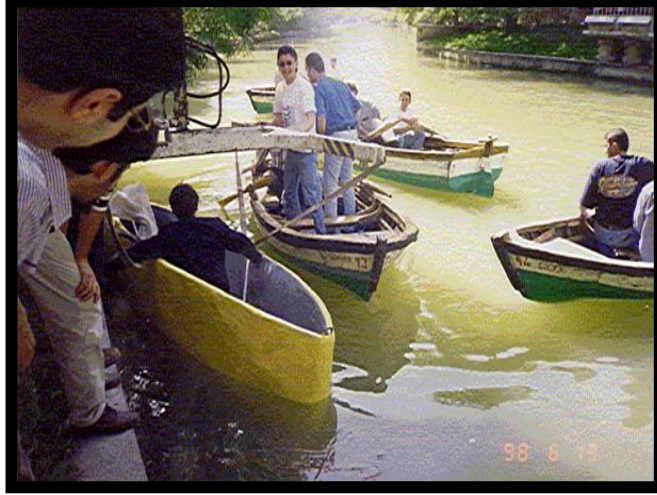
Ferrocement ile ilgili çalışmaları 1959 yılına dayanan M.W. Sutherland, modern ferrocement tekne yapımına öncülük ederek Yeni Zelanda’da tekne inşaatının gelişmesini sağlamıştır. Bu arada Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu’nun balıkçılık bölümü geliştirmekte olan ülkelerde ferrocement tekne yapımının gerekliliğine dikkat çekmiş ve geliştirmekte olan birçok ülkeye ferrocement tekne üretiminde teknik destek sağlamıştır [8].



Şekil 6. ODTÜ’de yapılan ferrocement tekne.

Ülkemizde de ferrocement tekne yapımı araştırılmış ve balıkçılıkta kullanmak amacıyla ODTÜ’de 1976 yılında ferrocement tekne (Şekil 6) yapılmıştır [10]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı’nda ferrocement bir kayık (Şekil 7) yapılmış ve Porsuk Çayı’na indirilmiştir [8]. Perlit katılmış hafif harç kullanılarak üretilen bu

ferrocement kayak daha sonra farklı uygulamalarda ferrocementin kullanımını kolaylaştırmıştır. Ferrocement tekneler, Bangladeş, Hindistan, Sri Lanka, Uganda, Yeni Zelanda, Dahomey, Yeni Gine, Tayland, Fiji, Hong Kong, Filipinler, Küba, Ekvator, Çin Halk Cumhuriyeti, Rusya, Güney Vietnam, İran, Mısır, Brezilya ve Bahama gibi ülkelerde üretilmekte ve kullanılmaktadır [11].



Şekil 7. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nde yapılan ferrocement kayak.

Yine özellikle ABD'de üniversitelerin inşaat mühendisliği bölümlerinde betondan ferrocement kanolar yapılması ve bunların belirli tarihlerde yarışırılması ASCE tarafından uzun yıllardır organize edilmektedir. ASCE'nin bu çalışmaları ferrocement uygulamalarının yaygınlaşması açısından oldukça etkili olmaktadır. Bu kanoların yapımında sürekli olarak yeni geliştirilen malzemeler kullanılarak daha yüksek performanslı kanolar yapılmakta, böylece özellikle çarpmalara karşı daha dirençli yapılar elde edilebilmektedir. Bunların dışında, ferrocement uygulamaları ülkemizde deprem bölgeleri için hızlıca yapılabilen çadır, yapıları güçlendirme panelleri, çatı kaplama elemanları, zirai kullanım amaçları ve kent mobilyaları üretimi gibi çeşitli alanlarda yapılmış çeşitli çalışmaların sonuçları da literatürde yer almıştır [12-18]. Yine ferrocementin yapay kaya, taş gibi dekoratif amaçlarla kullanıldığı, yapay şelale gibi yapılarda yararlı olduğu bilinmektedir. Bu uygulamaların da ferrocement kullanımının yaygınlaştırılması ve elde edilen ürünlerin kullanımlarının günlük hayata katkısı açısından çok önemli olduğu açıktır. Ancak, bu çalışma kapsamında tekne yapımında kullanımı temel konu olarak seçilmiş ve bununla ilgili gerekli bilgiler verilmiştir.

III. FERROCEMENTİN AVANTAJLARI

Ferrocementle çeşitli uzunluklarda tekneler üretilebileceği bilinmekle birlikte bu malzemenin avantajlarının esas olarak büyük teknelerde ortaya çıktığı da bellidir. Ferrocement teknenin yapımı için pahalı yapım malzemeleri, aparat veya alet gerekli olmadığından yatırım masrafı düşüktür. Yapım tekniğine ve büyüklüğüne bağlı olarak ferrocement tekneler aynı boyuttaki çelik veya ahşap teknelere göre % 15-30 daha ucuzdur. Ferrocement tekneler çok az bakıma gerek duyarlar. Ferrocement ateşe karşı direnç gösteren en iyi malzemedir. Ne ahşap ne de fiberglas ateşe dayanabilir, alüminyum kısmen düşük sıcaklıklarda erir. Beton yanmaz ve çelik, ısı altında betonla aynı oranda genleşir. Donma ve çözölmeye karşı direnç gösterirler. Sıcaklık farklılıkları ve nem koşullarında şişme ve bozulma problemleri ortaya çıkmaz. İskele kurtlarına ve mantara karşı dirençlidirler. Ferrocement teknelerde epoksi boyaları yalnızca yağ, asit vb. zararlı kimyasallardan korumak için kullanılır. Ferrocement bundan dolayı bakım masrafını % 95'lere varan bir değerde azaltır [19].

Ferrocement teknenin birçok kısmının yapımında vasıfsız iş gücü yeterlidir. Bu nedenle tekneler seri üretildiğinde işçilik masrafı azdır. Ferrocementin en büyük avantajlarından birisi monolitik yapısıdır. Dayanımı zamanla artmaktadır. Çeliğin darbe dayanımına sahiptir. Çarpma durumunda çelik çubuklar ve beton biraz hasar görmesine rağmen kalan beton parçalar sıkışır ve suyun sızmasına karşı koyarlar. Eğer ferrocement teknenin yüzeyi hasar görürse, tekneyi onarmak kolay ve ucuz olup vasıflı işçi veya pahalı aletler gerektirmez. Bunlar, ahşap, çelik veya fiberglas tekneler için söylenemez. Ferrocement tekneler, çerçeveye gerek duymazlar. Çerçevenin olmayışı ağırlık yönünden ferrocement teknelere bir avantaj (ekstra % 10) sağlamaktadır. Ferrocement tekneler, 10 m'ye kadar çelik ve ağır ahşap teknelerle ağırlık yönünden karşılaştırılabilir. Ancak 10 m'nin üstündeki ferrocement tekneleri başka tiplerle karşılaştırmak uygun olmaktadır [19]. Ayrıca, ferrocement rijit olup titreşim diğer tekne tiplerine göre daha azdır. Ferrocement, çok iyi bir titreşim emme özelliğine sahiptir. Isı transferi çeliğin 5/6'sı kadardır. Ferrocement; çelik, ahşap ve fiberglas ile karşılaştırıldığında kendisinin düşük ısı iletkenliğine bağlı olarak yazın daha serin, kışın ise daha ılıktır. Ferrocement tekneler, neme sahip değildir. Ferrocement panel rijitliğine bağlı olarak çok iyi ses emme özelliğine sahiptir. Suya batmama özelliği tekne yapımında çok önemlidir. Yeterli suya batmayan

malzeme sağlama koşuluyla su ve hava geçirmez parçalar yapılmasıyla herhangi bir tekne bu özelliğe sahip olabilir. İnce ferrocement kaplaması, polistiren ve poliüretan içeren bir sandviç yapıda ferrocement çok daha iyidir [19].

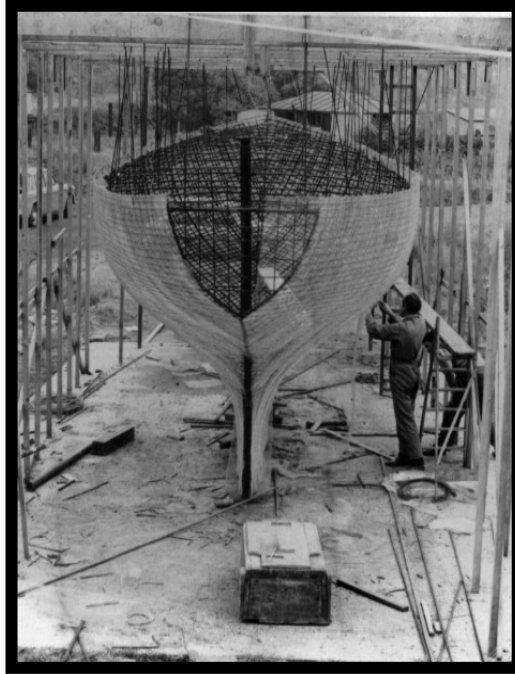
IV. FERROCEMENT MALZEMELERİ

Kaliteli bir tekne inşa edebilmek için, iyi işçilik, uygun karışım ve uygulama yöntemleri ile birlikte en iyi malzeme kullanılmalıdır. Bu malzemeler, çimento, agrega, katkı maddeleri, su ve donatıdır. Çimento, su ile karıştırıldığında elde edilen hamur agregayı birleştirip sert bir kütle meydana getirir. Ferrocementte kullanılan çeşitli portland çimentoları mevcut olmakla beraber; özellikle sıcak havalarda ferrocement yapımı için ısı artış hızı düşük olan “Modifiye Edilmiş Portland Çimentosu” kullanılmalıdır. Bu çimento deniz suyundaki gibi orta derecede yoğunlukta bulunan sülfata dayanıklıdır. Bazı yapımcılar sülfata karşı çok dayanıklı olduğu için “Sülfata Dayanıklı Portland Çimentosu”nu tercih etmektedir. Norveç Standartlarına (DNV) göre Sülfata Dayanıklı Portland Çimentosu, Standart Portland Çimentosu ve Hızlı Kürlenmiş Portland Çimentosu kullanılabilir. Agregası, betonun ana malzemesidir. Agregası, betonun işlenebilmesi ve homojeniteyi sağlamak, sağlam bir beton ve düzgün bir yüzey elde etmek için uygun granülometriye sahip olmalıdır. Ayrıca taneleri küçük ve temiz; yüzeyleri kil, toz ve organik malzemeden arınmış olmalıdır. Aksi halde direnç azalır ve suyun geçişini kolaylaştıran kanallar doğar. DNV’ye göre agregalarda tane büyüklüğü 2 mm’yi geçmemelidir ve ağırlığın en az % 5’inin tane büyüklüğü 0,15 mm’den küçük olmalıdır [19].

Puzolanlar, bağlayıcı özelliği olmayan ancak su ve kireçle birleştiklerinde bağlayıcı niteliğe kavuşan silisli malzemelerdir. Bu malzemeler, su/çimento oranını azaltmak, harcın ilk prizini geciktirmek, betondaki hava kabarcıklarına ve boşluklara engel olmak, işçiliği kolaylaştırmak, dayanıklılığı arttırmak ve betonun su geçirimsizliğini arttırmak için kullanılırlar. Mineral katkı maddesi olarak uçucu kül kullanılması da iyi sonuç vermektedir. İçinde kalsiyum klorür veya nitratlar bulunan kimyasal katkı maddeleri paslanmayı arttırdıklarından ferrocement yapımında kullanılmamalıdır. Harcın su miktarı çok önemlidir. Çok miktarda su, döküm sırasında betonun ayrışmasına ve kuruduktan sonra su geçirmesine neden olduğundan su miktarı olabildiğince az

tutulmalıdır. Su içerisinde asit, alkaliler, yağlar ve özellikle organik maddeler bulunmamalıdır. İçilebilecek nitelikte su kullanmak en doğrusudur [19].

Harç, ferrocement tekne yapımı için uygun olan en yüksek direnci sağlamalı, su geçirimsizliğine, özellikle kimyasal reaksiyonlara karşı dayanıklılığa sahip olmalıdır. En önemli husus harcın çok iyi şekilde sıkıştırılarak içinde boşluk bırakılmamasıdır. Ferrocementin özgül ağırlığı, ortalama 2400 kg/m^3 , harcınki 1900 kg/m^3 olmalıdır. DNV'ye göre çimento/kum oranı 0,4'ten az 0,6'dan fazla olmamalıdır. Eğer kum ıslaksa içindeki su miktarı saptanıp gerekli düzeltme yapılmalıdır. S/Ç oranı (ağırlıkça) 0,4'ten fazla olmalıdır. Ferrocement harcının basınç dayanımı 35 MPa'dan az olmamalıdır. Ferrocement teknelerde kullanılan donatı boru, demir çubuk ve kümes tellerinden oluşur (Şekil 8), [19]. Borular, ferrocement inşaat boru çerçeve yöntemi kullanılarak yapılırsa, kaynak yapılması olanağı ve kolayca işlenebilirliği nedeniyle galvanizsiz siyah borular tercih edilmelidir. Demir çubukların hepsi ferrocement tekne yapımı için uygun değildir. Ferrocement tekneler için sıcak çekilmiş ve yüksek çekme kuvvetine sahip demir çubuklar önerilmektedir. DNV'ye göre demir çubukların bindirme payı en az çubuk çapının 30 katı kadar olmalıdır. Bindirme en az üç yerinden sürekli olmayan kısa süreli punto kaynak yöntemi ile kaynaklanmalıdır [19].



Şekil 8. Ferrocement teknenin donatısı

Bir sonraki demirin bindirmesi birincinininkinden olabildiğince uzak tutulmalı yani şaşırtmalı olmalıdır. Değişik tipte tel örgüler bulunmakla beraber bunlardan kümes telleri en ucuz ve kullanımı en kolay olanıdır. Bu nedenle, ferrocement eleman üretiminde en yaygın olarak kullanılan donatı elemanıdır. Kümes tellerinin, kullanımı birçok tekne yapımında uygun ve yeterli performans göstermektedir. Kullanılan kümes telleri genellikle 18 kod numarası ile arz edilen en ağır olmak kaydıyla, 18 ile 22 arasındaki kod numaralarına sahip tel grupları arasında değişmektedir. Ferrocement tekneler için 18 kod numarasına sahip kümes teli önerilir. İlgili Norveç Standartlarına göre kümes tellerinin bindirme payı en az 5 cm olmalıdır. Bağlantılar 15 cm'den fazla aralıkla yapılmamalıdır. Dolayısıyla, bindirme payları 5 cm'den az ve bağlantı aralıkları 15 cm'den fazla olan kümes tellerinin tekne yapımında kullanımı uygun değildir. Bağlama tellerinin serbest uçları kümes tellerinin arasına sokulmamalıdır [19].

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ferrocement teknelerin, yatırım, yapım ve bakım masraflarının az olması, fazla işçilik gerektirmemesi, onarım kolaylığı, ses geçirimsizliği, ateş ve paslanmaya karşı direnç göstermesi, hammaddelerinin kolay bulunabilir olması, kolay şekil verilebilmesi ve diğer teknik özellikleri göz önüne alındığında diğer hammaddelerle yapılan teknelere göre birçok avantaja sahip olduğu görülmektedir. Ferrocement, gemilerin yapımında kullanılan ahşap ve çeliğe göre işçilik ve malzeme yönünden ucuzdur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde ucuz işgücü dikkate alındığında bu ülkeler için ferrocement çok avantajlı bir malzemedir. Ayrıca vasıflı işgücüne gerek duymaması işçilik maliyetini oldukça düşürmektedir. Bu nedenle bu avantajlı malzemenin özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha iyi araştırılarak kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu sayede düz işçiler için de yeni bir iş sahası açılacaktır.

VI. KAYNAKLAR

- [1] UNIDO, “Boats from Ferrocement”, Utilization of Shipbuilding and Repair Facilities Series, No.1, United Nations, New York, 1972.
- [2] Hurd, M. K., “Ferrocement-Boatbuilding and Beyond”, Concrete Construction, p.4, April 1977.
- [3] Morgan, R. G., “History of and Experience with Concrete Ships”, Proceedings of the Conference on Concrete Ships and Floating Structures, Berkeley, University of California, pp.3-16, September 1975.
- [4] Erdoğan, S. T. ve Erdoğan, T. Y., “Birinci Dünya Savaşı Yıllarında İlk Kez Yapılan Beton Gemiler”, Hazır Beton, Türkiye Hazır Beton Birliği, Mayıs-Haziran 2006, ss. 54-56.
- [5] Campell, J. A., American Beton Gemi İnşası, Betonart, Beton ve Mimarlık Dergisi, TÇMB Yayınları, Sayı 4, 2004, ss. 79-85.
- [6] Walkus, B. R., Kowalski, T. G., “Ferrocement: A Survey”, Concrete Cement-Concrete Association of London, pp. 48-52, February 1971.
- [7] National Academy of Sciences, “Ferrocement Applications in Developing Countries”, A Report of an Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technological Innovation, BOSTID, Washington, D.C., 1973.
- [8] Topçu, İ. B., “Ferrocement Teknolojisi”, 2006, ss. 4-7,127-133.
- [9] Anon, “Hong Kong: Roslyn I-Ferrocement Trawler”, Fishing News International, p. 33, July 1971.
- [10] Özturan, T. ve Kocataşkın, F., “Ferrocementin Konut Yapımında Kullanılma Olanakları”, Türkiye İnşaat Mühendisliği 5. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı, Cilt 1, Ankara, 1987.
- [11] Ferrocement Applications in Developing Countries, A Report of an Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technological Innovation, Board on Science and Technology for International Development, National Academy of Sciences, Washington D.C., 1973, p. 90.
- [12] Uslu, İ., “Ferrocementin Zirai Amaçlı Yeni Kullanım Alanları”, Osmangazi Üniv., Fen Bil. Ens., Kasım 2001, Eskişehir, 74s.
- [13] Topçu, İ.B., “Deprem Bölgeleri için Hafif Betonla Ferrocement Çadır Yapımı”, Osmangazi Üniv., Mühendislik-Mimarlık Fak. Dergisi, Cilt XIII, Sayı 1, 2000, ss. 1-13.

- [14] Topçu, İ.B., “Hafif Betonla Ferrocement Kano Yapımı”, X. Müh. Semp., İnşaat Mühendisliği’99, 2-3 Haziran 1999, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, ss. 351-359.
- [15] Topçu, İ.B., Işıkdağ, B., Abi, E. ve Tatar, Ö., “Yapıların Depreme Karşı Güçlendirilmesinde Kullanılan Ferrocement Panellerin Özellikleri”, Kocaeli Deprem Sempozyumu, 23-25 Mart 2005, Grand Yükseliş Hotel, Kocaeli, Özler Kitabı, s.166.
- [16] Topçu, İ.B., Canbaz, M. ve Boğa, A.R., “Deprem Bölgelerinde Kullanılabilecek Ferrocement Çadırlar Kocaeli Deprem Sempozyumu”, 23-25 Mart 2005, Grand Yükseliş Hotel, Kocaeli, Özler Kitabı, s.167.
- [17] Topçu, İ.B. ve Uğurlu, A., “Tel Donatılı Örgülerle Güçlendirilmiş Önyapımlı Bir Beton Kompozit: Ferrobeton”, Çimento ve Beton Dünyası, TÇMB, Yıl 9, Sayı 52, Kasım Aralık 2004, ss. 34-41.
- [18] Topçu, İ.B. ve Işıkdağ, B., “Beton Kent Mobilyalarının Özellikleri”, Yapı, Sayı 318, Mayıs 2008.
- [19] Erant, E., “Building a Ferro-Cement Boat for Fishing in Turkey”, METU, M.S. Thesis, December 1976.