

DEPREM BÖLGELERİ İÇİN HAFİF BETONLA FERROCEMENT ÇADIR YAPIMI

İlker Bekir TOPÇU¹

ÖZET: Büyük bir bölgeye etki eden şiddetli depremlerden sonra insanların geçici barınmaları için büyük miktarda çadıra gereksinim duyulur. Klasik çadırların yeterince temin edilemediği durumlarda herkesin kolayca yapabileceği ferrocement çadırların yapılması büyük rahatlık sağlayacaktır. Uygulama alanı giderek yaygınlaşmakta olan bir beton kompozit türü olan ferrocement, fazla işçilik gerektirmemesi, maliyetinin düşük olması ve malzemelerinin kolaylıkla bulunabilir olması gibi nedenlerden dolayı özellikle gelişmekte olan ülkelerde son yıllarda oldukça fazla ilgi görmektedir. Burada ferrocementin tanımı, tarihçesi, yapım ve üretim tekniği, özellikleri, hafif beton ve perlitli betonun özellikleri anlatılmakta ve perlitli hafif beton kullanılarak yapılan iki farklı tip çadır ve maliyetleri hakkında bilgi verilmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Ferrocement, hafif beton.

FERROCEMENT TENT CONSTRUCTION WITH LIGHTWEIGHT CONCRETE FOR EARTHQUAKE REGIONS

ABSTRACT: There is great tent necessity for temporary sheltering after severe earthquakes affecting large regions. Ferrocement tents which can be constructed easily by anybody could be properly solution in case of deficiency of traditional tents. Low payment for workers, low cost and easily obtainment of ferrocement makes the material more popular especially in developing countries. In this study, it has been tried to explain the definition, history, construction techniques, properties of ferrocement, lightweight concretes, properties of perlite concretes and construction and cost of two different types ferrocement tents with lightweight concrete using perlite.

KEYWORDS: Ferrocement, lightweight concrete.

¹Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik, 26480 ESKİŞEHİR

I. GİRİŞ

Ferrocement genel anlamda donatılı bir harç çeşididir. Belirli aralıklarla sıralanmış demirler üzerine çok katlı kümes tellerinin bağlanması ve tüm donatının harçla kaplanmasıyla elde edilir. Ferro-beton olarak da adlandırılır. Donatı olarak kullanılacak tel örgüler çeşitli şekil, boyut ve çapta olabilmekte, kat sayıları istenildiği gibi seçilebilmekte ve üretilecek elemanın kullanım özelliğine göre ayarlanabilmektedir. Kompozit bir malzeme olması nedeni ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin bu karakteri göz önünde tutularak belirlenmesi gereklidir. 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 [1-2]. Ferrocementin uygulama alanının geniş olması ferrocementin gelişiminde büyük yer tutmaktadır. Ferrocement bu bir çok alanda insanların sosyal, ekonomik ve kültürel gereksinmesini sağlayabilecek bir malzemedir. Ferrocement, eğik yüzeylerin yapımına da uygunluğu nedeni ile daha çok özel yapı elemanı olmuştur [3-4]. Ferrocementin betonarmenin de başlangıcı olarak yapı malzemesi olarak kullanılması 1848'lere kadar uzanır. Daha sonraları 1940 başlarında Dr. P. L. Nervi adlı İtalyan mimar tel örgü katlarıyla donatılmış betonun homojen ve dirençli bir madde olduğunu ve değişik alanlarda kullanmaya elverişli bir malzeme olduğunu göstermiştir. 1976'da Bangkok'da Uluslararası Ferrocement Danışma Merkezi'nin (IFIC) kurulmasıyla ferrocement gelişiminde önemli bir adım atılmıştır.

Bilindiği gibi Türkiye deprem kuşağında yer alan bir ülkedir. Yakın tarihimizde de bir çok deprem olmuştur. 17 Ağustos 1999 günü yaşadığımız Kocaeli depremi Marmara Bölgesi'ndeki pek çok yerleşim merkezini etkilemiş ve yaklaşık onsekizbin insanımızın ölmesine, otuzbine yakın insanımızın evsiz kalmasına sebep olmuştur. Depremden sonra evleri yıkılan yada evleri oturulamayacak durumda olan insanların yeni bir eve sahip olana kadar geçen sürede yeterli ısınma ve barınmayı sağlayacak bir geçici barınağa ihtiyaçları olmuştur. Bu amaçla akla ilk gelen çadır kurulması olmaktadır. İnsanların barınma amaçlı kullandıkları çadır, kolayca kurulup sökülebilen, taşınabilen bir iskeletin esnek bir örtüyle kaplanmasından oluşan, geleneklere göre değişik

biçimlerde yapılan barınaktır. Ancak Marmara depremi gibi bir bölgeyi etkileyen depremlerde yeterli miktarda çadır temin edilme zorluğu yaşanabilmektedir.

Bu çalışmada önerilen ferrocement çadır, diğer çadırlara göre atmosfer etkilerine daha dayanıklı olması, pratik olarak inşa edilmesi ve kullanım süresinin daha uzun olması gibi nedenlerden dolayı tercih edilecektir. Çadır yapımında yapılarda özellikle ısı yalıtımında kullanılan perlitli beton kullanılmıştır. Perlitin tercih edilme sebebi beton içerisinde hava boşlukları oluşturarak hafif beton elde edilmek istenmesidir.

II. FERROCEMENTİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Ferrocement çimento harcı ile tel örgünün bir arada kullanılması ile ya çimento harcının tel örgüye uygulanması yada tel örgünün çimento harcına uygulanması (prefabrikasyon) şeklinde iki yöntemle yapılır. Üretimde en önemli unsur donatının harç tarafından iyice sarılarak korozyonu önleyecek şekilde dış etkilerden korunmasıdır. Tamamen örtülmüş bir tel örgü elde edebilmek için ana ilke donatı sistemi etrafına harcı doldurma yada harç için donatı tabakalarının bastırılması biçimindedir. Her ikisinde de harç kalıba 1-4 cm arasında bir kalınlıkta uygulanır ve sertleşmesi sağlanır [5].

Çekme gerilmesi yönünde yük taşımada betonun kapasitesi parçanın kalınlığından bağımsızdır. Çünkü beton parça kopmadan önce çatlak ve kompozitin gücüne katkıda bulunmaz. Bu açıdan malzemenin performansı gerilme terimleriyle değil, yük terimleriyle ifade edilir. Ferrocementin çekme dayanımı kullanılan donatı ile sağlanır. En büyük kuvvet ve kesit alanında oluşacak çekme gerilmesi, kompozite etkiyen yükün donatının kesit alanına bölünmesi ile elde edilir. Kaynaklı tel örgü uygulanan yüke 45° lik açı ile yönlendirilmesi veya genişletilmiş metal örgüdeki baklava biçimli deliklerinin, uygulanan yüke dik olarak uygulanması durumunda donatıların çekme dayanımı en yüksek değerine ulaşır. Çekme dayanımının aksine beton, kesit alanı oranında ferrocementin basınç dayanımına doğrudan etki yapar. Bu nedenle donatının dayanım ve miktarı, gerilmesi ve harcı cinsinden ifade edilir. Beton dayanımı su-çimento oranı ile belirlenir. Kare tel örgülü donatıların yerleştirilmesi ile beton daha yüksek dayanım gösterir. Ferrocement için eğilmede açıklık-yükseklik oranı yeterli büyüklükte olduğu için kayma esas bir göçme nedeni olmaz. Ancak ferrocementteki donatı tabakalarının boylu boyunca paralel olarak uzanması, betonarmede kullanılan

çubuklara veya etriyelere eşdeğer kayma donatısının etkin olarak kullanılmasını engeller. Çarpma dayanımının ana özellikleri ise dağılmaya dayanım, hasarın bölgeselliği ve onarım kolaylığı biçiminde görülmektedir. Özellikle teknelerin yapımında kullanılan ferrocementin yapılan deneyleri sonucunda 3.5-6.5 MPa çekme, 35-70 MPa basınç gerilmesi taşıyabileceği belirlenmiştir [6-7].

III. HAFİF BETONLU FERROCEMENT ÇADIR

Ferrocementte kullanılan malzemeler çelik borular, çelik çubuklar ve çimento harcıdır. Bilindiği gibi bunların sağlanması oldukça kolay hem de diğer malzemelere kıyasla daha ucuzdur. Ferrocement çadır uygulamasının bir nedeni de onarım ve dayanımdır. Çadır hasar gördüğü zaman onarımı çok kolaydır. Ayrıca diğer çadırlara göre kullanım süresi daha uzundur. Ferrocement çadırın su geçirme özelliği de esnek malzemeyle kaplanan diğer çadırlara göre daha iyi olup, ateşe de daha çok dayanıklıdır. Ferrocement çadırlar yağmur, rüzgar gibi olumsuz hava koşullarına uzun süre dayanabilirler. Bu özellikleri ferrocement çadırların önerilmesinde önemli etkindir. Yapım süresinin 1-2 saat kadar az olması, zamanla dayanımının artması, ses geçirimsizliği ferrocement çadırın diğer özelliklerindedir. Ferrocementin bir üstünlüğü de yapım tekniği ve kolaylığıdır. Bir ferrocement çadır yapabilmek için biraz bilgiye sahip olmak ve bazı basit yapı gereçleri yeterlidir. Yapımı daha çok el emeğine dayanır.

Perlitli Beton: Daha çok yalıtımda kullanılan perlit betonları ekonomik olmaları ve yük taşıyabilme özellikleri ile binaların ve endüstriyel yapıların hemen her yerinde kullanılmaktadır [8]. Perlit, asit karakterli volkanik camı bir kayadır. Öteki camı kayalardan en büyük ayrıcalığı bileşiminde yüksek oranda su bulunmasıdır. Doğal perlit, parlak ve cilalı yüzeyli olup, açık gri, yeşilimsi, sarımsı ve parlak siyah renklidir. Genişletilmiş perlit, yüksek sıcaklıkta 4-20 defa büyüyen, silisli volkanik bir camdır. 1000 °C sıcaklıkta tutulduğu zaman, içinde bulunan % 2-6 oranındaki suyun kaybedilmesi ile mısır gibi patlar ve ince, beyaz renkli çok hafif bir malzeme olur. Perlit doğada bulunduğu cevher halinden ziyade 900-1100 °C de genişletilmiş şekilde kullanılır. Genleştirilmiş perlit yapıdaki kullanım amaçlarına göre değişik granülometrilere ayrılır. Sıva için 0.2-0.5 mm uygun iken, perlit betonu yada perlitli alçı yapımında 0.7 mm'nin üstündekiler kullanılmaktadır. Yalıtım amacıyla kullanılan perlitli betonların dayanımı düşüktür, fakat üstün bir yalıtım yeteneğine sahiptir [9].

Sekiz milyar tonun üzerinde tahmin edilen ülkemizdeki perlit hammaddesi, dünya rezervlerinin % 70'ini oluşturmaktadır. Bu rezervin değerlendirilmesi açısından da perlitli beton kullanılması son derece önemlidir.

İnşaat Sektöründe Perlit: Yapı hesaplarındaki en büyük problemlerinden biri bina öz ağırlıklarıdır. Ağırlıkları azaltabilmek için çok değişik malzemeler kullanılır. Malzemelerin hafif olma yanında, malzemelerde yük taşıma, ateşe dayanıklılık, ısı yalıtıcılık gibi özelliklerde aranmaktadır. Çizelge 1'de farklı hafif agregalar kullanılarak elde edilmiş betonlara ait bazı özellikler verilmiştir [10]. Perlitli beton bu problemlerin bir kısmının çözümü için uygun bir malzemedir. Ayrıca genleşmiş perlit bağlayıcı madde kullanmaksızın gevşek dolgu olarak ısı ve ses yalıtımı amacıyla duvarlarda, yüzer döşemelerde ve sanayi tesislerinde yaygın biçimde de kullanılmaktadır.

Çizelge 1. Hafif ve normal agregalarla üretilen betonların karşılaştırılması [9]

Agrega Cinsi	Agrega birim ağırlığı kg/m ³	Beton birim ağırlığı kg/m ³	Basınç dayanımı MPa	Rötre	% 5 rutubette Isı geçirgenliği
Genişletilmiş vermikülit	20-36	400-800	0.7-3.5	0.25-0.35	0.16-0.26
Genişletilmiş perlit	80-240	400-1120	0.5-7.0	0.20-0.30	0.16-0.39
Ponza taşı	500-800	640-1140	2.0-62.0	0.04-0.08	0.21-0.60
Genişletilmiş kül	320-1040	720-1760	2.0-62.0	0.04-0.07	0.24-0.91
Çakıl-Kırmataş	1200-1760	2240-2480	14.0-70.0	0.03-0.04	1.4-1.8

Çizelgeden görüldüğü gibi perlit betonu normal betondan 2-6 kat daha hafiftir. Basınç dayanımları yönünden ise agregaların sadece ağır olanlarını karşılaştırırsak perlit betonu normal betonun 1/10'nu kadar yük taşımaktadır. Isı yalıtım özelliği olarak da en iyisi perlit ve vermikülitir. Perlit betonlarındaki su emme ve kılcallığın yüksekliği önemli bir sakıncadır. Perlit betonları ısı izolasyonu bakımından en ideal hafif betonlardır. Birim ağırlığı 800 kg/m³ altındayken ısı geçirgenliği 0.24-0.34 kcal/mh⁰C ye kadar düşer. Buna karşılık su içeriği arttıkça ısı izolasyon yeteneği azalmaktadır [11].

1985 yılı sonlarına kadar perlit alçı ve çimentolu birleşimler halinde kullanılmış ve daha sonra salt perlitin taşıyıcı olarak, 392-400 kg/m³ ağırlığında basınç dayanımı $\sigma_b=1.8$ MPa, çekme dayanımı $\sigma_c=0.2$ MPa olan ve inşaatla kullanılabilir bir malzeme olmuştur [12-13]. Bu malzemeden asmolen, bölme duvar elemanı, 10-15 cm kalınlığında taşıyıcı

duvar elemanı, perlit tabanlı yer karosu, prefabrike ev, akustik elemanı ve tavan kaplaması, prefabrike panel duvar imalatında duvar ara izolasyon elemanı, prekast cephe elemanı, çatılarda oluklu saç ve eternit altına yalıtım elemanı yapılmaktadır. Deneyleerde normal zemin üzerine uygulanan 2 cm kalınlıktaki perlit tabakasının, ses iletimini 4 kat, çarpma iletimini de 6 kat azalttığı gözlenmiştir. İki cm kalınlıktaki perlit levha 15 cm'lik delikli tuğlanın, 36 cm'lik betondan perdenin ve 50 cm'lik taş duvarın ısı geçirgenliğine eşdeğerdir. Perlitin tarım ve sanayi sektöründe de kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca denizde petrol aramalarında platformların kabin imalinde, sondajlarda, gemi dip kaplama ve yalıtımında, petrol ve yağ artıklarının kirlettiği su arıtılmasında, ambalajlarda dolgu maddesi olarak, çelik yapının yangına karşı korunmasında, ahşap veya beton çatılarda çatı altı izolasyon levhası olarak, petrol boru hattı izolasyonunda ve her türlü yakıt ve su izolasyonlarında kullanılmaktadır [12].

IV. DENEYSEL ÇALIŞMA

İstenilen nitelikte çadır inşa edilebilmesi için iyi kalitede malzeme kullanılmalı, uygun karışım seçilmeli ve düzgün işçilik sağlanmalıdır. Ferrocement çadır uygulamasının anlatıldığı bu çalışmadaki amaç perlitli hafif betondan kolayca ve düşük maliyette çadır yapılabileceğini göstermektir. Deneysel çalışmalar iki gruba ayrılmıştır. Önce laboratuarda çadır yapımında kullanılacak perlitli hafif beton için uygun karışım araştırılmış, daha sonra ise iki farklı tipte seçilen çadırların yapılmasına geçilmiştir.

IV.I. Kullanılan Malzemeler

Kullanılan malzemeler hakkındaki bilgiler sırasıyla aşağıda verilmiştir. Malzemeler, hafif beton malzemeleri ve metal kısımlar olmak üzere iki kısımda açıklanmıştır.

Çimento: Çadır üretiminde kullanılan Eskişehir Çimento Fabrikasının üretmiş olduğu TÇ 32.5 çimentosunun fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri aşağıda gösterilmiştir. Özellikle sıcak havalarda ferrocement yapımı için hidrasyon ısısı düşük olan modifiye edilmiş Portland çimentosu kullanılması tavsiye edilmektedir. Deniz ve akarsulardaki sülfat etkilerine daha dayanıklı olacağı düşünülerek bu çalışmadaki çadır yapımında TÇ 32.5 çimentosu seçilmiştir. Bu çimentoda % 40 kadar tras bulunmaktadır. Çizelge 2'de üretici fabrikadan alınmış çimentoya ait özellikler verilmiştir.

Çizelge 2. Çimentonun özellikleri

Fiziksel Özellikler	TÇ 32.5
Özgül Ağırlık (kg/m ³)	3010
Blaine Özgül Yüzey (cm ² /g)	3600
0.030 mm Elek Üstü (%)	5.0
0.090 mm Elek Üstü (%)	0.2
Priz Başlama (saat-dakika)	2 ⁴⁵
Priz Sonu (saat-dakika)	3 ⁴⁵
Kimyasal Bileşim (%)	
Çözünmeyen Kalıntı	19.93
SiO ₂	37.27
Al ₂ O ₃	8.00
Fe ₂ O ₃	3.35
CaO	46.71
MgO	1.48
SO ₃	2.22
Kızdırma Kaybı	3.11
Serbest CaO	0.61
Basınç Dayanımı (MPa)	
7 Gün	24.2
28 Gün	39.8

Agrega: Çalışmada kullanılan kum 0-4 mm boyutlarında Osmaneli civarından Sakarya nehrinden alınmıştır. Çizelge 3'te kuma ait elek analizi ve fiziksel özellikler verilmiştir.

Çizelge 3. Kumun elek analizi ile fiziksel özellikleri [12]

Elek göz aç. mm	Elek Analizi					Öz. Ağır. kg/m ³	Bir. Ağır. kg/m ³
	0.25	0.50	1	2	4		
Geçen %	12.8	66	95	100	100		

Katkı Malzemesi: Çadırda düzgün yüzey ve yüksek performans sağlamak, yerleştirme zorluğunu ortadan kaldırmak için üretim aşamasında Sika'nın üretmiş olduğu normal akışkanlaştırıcı kullanıldı. Akışkanlaştırıcı kullanılmasının sebebi yüksek kaliteli harc elde etmek istenmesidir. Akışkanlaştırıcının katalogunda prizi etkilemediği, rötre ve

sünmeyi azalttığı, klorür içermediğinden dolayı betona zarar vermediği belirtilmektedir. Kullanımı çimentonun % 0.2-0.5' i kadar karışım suyuna ilave edilme şeklindedir.

Perlit: Beyaz renkte olup sudan etkilenmez, çürümez ve uzun ömürlüdür. Sterildir, hastalık yaymaz, mikrop barındırmaz ve pH'sı 6.5-7.5 arasındadır. Isıya karşı dirençlidir. Hafif olması uygulamada nakliye kolaylığı sağlar. Kokusuzdur, su tutucu ve sağlığa zararsızdır. Çizelge 4'te perlitin kimyasal bileşimi verilmiştir.

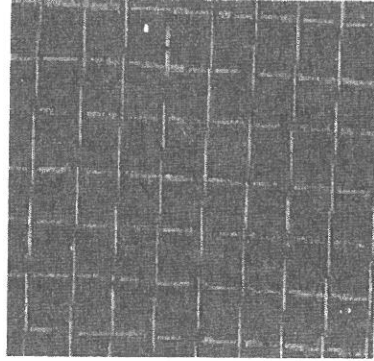
Çizelge 4. Perlitin kimyasal bileşimi [11]

Bileşen	%
SiO ₂	71-75
Al ₂ O ₃	12.5-16
NaO	2.9-4
CaO	0.5-2
FeO	0.5-14.5
MgO ₂	0.03-0.5

Su: Şehir şebeke suyu kullanılmıştır. Su içerisinde asit, alkaliler, yağlar ve çürümüş bitki ve organik maddeler bulunmamalıdır. İçilebilecek su kullanılması en uygundur.

Çubuk Demir: Çadır yapımında $\phi 12$ ve $\phi 6$ 'lık demirler kullanılmıştır. Bu amaçla sıcak çekilmiş ve yüksek çekme kuvvetine sahip (St I) demir çubuklar tavsiye edilmektedir. Soğuk çekilmiş demir kaynaklanınca sertleşip direnci azalacağından kaynak gereksinimi olmayan yerlerde kullanılabilir.

Sıva Teli: Yandaki fotoğrafta görülen sıva telleri genellikle 18 No'su en ağırı olmak kaydıyla, 18-22 No'lar arasında değişmektedirler. Çeşitli açıklıklarda bulunan bu sıva tellerinden küçük açıklıklı olanlar sıvama esnasında bazı güçlükler yaratarak betonun içinde boşluk kalmasına yol açarlar. Bu çalışmada çadır ana iskeletin kaplanmasında piyasada kolayca bulunabilen dokuma tipi kare tel kullanılmıştır.



Fotoğraf 1. Kullanılan sıva teli

Perlitli Beton Bileşimi ve Karışım Hesapları: Perlit hafif agregalı betonun dozajı 350 kg'dır. Perlit hafif agregasının en büyük boyutu 3 mm'dir. Hafif beton karışım hesapları normal betona göre biraz karışıktır. Bu karmaşıklığın nedeni hafif agregaların su emmesidir. Harç fazındaki suyun emilmesi agregalara göre de değişiklik gösterir. Hafif beton karışımı araştırılırken hafif agregalar beton üretiminde kullanılmadan önce fırın kuru durumunda idiler. Perlit agregası ön emdirme yapılmadan beton üretiminde

kullanılmıştır. Karışımlarda 300 ve 350 kg'lık çimento dozajları kullanılmak istenmiş, bu amaçla dört farklı karışım denenmiştir. Sonuçta 350 kg çimento içeren karışımla çadır yapılmıştır. Mutlak hacim yöntemine göre yapılan karışım hesabında 1 m³ perlitli betondaki malzeme miktarları olarak 350 kg çimento, 44.48 kg perlit, 222 dm³ su ve 294 kg kum bulunmuştur. Taze betonun birim hacim ağırlığı 1861 kg/m³'dür.

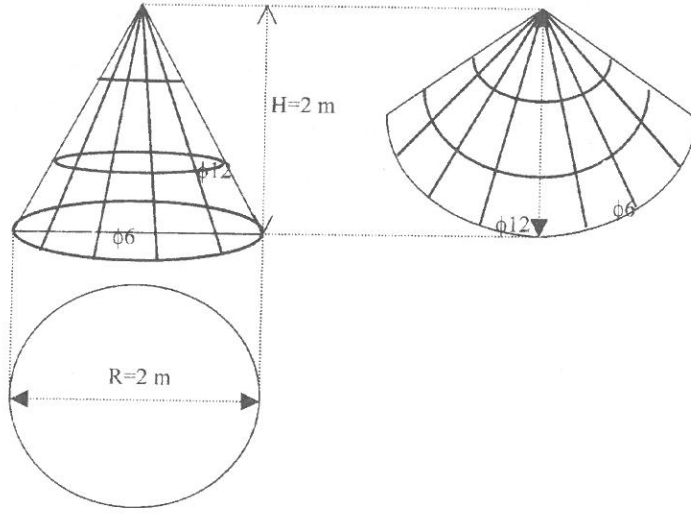
Belirlenmiş yukarıdaki karışımla 3'er adet 15x15x15 cm'lik küp ve ϕ 15x30 cm'lik numuneler alınarak betonların kaliteleri de araştırılmıştır. Bu numuneler hazırlanırken taze betonun birim ağırlığı ölçülmüş ve ortalama taze birim ağırlık 1848 kg/m³ olarak hesaplanmıştır. Yirmisekiz günlük kür süresi sonunda elde edilen sertleşmiş betonun birim ağırlığı ise 1761 kg/m³ olarak hesaplanmıştır. Sertleşmiş betonların ultrases hızı 2.33 km/sn olarak bulunmuştur. Küp numunelerde yapılan Schmidt deneyleri 14.49'lük bir yüzey sertliği vermiştir. Küp numunelerde 13.02, silindir numunelerde ise 13.43 MPa'lık basınç dayanımı bulunmuştur. Su emme değerleri ise 24 saat sonunda % 1.69 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar perlitli çadır yapımında kullandığımız betonun BS 13 kalitesinde yarı hafif bir beton olduğunu göstermiştir [13,14].

IV.2. Çadırların Planları

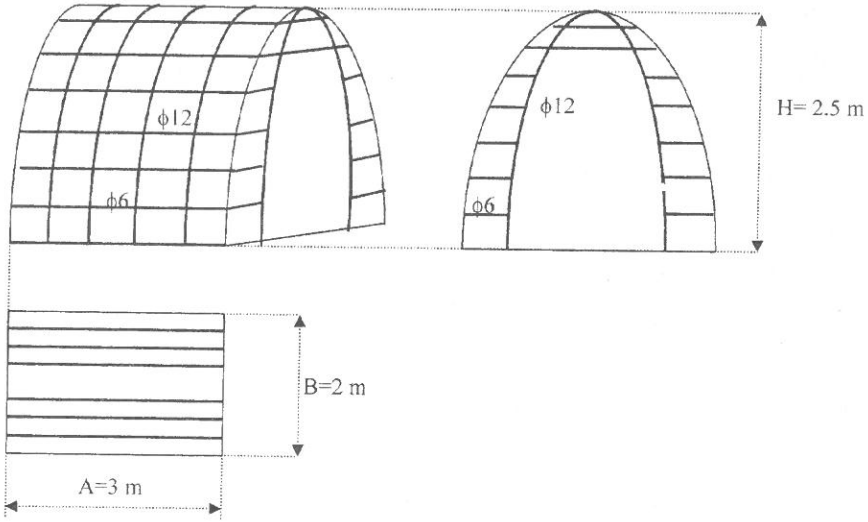
Bu çalışmada iki farklı tip çadır yapımı planlanmıştır. Böylece farklı tiplerde de çadır yapılabileceği gösterilecektir. Çadır belirli aralıklarla sıralanmış demirler üzerine iki katlı sıva tellerinin bağlanması ve tüm armatürün harçla kaplanmasıyla elde edilen beton kabuk şeklinde düşünülmüş ve aşağıdaki planlardaki gibi hazırlanmışlardır. Şekil 1 ve 2 de yapılan iki farklı çadır için kullanılan ölçüler verilmiştir.

IV.3. Çadırların İskeletinin Yapılması

Çalışmada donatı olarak ϕ 6 ve ϕ 12'lik çelik çubuklar ve kare delikli sıva teli kullanıldı. Yapılarda kullanılan St I tipindeki ϕ 12'lik düz demir çadırın ana omurgasını oluşturmak için, ϕ 6'lık demir ise ana omurgayı desteklemek için ve sıva tellerini kolayca monte edebilmek için kullanıldı. Makasla istenilen boyutlarda kolayca kesilen sıva telleri içten ve dıştan iki kat yaklaşık 3-4 cm kalınlıkta bu çubuklara bağ telleriyle monte edildi. İskelet hazırlanırken çelik çubukların montajında elektrik kaynağı, sıva tellerinin montajında ise ince inşaat teli kullanılmıştır.

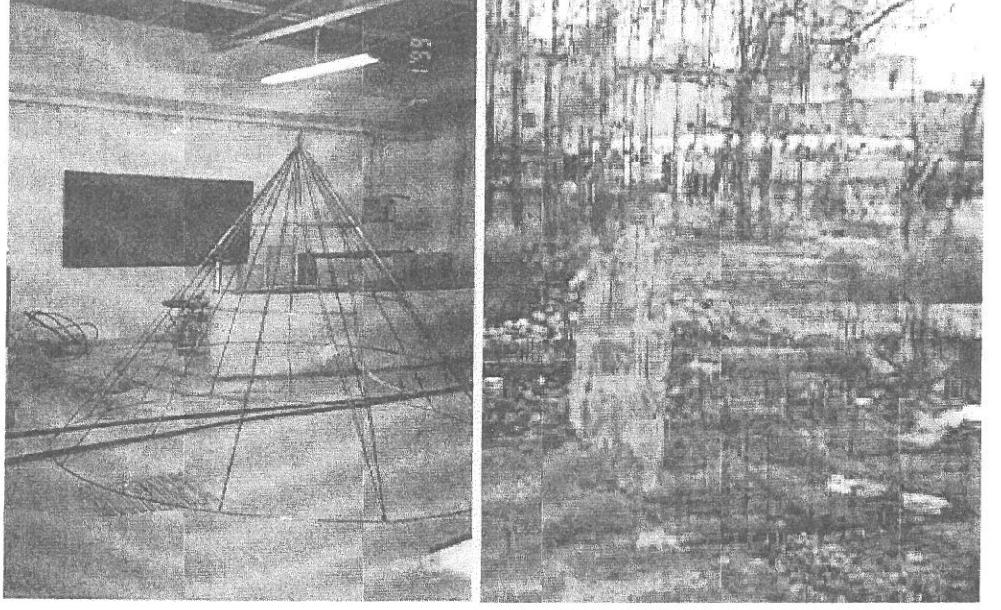


Şekil 1. Konik şeklindeki çadır planı



Şekil 2. Kulübe şeklindeki çadır planı

Bu işlem yaklaşık 3-4 saatlik bir süre almaktadır. Bu çalışmada yapılan iki farklı tipteki çadırdan birisi 2 m yüksekliğinde, 3m^2 taban alanına sahip ve konik şeklinde diğeri ise 2.5 m yüksekliğinde ve 6m^2 taban alanına sahip kulübe şeklindedir. Ferrocement çadırlar 2 kişiyle ikişer saatte hazırlanmışlardır. Fotoğraf 2'de kaynakla iskeletleri hazırlanmış ve üzerine sıva telleri bağlanmış çadır iskeletleri görülmektedir.



Fotoğraf 2. Harçla kaplanmaya hazır haldeki ferrocement çadır iskeletleri

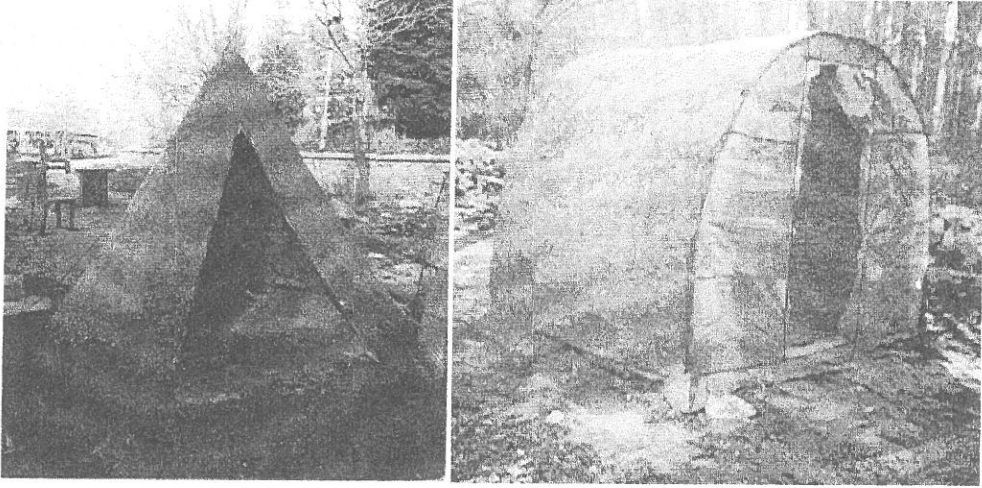
IV.4. İskeletin Harçla Kaplanması:

Donatı ve sıva tellerinin montajından sonra önce dış yüzey sıva tellerini tamamen kaplayacak şekilde boşluk bırakmadan elle sıvanmış daha sonra kuruma için dört gün bekledikten sonra su yalıtımı için dış yüz iki kat su geçirmez boya ile boyanmıştır. Daha sonra çadırın iç yüzeyi de kaplanmış ve aynı şekilde boyanmıştır. Kış koşullarında da açıkta bırakılan çadırlarda zamanla herhangi bir bozulma görülmemiştir (Fotoğraf 3).

IV.5. Çadırların Maliyeti:

Yapılan iki tip çadıra ait maliyetin hesabında malzemenin ve işçiliğin bedeli dikkate alınmıştır. Birinci tipteki konik şekilli çadır yapımında kullanılan malzemelerin toplam fiyatı 1999 yılı içinde 45 milyon TL'dir. Yapımda 10 m² tel, 2.5 torba çimento, 2 adet 12 m boyunda 12'lik düz demir ve 3 adet 2 m boyunda 6'lık düz demir kullanılmıştır. İkinci tip kulübe şeklindeki çadırdaki ise 25 m² tel, 10 adet 12 m boyunda 12'lik düz demir ve 5 torba çimento kullanılmıştır. Bunun yapım maliyeti ise 60 milyon TL'dir. Yapımda montaj ve sıvama amacıyla işçilik bedeli 10 milyon TL olarak dikkate alınmıştır. Sıvamada kullanılan harç içine katılan katkı, su geçirmezlik sağlayan boya ve

perlitin fiyatı da bu rakamların içindedir. Bu çadırlara kapı ve tabanı için yapılabilecek ilave masraflar dikkate alınmamıştır. Ancak bunlarında maliyeti en fazla 7-8 milyon TL civarında arttırabileceği tahmin edilmektedir.



Fotoğraf 3. Harçla kaplanmış iki farklı tipteki çadır

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deprem gibi ne zaman nerede olacağı hiç belli olmayan afetlerden sonra ortaya çıkacak çadır sıkıntısına çözüm olarak önerilen ve çadıra gereksinme duyan herkesin kendisinin kolayca birkaç saat içinde yapabileceği ferrocement çadır oldukça yararlı bir çözüm olarak görülmektedir. Bu çalışmada önerilen ve bazı ülkelerde uygulamaları görülen ferrocement çadırın geçici barınma amaçları için insanların güvenli bir şekilde içinde kalabileceği ve ekonomik olması nedeniyle diğer klasik çadırlara göre iyi bir alternatif olacaktır. İhtiyaç duyulduğunda bu çadırların kolayca yapılabilmesi için özel olarak hazırlanmış iskeletlerin, çimentonun, kumun ve perlitin verilmesi yeterli olacaktır. Bu amaçla sayılan bu malzemelerin önceden belirli merkezlerde hazır olarak bekletilmesi ve ihtiyaç duyulan yere gönderilmesi gerekmektedir. Böylece özellikle depremlerden sonra görülen çadır sıkıntısını kolaylıkla önlenebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Ferrocement: Applications in Developing Countries, National Academy of Sciences, Washington D.C, 1973.
- [2] L. Robles-Austriaco and R. P. Pama, Low Cost Construction Material-The ferrocement Experience, Low Cost and Energy Saving Construction Materials, Rio de Janeiro, Brazil, Envo Publishing Company, Inc., pp. 214-230, 1984.
- [3] N. Özdemir ve F. Kocataşkın, Ferrocementin tanıtılması ve Türkiye’de Uygulama Olanakları, İTÜ İnşaat Fak., Malzeme Seminerleri, ss. 1-8, İstanbul, 1984.
- [4] İ.B. Topçu, Hafif Betonla Ferrocement Kano Yapımı, S. Demirel Üniversitesi, X. Mühendislik Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, ss. 351-359, Isparta, 2-3 Haziran 1999.
- [5] F. Kocataşkın, Kompozit Malzeme Ders Notları, İTÜ, İnş. Fak., İstanbul.
- [6] K. Okşar, Genişletilmiş Metal Donatılı Ferrocementin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, İTÜ İnşaat Fakültesi, Bitirme Ödevi, İstanbul, 1984.
- [7] İ.B. Topçu, Ferrocement Teknolojisi Ders Notları, Osmangazi Üniv., Müh. Mim. Fak., İnş. Müh. Böl., Eskişehir, 1999.
- [8] İ. Seyhan, Türkiyede ve Dünya da Perlitin ve Hafif İnşaat Malzemeleri Sanayii’nin Geleceği , MTA Ens., Ankara.
- [9] N. Cilason ve İ. Balta, Perlit Beton, İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Sempozyumu, Gazi Mağusa - KKTC, C. 1, Vol. 1, ss. 572-578, 1993.
- [10] S. Akman ve M. A. Taşdemir, Taşıyıcı Malzeme Olarak Perlit Beton, I. Ulusal Perlit kongresi, Ankara, ss. 40-48, 1977.
- [11] A. Güralp, A-Perlit, YTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, ss. 1-30, 1985.
- [12] O. Gül, Perlitli Betonla Ferrocement Kano Yapımı, Osmangazi Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., İnş. Müh. Böl., Bitirme Ödevi, Eskişehir, 1998.
- [13] J. B. Hanai, D. A. O. Martinelli and M.K. Debs, Ferrocement: an Old Material for Innovative Solutions, Low Cost and Energy Saving Construction Materials, Rio de Janeiro, Brazil, Envo Publishing Company, Inc., pp. 231-244, 1984.
- [14] B.K. Paul and P.R. Pama, Ferrocement, International Ferrocement Information Center, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.