

Ferrocementin Yapay Kaya ve Heykel Yapımında Kullanımı

İlker Bekir TOPÇU*¹, Abdullah Kazım TUNA¹

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Eskişehir, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-2075-6361), ilkerbt@ogu.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 06.05.2021 ve Kabul Tarihi 11.11.2021)

(DOI: 10.35354/tbed.933455)

ATIF/REFERENCE: Topçu, İ. B., Tuna, A.K. (2022). Ferrocementin Yapay Kaya ve Heykel Yapımında Kullanımı. *Teknik Bilimler Dergisi*, 12 (1), 51-55.

Öz

Ferrocement birçok alanda insanların sosyal, ekonomik ve kültürel yapısal gereksinimlerine cevap veren bir malzemedir. Genel anlamda donatılı bir harç çeşidi olan ferrocement yapay kaya ve heykel yapımında dünyanın birçok yerinde kullanılmıştır. Tarih boyunca, birbirleriyle bağlantısı olmayan kültürler, doğadan ilham alarak onu sanatsal bir ifade olarak taklit etmişlerdir. Kullanılan malzemelerin zamanla gerçek kaya, taş ve ahşaptan Portland çimentosuna dönüşmesi, doğayı taklit fikirlerinin ekonomik bir çözümle uygulanmasıdır. Daha çok bahçelerde ve botanik yaşam alanlarında ve çeşitli dekoratif amaçlarla peyzaj çalışmalarında yapımı basit ve maliyeti düşük olduğu için, ferrocement ile yapay kayalar kullanılmıştır. Bu çalışmada bu tür ferrocement uygulamaları ilgili genel bilgiler verilmiştir. Ferrocement, yapay taş ve kayaların yapımında kullanılan doğal malzemeye göre işçilik ve malzeme yönünden ucuzdur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde ucuz işgücü dikkate alındığında bu ülkeler için ferrocement çok avantajlı bir malzemedir. Sonuç olarak ferrocement ile istenilen şekilde ve tipte yapısal ürünlerin üretilmesi kolaylıkla sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ferroçimento, Yapay kaya, Ferrobeton

Use of Ferrocement in Artificial Rock and Sculpture Production

Abstract

Ferrocement responds to social, economic and cultural structural needs of people in many areas. Ferrocement, a type of reinforced mortar in general, has been used in many parts of the world for artificial rock and sculpture. Throughout history, disconnected cultures have been inspired by nature and imitated it as an artistic expression. The transformation of the materials used from real rock, stone and wood to Portland-based cement over time is the application of ideas to imitate nature with an economical solution. Ferrocement and artificial rocks are used mostly in gardens and botanical living areas and in landscaping works for various decorative purposes, as they are simple to make and low-cost effect. In this study, general information about such ferrocement applications is given. Ferrocement is cheaper in terms of workmanship and materials compared to the natural material used in the construction of artificial stones and rocks. Ferrocement is a very advantageous material for these countries, especially when cheap labor is taken into account in developing countries. As a result, it is easily possible to produce structural products in the desired shape and type with ferrocement.

Keywords: Ferrocement, Artificial rock, Ferciment

1. Giriş

Ferrocement, mekanik özellikleri nedeniyle mükemmel bir yapı malzemesidir. Yapımında kullanılan çelik hasırlar sayesinde yüksek çatlama direncine sahiptir [1]. Ferrocement, iskelet çeliğini destekleyen veya desteklemeyen bir veya daha fazla çok ince tel örgü katmanı ile üniform olarak güçlendirilmiş zengin çimento harcı matrisinden oluşan kompozit bir malzemedir [2]. Amerikan Beton Enstitüsü Komitesi 549, daha geniş anlamda, sürekli ve nispeten küçük çaplı ağ örgüsünün yakın aralıklı katmanları ile takviye edilmiş, genellikle hidrolik çimento harçtan yapılmış ince duvarlı bir betonarme türü olarak tanımlamıştır [3].

Ferrocementteki çelik ağ, metal veya diğer uygun malzemelerden olabilir. Donatı olarak kullanılacak tel örgüler çeşitli şekil, boyut ve çapta olabilmekte, kat sayıları istenildiği gibi seçilebilmekte ve üretilecek elemanın özelliğine göre ayarlanabilmektedir. Gelişen teknolojiyle birlikte beton üretim ve kullanım çeşitlilikleri de artmış, ferrocementle geleneksel kalıpların düzlemsel zorunluluklarından kurtularak çeşitli şekillerde yapılar üretilebilmiştir. Ferrocement, diğer beton yapı formlarında bulunandan önemli ölçüde daha büyük rijitlik, süneklik, dayanıklılık, dayanım ve çatlama direncine sahiptir.

Ferrocement, dünya genelinde farklı amaçlarda kullanılan kompozit bir malzemedir. Ferrobeton olarak da adlandırılan ferrocement adından da anlaşılacağı gibi, bir çimento türüdür. Ferrocement genel anlamda donatılı bir harç çeşididir [4]. Bu çimento harcında, ince taneli doğal kum kullanılarak tel örgülerin aralarının dolması sağlanır. Kompozit bir malzeme olması nedeni ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin bu karakteri göz önünde tutularak belirlenmesi gerekir. Fazla işçilik gerektirmemesi, işçiliğin ucuz olduğu gelişmekte olan ülkelerde uygulanmasını kolaylaştırmaktadır.

Ferrocementin ev yapımında, deniz yapılarında, su getirme ve alt yapı elemanlarında, kırsal alanlardaki enerji yapılarında, tarımsal alanlardaki yapıları ve değişik alanlardaki uygulamaları olarak kullanım alanı çok geniştir [5]. Ferrocement, eğik yüzeylerin yapımına da uygunluğu nedeni ile daha çok özel yapı elemanı olmuştur.

Ferrocementin tarihi 1848 yılına dayanmaktadır. 1852'de Joseph Louis Lambot; metal örgüleri ve donatıları birbirine bağlayarak elde ettiği hasır örgüler üzerine hidrolik çimento kullanarak sandal, çiçek saksısı, sandalye gibi kompozit elemanlar üretmiştir [1,6]. Ferrocement adını verdiği bu uygulamanın patentini almıştır. Şekil 1'de ferrocementten yapay kayalara örnek verilmiştir [1].



Şekil 1. Ferrocement yapay kayalar [7]

Ferrocement iyi bir dayanıma ve darbeye karşı dirence sahiptir. Gelişmekte olan ülkelerde, ahşap, kerpiç ve taş duvarcılık gibi geleneksel malzemelere göre yangına, depreme ve korozyona karşı daha iyi direnç sağladığı için ev yapımında kullanımı tercih edilmiştir. Gelişmiş ülkelerde ise yat inşası ve görsel tasarım için popüler olmuştur. Çünkü ferrocementle üretme tekniği hızlı bir şekilde öğrenilebilir ve insanların kendi emeğini kullanarak maliyetleri düşürmelerini sağlar. 1930'lardan 1950'lere kadar, gelişmiş ülkelerde popüler hale gelen ferrocementin görsel tasarım amacıyla kullanımında Şekil 2'de görülen Cabazon Dinozorları örnek gösterilebilir.

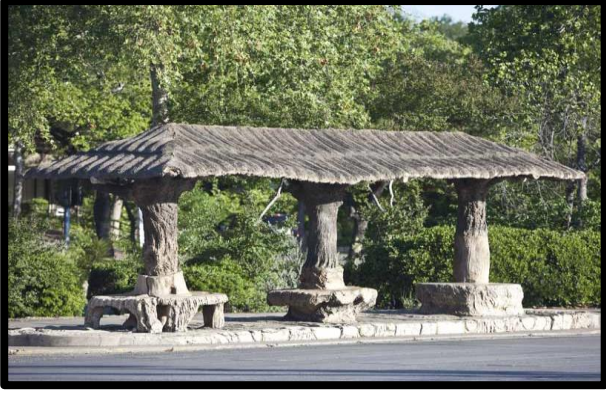


Şekil 2. Cabazon dinozorları A.B.D. [8]

Ferrocement yapılar diğer geleneksel yöntemlere göre daha güçlü ve daha dayanıklıdır. Temel olarak üç tür ferrocement üretim yöntemi vardır. Armatür sisteminde iskelet çeliği, her iki tarafına birkaç kat gerilmiş ağ ile bağlanarak istenen şekle kaynaklanır ve bu yeterince güçlüdür. Böylece, harç bir taraftan basılıp diğer taraftan geçici olarak desteklenerek doldurulabilir. Harcın doldurulması, harcın her iki tarafından bastırılmasıyla da yapılabilir. Bu yöntemde, iskelet çeliği (çubuklar) kesitin merkezindedir ve bu nedenle, dayanıma herhangi bir katkı yapmadan ölü ağırlığa katkıda bulunurlar [1].

Kapalı kalıp sistemleri: Harç doldurulurken onları yerinde tutan kalıbın yüzeyine birkaç ağ tabakası birbirine bağlanır. Kalıp, sertleştikten sonra çıkarılabilir veya bitmiş bir yapının kalıcı bir parçası olarak yerinde kalabilir. Entegre kalıp sistemi: En az takviyenin kullanılması, herhangi bir entegre kalıbın ilk önce bir çerçeve görevi görmesi için düşünülmelidir. Bu kalıp üzerine her iki tarafa ağ tabakaları sabitlenir ve üzerlerine her iki taraftan sıva yapılır. Adından da anlaşılacağı gibi kalıp, bitmiş yapının ayrılmaz bir parçası olarak kalıcı olarak kalır.

Avrupa rustik mimari tarihi, doğal formları taklit etmek için kasıtlı olarak inşa edilen Rönesans bahçe yapılarıyla başlar. Mimaride doğayı taklit etmenin ilk örnekleri, öncelikle kayalardan doğal mağara oluşumlarını taklit etmek için özenle inşa edilmiş mağaralardır. Trabajo rustico ismi, yapay kaya ve ahşap yapıların yanı sıra doğal kaya oluşumlarını da kapsayan, genel olarak natüralist bir ferrocement heykel stilini ifade etmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Brackenridge Park'ından rustik çalışma örneği [9]

En eski sahte ahşap (faux bois) yapıları 1860'larda Fransa'da ortaya çıkmıştır. Bu sahte ahşap tarzı Avrupa'da 19. yy. sonları ve 20. yy. başlarında popülerliğini korumuştur. Bu terim, çıkarımları farklı olsa da genellikle yapı ciment, ciment arme ve ferroconcrete ile birbirinin yerine kullanılmıştır. Sanatçıların malzemeyi kullanımı, sanatsal aldatma geleneklerinden ve doğal olanın manipülasyonundan kaynaklanmaktadır.

Ferrocement kullanarak doğayı taklit etme mimarisi Fransa'dan sonra Çin'de de ilgi çekmeye başladı. Çin bahçelerinde yapay kayaçlar istenilen doğal ortamı yaratabilmek için ideal bir elemandır. Geleneksel olarak, bahçelerde kullandıkları her bir gerçek kaya, şekil, boyut ve renk bakımından homojen yığınlar veya taş döşemeler oluşturmak üzere dikkatlice seçilirdi [10]. Peyzaj mimarları, doğal kaya oluşumlarını sarkıtlarla süsleyerek veya kayaları oyarak süslemeler yaptılar. Çin'de eski zamanlarda bahçelerde, süslemeleri yapılan kayalar, kireç ve yapışkan pirinç lapasından yapılmış bir harç kullanılarak birbirine yapıştırılmıştır [11]. Şekil 4'te Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi bahçesinde yapılmış yapay kaya, şelale ve havuz örnek olarak verilmiştir.



Şekil 4. ESOGÜ'deki yapay şelale uygulaması örneği

Çin bahçelerindeki taş döşemelerden etkilenen bazı Avrupa ülkeleri olmuştur, örneğin o dönemde yapılan İngiltere'deki Stowe Garden'daki büyük, gözenekli kayaların bulunduğu mağara bugün hala varlığını sürdürmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Stowe Garden'daki mağara [12]

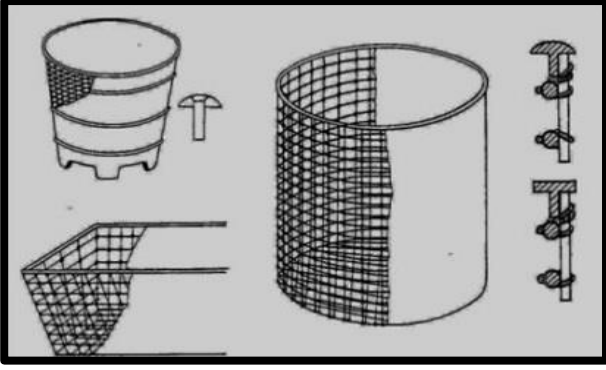
18. ve 19. yy. boyunca bu yapılar dekoratif sanatlar için kapsamlı bir hale geldi. Taş ustaları yeteneklerini geliştirerek tamamen doğal görünümlü oyma eserler ortaya koymuşlardır. Ancak fazla iş gücü ve zaman isteyen bu uygulama 1830'lu yıllarda Portland çimentosunun popülerlik kazanmasıyla taş oymacılığında yapay kaya üretimine doğru yönelmiştir. İstenilen formda üretilen kayaların dayanıklılığı da oyma kayalara göre fazladır.

Portland çimentosunu ekonomik bir alternatif olarak gören peyzaj mimarları doğal kaya üretmek için çeşitli yöntemler denemiştir. İngiliz James Pulham, 1840'larda graniti taklit etmek için çimentoza ezilmiş tuğla ve taşlar eklemiştir. En üretken kaya bahçesi peyzajcılarının biri olan James Pulham, çimentoyla doğal kayayı taklit etmek için çeşitli renk varyasyonu kullanmıştır. Çalışmalarında yüzeyler ıslakken doğal görünüm için fırçalar, taraklar, kabuklar, çakıllar veya tuğla çapakları gibi agregalar kullanmıştır.

İngiltere'den çimento ile ilgili birçok yenilik ortaya çıkmasına rağmen, Fransızların uygulama tarzı giderek daha popüler hale gelmiştir. Fransız ustaların eserleri sanatsal ürün olarak bütün dünyaya pazarlanmıştır. Zamanla hem İngiltere'de hem de Fransa'da farklı teknikler ve malzemeler ortaya çıkmıştır. Yapılarda dikkat çeken çekme kuvvetine karşı dayanıksızlık nedeniyle çelik hasır kullanma fikri ilk olarak Fransa'da gelişmiş ve böylece ferrocement, yapay taş ve kayalarda üretim tekniği olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2. Ferrocement ve Erken Modern Bahçe Tasarımı

J.L. Lambot, 1840'da Portland çimentolu harç ile ince kabuklu kanolar yapmıştır. Harca istediği şekli verebilmek için kümes teli kullanmıştır. Ferrocement adını verdiği tel örgü ile güçlendirilmiş betonarme yapının patentini aldıktan sonra çalışmalarını hızlandırmıştır. Aynı sıralarda Fransız bahçıvan Joseph Monier, tel örgü ile güçlendirilmiş bahçe saksıları yapmak için Portland çimentolu harç denemeleri yapmış, elde ettiği saksılar hem suya hem de bitkilerin çürümesine karşı dayanıklı olmuştur. Temelde tasarımlar aynı olsa da kullanım amacıyla tasarım farklılaşmış ve Monier 1867'de ferrocement adını verdiği ilk patentini almıştır (Şekil 6).



Şekil 6. J. Monier'in feribot saksısının patent çizimi [12]

Tarihsel literatürde, ferrobeton ve ferrocement terimlerinin farklı anlamları olsa da genellikle aynı anlamda kullanılmıştır. Büyük agrega eksikliğinden dolayı ilk zamanlarda ferrocement bir beton türü olarak sınıflandırılmamıştır. Francois Hennebique 1882'de betonarme sistemi beton arme patentini aldığı anda, betonarme yapı sözlüğüne eklenmiştir.

Tüm Avrupa'da hızlı sanayileşmeye bir cevap olarak, kente kırsal estetik getirilmesi fikri ortaya çıkmıştır. Fransa'da çeşitli parkların uygulanmasında yeşil alan ve doğal görünümü bir öncelik haline getirilmiştir. Yeni tasarım çağında, doğal taş ve ahşaptan beton ve metale geçiş yapılmıştır. Avrupa'nın yanısıra Amerika'da da rustik ferrocement heykeller ve yapay kayalar inşa edilmeye başlandı. Ferrocement yapılar genellikle mezarlıklarda, hayvanat bahçelerinde ve botanik bahçelerde kullanılmaya başlanmıştır.

3. Malzemeler ve Sistemler

John T. Fallon'un 1917'de yayınlanan Beton Bahçe Mobilyaları ve Aksesuarları Nasıl Yapılır? kitabı, beton mobilyalar için en eski yapım kılavuzu örneklerinden biridir. Betonun dökülmesi için kullanılan ahşap formlar üzerinde malzemeye olan avantajları, tercih edilen karışımları ve yönleri belirtir. Bu zamana kadar, yenilikçi çimento üretimi olarak ferrocement sistemi gözden düşmüştür. İtalya'da 1940'lı yılların başında yeniden kullanılmaya başlayıncaya kadar ferrocement ilk popülerliğinden sonra ortadan kalkmıştır.

Çimento karışımı genellikle çimento veya beton olarak adlandırılır, ancak ferrocementte kullanılan aslında harçtır. Genellikle Portland çimento, kum ve su içerir, ancak her biri farklı tip ve miktarlarda olur. Harç üretim yapılacak yerde karıştırıldığından nakliye masrafları veya coğrafi engeller ortadan kaldırılır.

4. Rustic Ferrocement Heykeli ile Modern Konular

Eski dönemlerde inşa edilen bazı rustik ferrocement heykelleri bugün hala var olmasına rağmen, çoğu yok edilmiş veya ihmal edilmiştir. Rustik ferrocement, 20. yy. ilk yarısında, özellikle açık hava ve halka açık manzaralarda, yenilikçi mimarinin ucuz bir yöntemi olarak giderek daha popüler hale gelmiş, II. Dünya Savaşı'ndan sonra özellikle Modernizmin popüleritesi ile rustik estetik daha az popüler olmuştur. Rustik tarz ana akıma hitap etse de bu eserlerin inşa edilme şekli ikincil planda kalmıştır. Bazen toplumların zevkleri değişmesiyle bazen de işçiliğin derecesinin fark edilmemesiyle meydana getirilen

eserlerin korunmalarında sorunlar yaşanmıştır. Yakın zamana kadar birçok yapı, sanatsal değeri göz ardı edildiğinden yıkılmış veya bozulmuştur.

5. Tartışma ve Sonuç

Tarih boyunca, birbiriyle bağlantısı olmayan kültürler, doğadan ilham alarak onu sanatsal bir ifade olarak taklit etmiştir. Bu taklitleri veya modifikasyonları kimin ürettiğine bakılmaksızın, bunların meydana geliyor olması gerçeği önemlidir. Bu eserler manzarayı süslemek ve rustikliğini arttırmak için inşa edilmiştir. Uzun yıllardır beton, doğayı kirleten ve manzarayı bozan bir malzeme olarak görülmüştür ve bu düşünce hala devam etmekte, ancak ferrocementin kaya, ahşap gibi çeşitli görünümelerde kullanılması betonun estetiğe olan katkısını göstermiştir.

Tarih boyunca doğa bilimciler, peyzaj mimarları ve hatta çağdaş sanat eleştirmenleri, ferrocement yapıları ve heykelleri eleştirmelerine rağmen rustik ferrocement heykel ve yapay kayalar, pitoresk bir güzellik elde etmek için tasarlanmış malzemelerin ilginç bir uygulamasıdır. Ferrocement çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Malzemelerin zamanla gerçek kaya, taş ve ahşaptan Portland çimentoya dönüşmesi, doğayı taklit fikirlerinin yeni bir boyutunu yaratan Sanayi Devrimi'ne bir cevap olmuştur.

Ferrocement, yapay taş ve kayaların yapımında kullanılan doğal malzemeye göre işçilik ve malzeme yönünden ucuzdur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde ucuz işgücü dikkate alındığında bu ülkeler için ferrocement çok avantajlı bir malzemedir [13]. Bu açıdan bakıldığında Ferrocementin; yapay kaya, sulama kanalı, su tankı, gemi ve tekne yapımında dünyanın birçok yerinde kullanıldığı görülmektedir. Ferrocementin ekonomik avantajı göz önünde bulundurularak bu örneklerin çeşitlendirilmesi gerektiği görülmektedir.

Tüm rustik bahçe yapılarında göze aşinalık (yüzey dokusu, renk, form) ve alışılmadık (yeni malzeme, ortaya çıkan bozulma) karışımı görülür. Doğanın taklidi tarihinin tümünü bilmeden, bu eserlere rasgele bakıldığında kavramsal uyumsuzluk hissedilebilir. Yapılan bu heykellerin çoğu, çevredeki tutarsızlıkların büyüleyici kültürel göstergeleridir. Sonuç olarak ferrocement ile istenilen şekilde ve tipte yapısal ürünlerin üretilmesi kolaylıkla sağlanabilmektedir.

Kaynakça

- [1] Topçu, İ.B., Ferrocement Teknolojisi Ders Notları, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 2006.
- [2] Al-Rifaie W. N., Abdul-Rada A.K., 2017, Structural behaviour of ferrocement panels under radiant heating, Journal of Energy Systems, 1, 2.
- [3] Ravichandran K., Jeyasehar C.A., 2012, Seismic retrofitting of exterior beam column joint using ferrocement, International Journal of Engineering & Applied Sciences, 4,2, 36
- [4] Topçu, İ.B., Canbaz M., Boğa A.R., Deprem Bölgelerinde Kullanılabilecek Ferrocement Çadırlar, 2005. Deprem Sempozyumu Kocaeli, 23-25 Mart, Kocaeli, 927.
- [5] Robles-Austriaco, L., Pama, R. P., 1984, Low Cost Construction Material, The ferrocement Experience, Low Cost and Energy Saving Construction Materials, Envo Publishing Company, Inc., 214-230.

- [6] UNIDO, Boats from Ferrocement, Utilization of Shipbuilding and Repair Facilities Series, No.1, 1972.
- [7] Making Fake Rock Waterfalls For Pools, <https://www.daverhenderson.com/blog/2018/9/24/how-to-make-a-fake-rock-waterfall-for-a-swimming-pool/> (Erişim Tarihi: 08.09.2021).
- [8] Cabazon dinosaurs, <https://www.cabazondinosaurs.com/> (Erişim Tarihi: 04.01.2021).
- [9] San Antonio: Trabajo Rustico <https://texasindependencetrail.com/plan-your-adventure/historic-sites-and-cities/sites/trabajo-rustico>
- [10] Maggie Keswick. The Chinese Garden: History, Art and Architecture. Academy Editions, 1978: 31
- [11] Taihu Rockery.” Cultural China. <http://arts.culturalchina.com/en/84Arts1417.html>
- [12] Suki Gershenhorn, History and Materialty of Rustic Ferrocement Sculptures, 2015. Columbia University
- [13] Topçu, İ.B., Bahadırılı T., Ferrocementin Gemi ve Teknelerde Kullanımı, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt XXIII, Sayı 1, ss. 49-62, Haziran 2010.