

Hafif Betonlar

Yazan :

M. Süheyl AKMAN

Yük. Müh.



Bu yazıda, dünyada «hafif beton» adı altında yapılan imalat, bu imalatın cins ve özellikleri tanıtılmaya çalışılmıştır. Hafif betonlar üzerinde kısa, mukayeseli bir tanıtım yapmanın bu malzemenin yurdumuzda daha iyi bilinmesi için lüzumlu olacağı düşünülmüştür.

Hafif betonun en önemli tatbikatı muhakkak ki mesken inşaatıdır. Mesken, hâlen memleketimizde yapılageldiği gibi taşıyıcı dört duvar ile üzerine oturtulmuş bir çatıdan teşekkül eden barınak anlamına gelemez. Mesken, insanların medenî ölçüler içinde yaşamalarını mümkün kılan; soğuğa, sıcağa, rütubete, suya, sese karşı en iyi şekilde geçirimsizliği temin edilmiş bir yapıdır; meskende geçirimsizlik vasfı, taşıyıcılık vasfı kadar önemlidir. Diğer bir açıdan ise, XX ne asırda, şehirlerde mesken, ekonomik imkânsızlıklar yüzünden aile başına, beher desimetrekaresi bir kıymet olan küçük bir ünite ve bu üniteleri 15-20 kat halinde birleştiren apartmanlar anlamına geliyor. Bu iki ana kıstasa dayanarak, bugün mesken yapan mimar ve mühendisin ilk düşünecekleri, ısı ve rutubet izolasyonunu en iyi şekilde halletmek; daha dar duvarlar ve daha yüksek binalar inşa edebilmektir, diyebiliriz. Bu çözümlerin istinat ettiği en mühim unsur tabiatıyla malzemedir. Malzeme, hassaten dolgu malzemesi, geçirimsiz olmalıdır: soğuğu, rutubeti geçirmemelidir; hafif olmalıdır: taşıyıcı aksamı fazla yük vermemelidir, işçiliği kolaylaştırmalıdır; ince duvarlar halinde inşa edilebilmelidir: yer kaybına mahâl bırakmamalıdır. Hafif betonlar bu özellikleri çoğunlukla taşımaları dolayısı ile mesken dâvasının aradığı malzemenin başında gelirler. Mesken dâvasını halle çalışan memleketimizde, yalnız bu noktadan dahi hafif betonların tanınması ve imalının zarureti belirtmektedir.

Hafif betonlar elemanları arasında bir hidrolik bağlayıcı bulunmasından gayri müşterek bir terkip göstermeyen pek çok malzeme ge-

sidine verilen bir isimdir. Bunların agregaları mineral veya organik olabilir. Mineral agregaları üç büyük kısımda (Oyuklu betonlar, hafif agregalı betonlar, boşluklu betonlar), organik agregaları iki büyük kısımda (hızır talaşlı betonlar, ahşap yongalı betonlar) mütalâ etmek mümkündür.

MINERAL AGREGALI HAFİF BETONLAR

Oyuklu betonlar (Beton caverneux, no fines concrete)

Bu betonlara boşluklu betonlarla karışmamaları için yukarıdaki ismi verdik. İnce danesiz betonlar da diyebiliriz.

Oyuklu betonların agregaları normal beton agregasıdır, bazı hallerde hafif agregalar da kullanılır. Ancak agregalar 15-20 mm hâricinde dane ihtiva etmezler, böylece daneler uçları ile birbirine temas ederek büyük boşluklu bir doku meydana getirirler. Yalnız iri agrega kullanıldığı için, sarfedilen çimento miktarı da azalır; hacmen 8-9 kısım agregaya 1 kısım çimento konulur. Prefabriğe eleman olarak fazla kullanılmazlar, daha ziyade yerinde dökülürler, vibrasyon tabiatıyla yerleştirme vasıtası olarak istimal edilemez. Kalıp olarak madenî kafesler de kullanılır. Üstleri sıvanır, ça-

tiya yakın yerleri fleksibl bir tecrit elemanı ile örtmek, toprakla temasını önleyecek şekilde subasman duvarı inşa etmek gerekir. Duvarların emniyetle taşıyacağı yük 4 kg/cm² civarındadır.

Yoğunluk, termik izolasyonluk ve basınç mukavemetleri hakkında fikir edinilmek üzere tablo 1 ve tablo 2 verilmiştir. (Bak Tablo 1-2).

İmalleri ve özellikleri yönünden fazla bir orijinallik arzetmeyen bu hafif betonların diğerlerine üstünlüğü röt ve kapıllaritetlerinin çok az oluşudur.

HAFİF AGREGALI BETONLAR

(Beton d'agregats legers minéraux, Lightweight aggregate concrete)

İsimlerinden de anlaşılacağı gibi bu betonların agregaları hafiftir ve bu sebepten hafif olurlar. Hafif agrega olarak neler kullanılmaktadır? Önce bu hususun tetkiki gerekir.

Hafif agregalar tabii veya sun'î olabilirler. Tabii olanlar tortul veya püskürük kültelidirler. Sun'î agregalar ise bazı minerallerin transformasyonları veya yan ürün ve artık malzemenin değerlendirilmesi ile elde edilirler.

Tortul külteli tabii agregalar meyanında diatome toprağı - kizelgur zikredilebilir. Bunlar kabuklarında kanakçıklar bulunan silisli fosillerdir. Öğütüldüklerinde zahir birim ağırlıklarının 0.12 - 0.55 t/m arasında değiştiği görülür, çok yük-

TABLE : 1
(Püskürük külte ile yapılmış oyuklu betonlar üzerinde)

Yoğunluk ton/m ³	Dozaj kg/m ³	28 günlük küp mukavemeti kg/cm ²
1.6	140	50
1.9	250	95

TABLE : 2

Agrega cinsi	Yoğunluk ton/m ³	Termik iletkenlik kcal/m.C.h
Çakıl	1.6	0.5
Çakıl	1.9	0.807
Püskürük mıcır	1.8	0.68
Ponza taşı	0.72	0.16
Kömür curufu	0.95	0.30

sek poroziteleri vardır (% 85 civarında) ve zayıf mukavemetlidirler. A.B.D. ve Kanada'da kil ve kireçle karıştırılarak hafif beton imalinde kullanılırlar. Daha ziyade fırın içlerinde ateş tuğlası yerine istimal edilirler.

Püskürük külteli tabi agregalar ise ponza taşları (Bimsstein, bimsbeton) ve püskürük karakterli puzolanlardır. Ponza volkanik taş, puzolan volkanik lâvdir. Anı soğuma sonucu delikli bir dokuya sahip olmuşlardır, feldspat karakterli ve sünger dokuludurlar. Ponzaların satıh delikleri tabiatıyla mahzurludur A.B.D. de bunlar ısıtılarak kendiliklerinden delikleri tıkanabilmektedir.

Sun'i agregalarda tabiatın ponzaya yaptığını insanın yapması gerekmektedir. Bu, bir genişleme (expansion) olayı ile bu genişlemeyi stabilize etmek olayı demektir. Tabiatdaki bazı maddelerin bünyesinde karbon, kükürt mevcuttur; bu elementler yüksek suhunette gaz haline gelirler; bazı maddelerin bünyesinde de kombine su kristalleri mevcuttur; bu kristal suları yüksek suhunette tebahhur ederek hava boşlukları meydana getirirler. Şu halde yapılacak iş bu evsafa malzemeyi ısıtmak, hâsıl olan gazların kaçmasını önlemektir. Malzemenin kırılmaması için ısıtma sonunda sıvı hale geçmesi, yani ergimesi şarttır. Soğutma ise yavaş ve dikkatli olmalıdır.

Minerallerin transformasyonu ile elde edilen sun'i agregalar arasında genişletilmiş kist ve killer, perlitler, vermikülitler sayılabilir.

Genişletilmiş kist (expanded shale) şekli bilhassa A.B.D. de revaç bulmuştur. 30 m uzunluğunda rotatif ve ızgaralı bir fırında aşağı yukarı % 60 silis, % 20 alümin, % 6 demir oksit, % 0.5 kireç ihtiva eden kistler 1200°C'e kadar ısıtılıp genişletilmekte, rutubetten mâsun bir mahalde bilâhare muhafaza edilmektedirler. Bunlarla istenilen eb'at, boşluk ve cidar kalınlığında agrega yapmak mümkündür. Yüksek mukavemet gösterirler.

Perlit volkanik bir camdır. Ter-

kibi takriben % 65 silis, % 10 alümin, kireç, sodyum ve potasyum oksit şeklindedir. Bunların bünyelerinde % 2 - % 5 civarında kombine su mevcuttur. Isıtma ile bu su buharlaşır, büyük bir hacim artmasına sebep olur. Bu agregaların birim ağırlıkları 0.048 - 0.640 t/m³ arasında değişir. Kırılma mukavemetleri zayıftır ve % 153 nispetinde su emenleri mevcuttur.

Vermikülit takriben % 35 silis, % 6 alümin, % 7 demir oksit, % 20 manyezi ihtiva eden helisel şekilli, mika karakterli, hararete fevkalâde dayanıklı bir agrega tipidir. Isıtma sonunda ilk hacminin 30 misli artar. Su emme bunda da fazladır (% 128). Basınç mukavemetleri düşüktür.

Sun'i agrega olarak kullanılan yan ürünler kömür curufları ve genişletilmiş letyeler (Foamed slag, üttenbims). Maşferler (kömür curufları) camsılaşmış ocak artıklarıdır. Bunlar içinde yanmamış kömür bulunmamalıdır. Ateşte % 15 kadar bir kayba müsaade edilmektedir. Serbest SO₂, miktarı % 1'i tecavüz etmemeli, serbest kireç ihtiva etmemelidir. Serbest kireci bertaraf etmek gayesiyle rutubetli mahalde muhafaza edilirler. Genişletilmiş letyeler yüksek fırından 1400°C hararete çıkan letyenin delikli kaplar içine ince tabakalar halinde dökülüp, alttan basınçlı su sevkedilmesi ile elde edilirler. Soğuduktan sonra konkasörden geçirilerek agrega haline getirilirler.

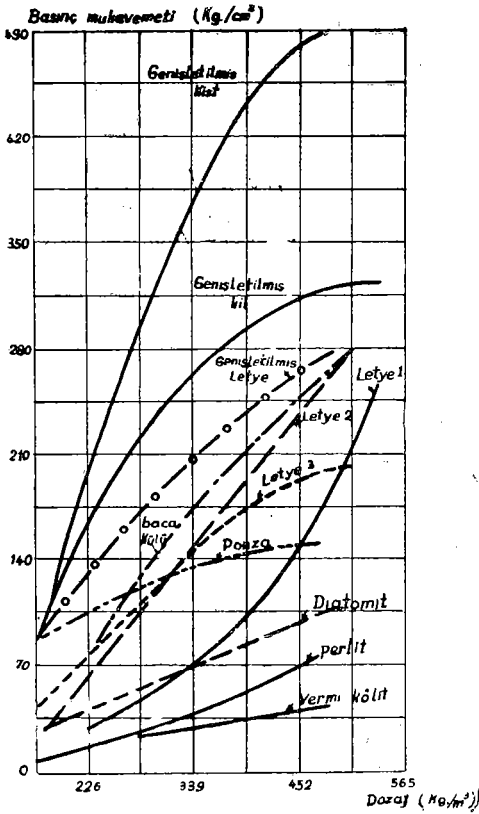
Küller, bina yıkıntı malzemesi tuğla kırıkları da sun'i hafif agrega olarak istimal edilmektedir. Bilhassa harpten çıkan Almanya bu değerlendirme sonucunda harp zararlarını faydalı bir yöne çevirmek imkânını bulmuştur. Yıkıntı malzemesi kırılır, elenir, alçı gibi muzzir aksamı ihtiva etmesi mümkün olan ince malzeme atılır. Lurgi usulünde ızgaralar üzerinde (Fritage) ameliyesine tâbi tutulur, tekrar kırılır ve tasnif edilerek kullanılır.

Beton imalinde kullanılacak hafif agregalarda umumiyetle bulunması gereken özellikler şöylece sıralanabilir: hafif olmalı, inşaatı ak-

satılmıyacak şekilde devamlı temin edilebilmeli, betonaj sırasında ezilmeyecek kadar mukavim olmalı, bağlayıcı üzerinde kimyasal etki yapmamalı, içlerindeki boşluklar 0.5 - 1 mm çapında küresel ve homojen dağılılı, irtibatsız olmalı ve az su emmeli.

Agregalar üzerindeki bu kısa bilgiden sonra betonun kendisine geçebiliriz. Hafif agregalı betonlar prefabrike elemanlar şeklinde kullanıldıkları gibi yerinde de dökülebilirler. Agregaların arzettiği özellikler dolayısıyla imalât safhasında yeterli tedbirler almak gerekir. Agregalar kırılma mukavemetlerine göre satıcı tarafından torba içinde veya kamyonla sevk edilirler. Fakat nakil sırasında kırılma olacak ve granülometri bozulacaktır. İmalât yerinde yeniden bir granülometri yapmak, betonyerde uygun bir süre tutmak gerektir. Agreganın dökülen tozları da imalâta güçlükler doğurmaktadır. Bunları ifna etmek şarttır. Karşımı veznen yapmak uygundur. Hacmen yapılan karışımlarda ince ve iri agregaları farklı düşünmek gerekir, zira bunların yoğunlukları farklıdır. Betona plâstik bir kıvam vermek için ince malzemeyi, suyu artırmak icabeder, ayrıca (vinsol resine) gibi bir plastifiyan da katılır. Bunların rötore üzerindeki menfi tesiri malumdür. Ancak başka çare pek bulunamamıştır. Agreganın su emmesi ve önceden emeceği suyun kestirilememesi, su - bağlayıcı oranını imalâtçının istediği nispette tutmasına imkân vermez. İri agregalarda önceden sulama yaparak bu orana hükmedilirse de ince agregaların poroziteleri çok belirsiz olduğundan kat'i birşey söylenemez. Bazı agregaların yaprakası dokuları vardır. Bu, betonun izotropik özelliklerini bozar, karıştırmaya bu sebeple de çok önem verilmelidir. Agregaların hafifliği yüzmelerine ve ayrışmalarına sebep olur. Sıkıştırma bazı ahvalde vibrasyonla yapılır. Vibrasyon kısa süre tatbik edilir, amplitüt ve frekans yüksek olur.

Hafif agregalı betonların basınç mukavemetlerinin yoğunluk ve dozajlarına göre değişmelerini mukayeseli olarak 1 ve 2 sayılı abaklarda görmekteyiz.



Abak : 1

Genişletilmiş kistlerde çok yüksek mukavemetler elde edilmektedir. Bu tip hafif betonlardan taşıyıcı beton ve betonarme olarak da istifade edilmektedir.

Hafif agregalı betonların izafi poroziteleri azdır. Buna sebep, dışarı ile boşlukların irtibatının olmamasıdır. Nitekim kapilariteleri normal betona nispetle düşüktür.

Bunların su emenleri hariç, diğerlerinin dona mukavemetleri oldukça yüksektir. Bu mukavemeti artırmak için çimento dozajı artırılmaktadır, ancak bu davranışın hafiflikle bağdaşmayacağı tabiidir.

Termik izolanlıkları gayet yüksektir. Termik izolanlıklar yönünden en üstün evsaf verimkülitte görülmektedir, hatta bu ateşe mukavemet şeklinde ifade edilmelidir. Verimkülitte, yüksek hararete maruz fırınların içinde kaplama malzemesi olarak istifade edilir. Malzeme yoğunlaştıkça ve rutubeti arttıkça termik izolantlığı kaybolmaktadır.

Rötre problemi hafif agregalı betonların en sıkıcı taraflarıdır. İlk 28 gün zarfında rötre fazladır, fa-

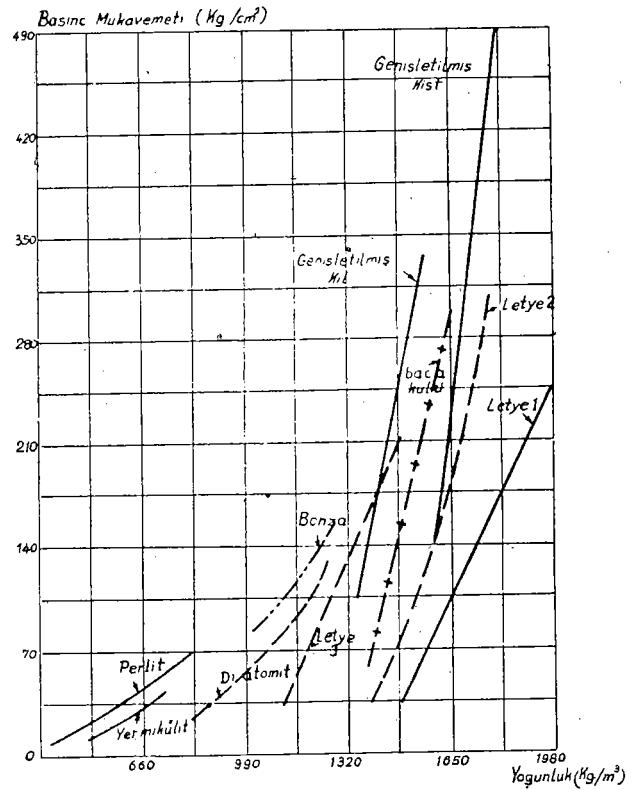
kat nihayete ermez. 100 ncü günün sonunda dahi rötreinin devam ettiği müşahade edilmiştir. Perlit ve verimkülit gibi cinslerinde 100 günde rötre 1 m de 2-4 mm yi bulmuştur.

Akustik izolanlıkları için bir şey söylenemez. Esasen boşlukların yapısı akustik geçirimsizlikte icabeden boşluklara benzemez. Ancak satırları esas emici bir malzeme durumu arzeder.

BOŞLUKLU BETONLAR (Btons cellulaires, cellular concrete)

Boşluklu betonlar sadece ince agregaya ihtiva ederler. Agregalar bir hidrolik bağlayıcı ve hatta bazı hallerde hidrolik olmayan bir bağlayıcı ile birlikte mekanik ve kimyasal usullere tâbi tutularak boşluklu betonu teşkil ederler. Bünyelerinde % 60 nispetinde küresel, irtibat-sız eşit boyutlu ve şekil değiştirmeyen boşluklar mevcuttur.

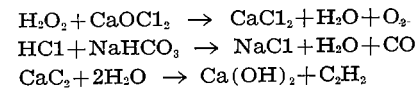
Boşluklu betonlar imal prensiplerine göre gaz beton, köpük beton veya sertleşme şekillerine göre havada sertleşmiş beton, otoklavda



Abak : 2

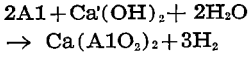
sertleşmiş beton şeklinde tasnif edilebilirler.

Gaz betonları harç içinde meydana getirmekle imal edilirler. Bunun için birbirine tesir eden ik madde harç içine katılabilir; harçta ki serbest kireç veya alkaliye tesir eden bir madde ilâve edilebilir. Pel kullanılmamakla beraber bir ücün cü usul hidratasyon ısısından istifade ederek organik mayaları, veya laktik maddeleri fermante ettirmel şeklidir. Hâlen yeryüzünde 100'e yakın patent mevcuttur. Bunlara he an bir yenisini ilâve etmek de mümkünür. Yapılacak, yeni bir icatta ziyade eski icatların eksik yönleri ni gidermek olmalıdır. Aşağıda ve rilen reaksiyonlar halen taammün etmiş birkaç çözüm şeklini göstermektedir :



Bu reaksiyonlar birbirine etkileyen iki maddenin harca karıştırılmış hâline aittir. Ancak en çok kullanılan ve Ytong Siporex gibi meşhur fabrikaların imalleri olan boşluklu

betonlar, kirece veya hidrolik bağlayıcının serbest kirecine alüminyum tozu ile etki yapmakla imal edilirler. Basit olarak bu reaksiyon şöyledir :



Bu tarz boşluklu betonlarda kullanılan bağlayıcı tabiatıyla çok mühimdir. Çimento normları, çimento muhtevasını azamî ve asgarî hadlerle belirtirler. Halbuki boşluklu beton işlerinde bu muhtevalar tespit edilmiştir, her defasında aynı kalması şarttır. Bilhassa alkali yüzdesindeki bir değişim hasıl olacak H_2 gazının miktarı üzerinde büyük tesir icra eder. Keza çimento incelik modülü de hassasiyetle tespit edilmiştir. İncelik modülünün değişmesi hidratasyon ısısına, bu da boşluk eb'adlarına, gazların genleşerek kaçmalarına tesir eder. Şu halde her memlekette o memleketin malzemesi ile yapılacak gaz betonları için farklı terkipler bulunacağı tabiidir.

Köpük betonlar çalkalama ile köpük hâsıl eden maddelerin harca veya harç suyuna katılması ile elde edilirler. Böylece betonyerde veya kalıpta köpük hâsıl edilir. Köpüklerin kaçmasını önlemek için vinsol resine, silis jeli, naftalin sülfositleri gibi stabilizatörler ilâve edilir. Köpük betonlar betonyerde uzun tutuldukları müddetçe boşlukları artar. Gaz betonlarda durum aksine olur, zira karışma işinin uzaması homojenliği artırarak, betonun keşifleşmesine sebep olur.

Boşluklu betonlarda agrega inceliği, cinsi ve su miktarı iki önemli faktördür. Agregalar inceleştikçe kabarma ihtimali artar. 0 - 1 mm arasında silisli agregalar tercih edilmelidir. Agregalar bitümlü şistler de kullanılmaktadır. Malzeme çok ince olduğu için vibrasyon iyi netice vermemektedir. Bu sebeple iyi bir yerleştirme yapmak için su miktarını artırmak gerekmektedir. Su - bağlayıcı oranı ikiden aşağı olmuyor. Kimyasal etkileri yüzünden suyun sertliği de önemlidir. Su, gaz betonlarda reaksiyona girdiğinden miktarı bu yönden de ehemmiyet arzettiğindedir.

Boşluklu betonların imali iki

safha arzeder : karışımın yapılması, sertleşme. Karışımın bir kısmı özellikleri hakkında yukarıda izahat verildi. Bunlara ilâveten birkaç hususta daha açıklama yapılabilir. Betonların döküm işi sabit hararetili atölyelerde yapılır. Atölye harareti reaksiyon sırasında husule gelen iş hararete muvazî olarak ayarlanır. Atölye hararetinin az olması halinde yüzey gerilimi betonun kalıp ortasında çökmesine, cidarlara yapışmasına sebebiyet verir. Buna mukabil hararetin çok olması ise gazların kaçması problemini ortaya çıkarır. Atölyedeki kalıplar münferit veya kolektif olurlar. Kolektif kalıplardaki elemanlar sertleşmeden önce veya sonra kesilirler. Rötrenin fazla oluşu büyük eb'atta imalatı güçleştirir. Boşluklu beton elemanların yükseklikleri, karışımın homojenliğinin temin edilme güçlüğü dolayısı ile tahdit edilmiştir. Kalıp yüksekliği azamî 50 cm dir. Kum daneleri, aksî halde, dibe çökerek farklı yoğunluk ve mukavemette bir malzeme teşekkülüne sebep olurlar. İmalâtın ikinci safhası olan sertleşme, boşluklu betonları ikinci bir tasnife sokacak kadar ehemmiyetlidir. Sertleşme havada veya otoklavda olur. Havada sertleşen betonların mukavemetleri düşük, rötrelere büyük olmaktadır. Bilhassa rötreye yüzünden imalatı uzun

müddet bekletmek zarureti belirir. Bu ise büyük stok alanlarına ihtiyaç gösterir. Gene aynı sebeple kullanılan kalıplar münferit olmalıdır. Otoklavda sertleşme Michaelis'in siliko kalker tuğlalara tatbik ettiği metodun aynıdır. 175°C hararete, 8 atmosfer basınçta ve tamamen suya doymuş bir ortamda silis ve kalkerin birleşmesi temin edilir. Bilindiği gibi SiO_2 , CaO çimentoda atıl bir maddedir ve hidratasyona girmez, ancak yukarıda izah edilen ortam ve şartlar temin edilince SiO_2 , CaO sertleşir. Ytong boşluklu betonları bu şartlar tahtında imal edilmektedir. Reaksiyon şekline de anlaşılabacağı gibi bu usulde imal edilen betonların agregaları silislidir. Otoklavda sertleşme 24 saatte sona ermekte ve nihai rötreye sertleşme sonunda elde edilmektedir; mukavemette de diğerlerine nispetle çok üstündür.

Boşluklu betonların özellikleri arasında en mühimleri basınç ve çekme mukavemetleri, ısı iletkenliği ve rötredir. Mukavemetler betonun homojenliğine, dozajına, kesafetine ve sertleşme şekline bağlıdır. Son senelerde kesafetten biraz fedakârlık etmek şartı ile 180 kg/cm² kadar basınç mukavemeti elde edildiği bir vâkıdır. Bir fikir vermek üzere Grafın çalışmalarına istinat eden aşağıdaki tabloları vereceğiz.

Bu tablolarda dozajlar agregaya nispetle verilmiştir.

TABLO : 3
KÖPÜK BETON, İPORT

100°C de kurutulmuş birim ağırlık (t/m ³)	1.14	1.02	0.95
Çimento dozajı kg/m ³	280	244	227
28 günlük küp mukavemeti (kg/cm ²)	30	17	11

TABLO : 4
HAVADA SERTLEŞMİŞ GAZ BETON, H_2 , O_2 İLE İMAL EDİLMİŞ

100°C de kurutulmuş						
B. ağırlık (t/m ³)	0.78	0.69	0.69	0.74	1.02	0.81
Çimento nev'i	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	Y. F.	M.
Çimento dozajı	272	246	243	257	355	264
28 günlük küp mukavemeti kg/cm ²	19	19	17	19	46	19

P₁, P₂, P₃, P₄ dört ayrı fabrikanın normal sun'î portland çimentosudur.
Y. F. yüksek fırın çimentosu.
M. metalürjik çimento.

TABLO : 5
(Otoklavda sertleşmiş gaz beton, H_2 , O_2 ile imal edilmiş, tecrübelerde normal sun'î portland çimento kullanılmıştır, çimento agregası nispeti 1/3 tür)

100°C de kurutulmuş					
B. ağırlık (t/m ³)	0.75	0.68	0.77	0.92	0.70
Agrega nev'i	kuvartz	şist	unu	kalker	letye bitümlü ş.
Çimento dozajı (kg/m ³)	263	275	281	288	295
3 günlük küp mukavemeti (kg/cm ²)	48	33	3,6	32	32

TABLO : 6

(Otoklavda sertleşmiş gaz beton, kireç ve A1 tozu ile imal edilmiş, agrega olarak bitümlü şist kullanılmıştır.)

Birim ağırlık (t/m³)	0.82	0.88	0.82
Kireç dozajı (kg/m³)	39	85	115
A1 tozu (gr/m³)	190	210	115
5 günlük küp mukavemeti (kg/cm²)	27	85	200

TABLO : 7

(Otoklavda sertleşmiş gaz beton, kireç ve A1 tozu ile imal edilmiş, agrega olarak kuvarz unu kullanılmıştır.)

Birim ağırlık (t/m³)	0.73	0.70	0.64	0.65	0.66	0.76
Kireç dozajı (kg/m³)	372	346	125	161	234	265
1 günlük küp mukavemeti (kg/cm²)	21	77	68	92	149	176

Bu tablolarda verilen değerler tabiatıyla kat'i bir kıymet ifade etmemektedirler. Deney şartlarındaki, miktarlarındaki cüz'i değişmeler nihai değerler üzerinde büyük değişiklikler yapar. Bu hususun gözden uzak tutulmaması gerekir.

Boşluklu betonların ısı iletkenliği de Graf'ın çalışmalarını özetliyerek tablo 8 de gösterildi.

TABLO : 8

Kuru birim ağırlık (t/m³)	0.45	0.78	1.05	1.26
10°C hararete geçirgenlik (kcal/m.h.°C)	0.085	0.181	0.36	0.76

Boşluklu betonların rötrelerinin çok olduğu muhtelif vesilelerle izah edildi. Otoklavda sertleşmenin buna olan müspet tesirinden de bahsedildi. Tablo : 9, rötrenin zamana ve sertleşme şekline, göre inkişafını göstermektedir.

TABLO : 9

Rötre m de mm cinsinden

Gün/Kuru birim Havada sertleşmiş Otoklavda sertleşmiş Ağırlık (t/m³)

	0.65	0.85	1.05	0.65	0.85	1.05
2	0.34	0.40	0.30	0.10	0.12	0.11
15	1.56	1.20	0.82	0.40	0.26	0.11
23	1.65	1.38	0.90	0.40	0.30	0.11
100	2.00	1.60	0.99	0.40	0.30	0.11

Boşluklu betonların diğer özellikleri arasında su emme özelliğini, ateşe mukavemetlerini, akustik izolasyonlarını zikredebiliriz. Boşluklu betonlar su geçirmezler. Su emmeleri gaz basınçlarının su basıncına eşit olmasına kadar sürer. Ateşe mukavemetleri yoktur, yüksek hararete içlerindeki gazlar genişleyerek malzemenin harabiyetine sebep olurlar.

Boşluklu betonlar, termik izolasyon, dolgu malzemesi, örtü malzemesi, taşıyıcı blok ve armatürlü dallar şeklinde prefabrike olarak kullanılmaktadır.

ORGANİK AGREGALI HAFİF BETONLAR

Hizar Talashlı Betonlar

Testere veya hizar talası tesmiye edilen ince talas ununu bir çimento ile karıştırarak hazırlanan

hafif betonlara bu ismi verdik. Kullanılan çimento portland veya manyezi çimentosu olabilir.

Ekonomik yönden talasın yan ürün olması tabiidir. Ayrıca talasın terkinde çimentoya tesir edecek elemanlar bulunmamalıdır. Tanen esansı böyle bir unsurdur, bu sebepten meşe, kestane, karaağaç, söğüt ağaçları kullanılmaz. Keza rutubetle ahşap çimentoya zararlı hümmik aside tahavvül eder, bunu önlemek için talasın mineralize edilmesi lazımdır. Mineralizasyon, kireç kaymağı, sodyum silikat, veya bitüm emülsiyonu ile yapılır. Talasın 1-5 mm lik elemanlardan teşekkül eden bir granülometrisi olmalıdır. Daha ince elemanlar rötreyi, daha büyükleri su emmeyi artırırlar.

Hizar talashlı betonlara sağlam-

lık temin etmek gayesi ile kum katılır. Bunların basınç mukavemetleri hakkında fikir edinilmek üzere tablo 10 verilmiştir.

Tablo 10

Dozaj (kg/m³)	Birim ağırlık (t/m³)	Basın mukavemeti (kg/cm²)
240	0.58	5
500	0.93	9
750	1.18	20

Daha yüksek basınç mukavemetleri de elde edilmiştir. Mesela kesafeti 1.2 tm³ olan bir betonda 28 gün sonunda 140 kg/cm² mukavemete ulaşılabilmiştir.

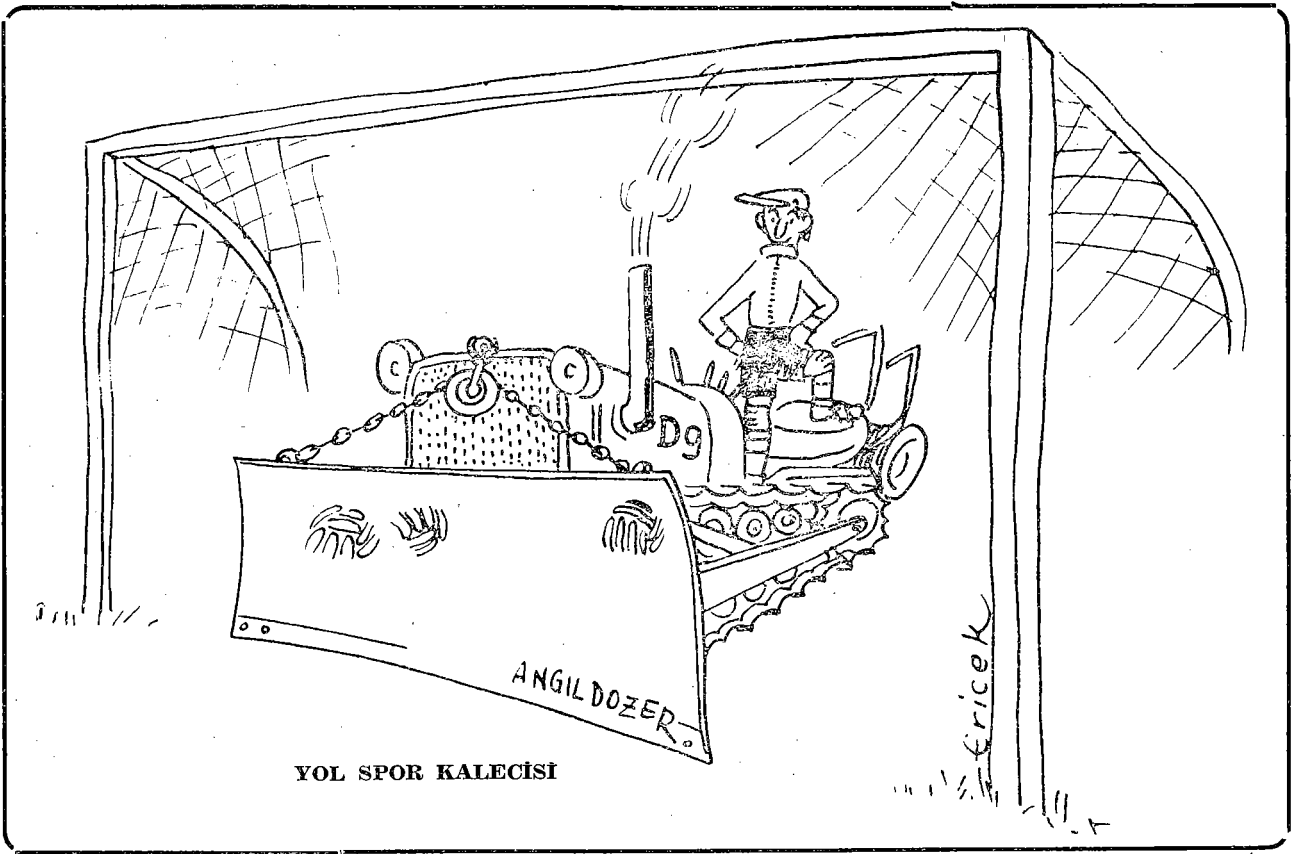
Hizar talashlı betonların yoğunlukları 0.6 t/m³ ile 1.6 t/m³ arasındadır, rötreleri çok büyüktür. Higroskopik oluşları rötre tehlikesini bilhassa artırır, sıvanmadan dış tesirlere maruz bırakılamaz, termik izolasyon yönünden diğer hafif betonlar kadar mükemmel değildir.

Bu cins hafif betonlar yer döşemesi (manyezi çimentosu ile imal edilen Xylolith) pano ve blok halinde bölme elemanı, döşeme ve parkeler için altlık, prefabrike kapılar ve madeni boya katılmış renkli sıva olarak kullanılmaktadır.

Ahşap Yongalı Betonlar

Bu betonların hizar talashlı betonlardan farkı agregasının yonga haline getirilmiş ahşaptan ibaret olmasıdır. Bunlarda da bağlayıcı, portland, manyezi çimentosu, ergimiş çimento, alçıdır. Bağlayıcı madde manyezi çimentosu ise Herakli, adını alırlar. Heraklit Avusturya ve Almanya'daki bir firmanın bunlara verdiği ticari isimdir. Normal çimento ile yapılanlara fibraglos denilmektedir.

İmalâtta önce ahşap yongalara ayrılır, bilâhare mineralize edilir. Bağlayıcı ile karıştırıldıktan sonra elemanlar dökülür. Priz esnasında elemanlar preste sıkıştırılır. Ancak heraklitte manyezi çimentosunun süratle priz yapması sebebiyle imalât daha esaslı olmaktadır. Heraklit 500°C de band halinde devamlı imâl edilmekte, 1/2 saat zarfında preste tutulup istenilen ebatta kesilmektedir.



YOL SPOR KALECİSİ

Ahşap yongalı betonların yoğunluğu 0.4 - 0.5 t/m³ tür. Termik iletkenlikleri ise 0.07 - 0.08 kcal/m. h°C civarındadır, nem miktarı arttıkça iletkenlik kabiliyeti de artar. Çürüme heraklitte ancak hafif bir renk değişimine sebep olur, fibragloslarda ise renk değişimi çok şiddetlidir, malzeme ayrıca kırılgan bir karakter alır.

Bu betonlar plâk, delikli hurdi şeklinde prefabrike elemanlar halinde kullanılmaktadır.

Organik agregalı betonlar tabiatıyla yukarda zikredildiği gibi sadece ahşap esash değillerdir. Ketten, şeker kamışı, buğday, arpa, pirinç sapları ile imâl edilmiş maruf hafif betonlar mevcuttur.

Hafif betonlar üzerinde tabiatıyla daha etraflı ve derin malûmat vermek mümkündür. Ancak yazının başında da izah edildiği gibi güdülen hedef imkân ispetinde bütün hafif betonların bir takdimini yapmaktır. Son olarak gayet kaba bir takribiyle hafif betonların en önemli özellikleri olan yoğunluk, basınç mukavemeti, ve termik iletkenliklerini hülâsa eden tablo 11 verilmiştir. İlâve edilmesi gereken bir husus da, hafif betonların hemen hemen hepsinin sahip oldukları kesilebilme, çivi çakılabilme kabiliyetidir. Bu özelliği müşterek bir özellik olarak kabul etmek mümkündür.

Memleketimizde bazı hafif betonlar imâl edilmekte, bazılarının

ila imâline çalışılmaktadır. Yalnız bilhassa unutmamak gerekir ki hafif beton imâlî itina ve bilgi isteyen bir iştir ve yüksek evsaflı bir hafif beton imaline girişmek büyük sermaye istemektedir. Hafif beton kullanmanın inşaatta sağladığı ekonomi halen cüz'îdir, ancak sağladığı geçirimsizlik üstünlüğü, işletme ekonomisi yönünden temin ettiği avantaj, klasik yapı malzemesi ile mukayese edilemeyecek derecede üstündür.

Hafif betonlara gerek inşaatçıların, gerek inşaat malzemesi imalatçıların ehemmiyet vermeleri, bu malzemeyi aramaları ve bu malzeme için yatırım da bulunmaları, Türkiye'nin kalkınmasında önemli bir merhaleinin aşılması olacaktır.

Tablo 11

Cinsi	Yoğunluk (t/m ³)	Basınç mukavemeti (kg/cm ²)	Termik iletkenlik (kcal/m.h.°C)
Oyuklu beton			
Ağır agregalı	1.6-1.9	50-100	0.5 -0.7
Hafif agregalı	0.8-1.1	25- 30	0.2 -0.3
Hafif agregalı beton			
Hist ve kil	0.9-1.6	100-400	0.2 -0.4
Ponza ve letye	0.8-1.3	40-250	0.15-0.25
Vermikülit	0.7 den az	15- 35	0.07-0.15
Boşluklu beton			
Havada sertleşmiş	0.5-0.8	10- 50	0.09-0.20
Otoklavda sertleşmiş	0.5-0.8	20-100	0.09-0.20
Fibraglos	0.4-0.5	-	0.07-0.08

Bibliyografya

- J. P. Levy, Les béton légers — Confections, propriétés, emplois — Editions Eyrolles, Paris 1955.
- Otto Graf, Les bétons Légers - béton au gaz, béton moussé, béton léger de chaux - Traduction française de A. Bouchet, Editions Eyrolles, Paris.
- Rudolph C. Valore Jr. Cellular Concrete — Journal of The American Concrete Institute, May-June 1954.
- R.I.L.E.M. Symposium on steam-cured light weight concrete, Chalmers Tekniska Högskola - Göteborg Sweden.