

POMZANIN İZOLE MONOLİTİK MALZEME İMALİNDE KULLANILMASI

Günnur ULUSOY*

ÖZ.- Bu çalışmada; Pomza, genişletilmiş perlit ve diyatomit ile portland çimentosu içeren monolitik refrakter malzemelerin geliştirilmesine ilişkin deney sonuçları verilmiştir. Andreasen eşitliği doğrultusunda üç farklı agrega iriliği kullanılarak ASTM standartlarına uygun N sınıfı izole monolitik refrakter bileşimlerin elde edilmesi denlenmiştir. Pomza örneğiyle genişletilmiş perlit ve diyatomit örneklerinin analizleri yapılmış; ASTM standartlarına uygun olarak hazırlanmış deney numunelerinin kuruma ve 925 °C pişme sonrası hacim ağırlıkları, küçülme değerleri ve pişmiş dayanımları belirlenmiştir. ASTM sınıflandırma standardı ile kıyaslamak üzere yapılan değerlendirmede en iyi değerler olarak kuruma sonrası hacim ağırlığı 0.94 g/cm³, 925 °C sonrası pişme küçülmesi - %1.7 ve soğukta basınç dayanımı ise 19 kgf/cm² olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Pomza, monolitik, izole, refrakter.

GİRİŞ

Pomza volkanik bir kayaç türü olup, gözenekler çoğunlukla birbirleri ile bağlantılı değildir. İçerdiği gözenekler göz ile görülebilecek boyutlardan mikroskobik boyutlara kadar sayısız olup, her biri camsı bir zarla yalıtılmıştır. Bu yüzden hafif, suda uzun süre yüzebilen, izolasyonu yüksek bir kayaçtır.

Asidik ve bazik volkanik faaliyetler sonucunda iki tür pomza oluşmaktadır. Asidik pomzanın yoğunluğu 0.5-1 g/cm³, bazik pomzanın yoğunluğu 2 g/cm³ olup bunların kimyasal farklılıkları çizelge 1'de sunulmuştur.

Pomzalar, gözenekli yapılarından dolayı yüksek gözenekli yapıya sahip olmalarına karşın, gözeneklerinin birbiriyle bağlantılı olmamalarından dolayı düşük geçirgenliğe sahiptirler ve bu nedenle su üzerinde çok uzun süre yüzebilirler. % 2-3 gibi bir neme sahip olduklarında çok zor kırılmalarına karşın sıfır rutubette kolay kırılırlar. Sertlikleri esasen toz halinde önemlidir. Pomza, kayaç olarak sert olmasa da toz malzeme olarak çeliği aşındıracak sertliğe sahiptir.

Yoğunlukları, ısı ve ses yalıtkanlıkları, düşük

geçirgenlikleri, uygun basınç dayanımları ve uygun elastisite modülleri dolayısıyla pomzalar, agrega olarak hafif beton blok yapımında ve yalıtımlı hafif yapı malzemelerinde geniş ölçüde kullanılırlar. Pomza taşı ile, 1040-1440 kg/cm³ birim ağırlığında ve 3.5-24.0 MPa basınç dayanımında hafif beton üretilebilmektedir. Pomzalı betonların normal betona göre çok daha hafif olmalarından dolayı taşınma, kullanım ve işçilikte önemli tasarruf sağlanır. Ayrıca, pomzalı betonların kullanılması ile temele aktarılan yük azalır ve yaklaşık % 17 oranında inşaat demiri tasarrufu sağlanır. Isı ve ses yalıtkanı olarak ise normal betondan 4 kat fazla izolasyon kalitesi sağlarlar. Pomza katılımı ile betondaki terleme olayında büyük oranda azalma meydana gelir (Üzel, sözlü görüşme, 2000).

Pomza esaslı ürünler ateşe dayanımlıdır, küflenmeye ve haşereye karşı dirençlidirler. Yangına dayanımlı (erime: 1230 °C'de) olduklarından normal betona kıyasla daha emniyetlidirler.

İnce taneli, saf, beyaz, sert, hafif ve nötr pomzalar, doğal puzzolan olarak portland çimento üretiminde mineral katkı olarak kullanılırlar. Bilindiği gibi çimentonun su ile reaksiyonu sonucunda bir miktar Ca(OH)₂ açığa çıkmaktadır.

* MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı, 06520 ANKARA

Çizelge 1- Asidik ve bazik pomzaların genel kimyasal bileşimleri.

Kimyasal bileşim	%SiO ₂	%A ₂ O ₃	%Fe ₂ O ₃	%CaO	%MgO	%Na ₂ O+K ₂ O	A.K
Asidik Pomza	70	14	2,5	0,9	0,6	9	3
Bazik Pomza	45	21	7	11	7	8	1

Pomza, kalsiyum hidroksit ile reaksiyona girerek bağlayıcı jeller oluşturur. Kalsiyum hidroksitin tüketilerek yeni jellerin oluşumu sertleşmiş çimento hamurunun mekanik özelliklerini geliştirir ve dayanıklılığını artırır. Puzzolan olarak kullanılan pomzaların tümü pumisitdir.

Pomza ve skoryalar (bazik pomza), ayrıca kara yollarında dolgu maddesi ve kaplama olarak ve yapıarda dekoratif taşlar olarak ve ayrıca erozyon kontrolünde de kullanılırlar. İnce taneli ve kimyasal olarak nötr (pH: 7.2) pomzaların filtre özellikleri vardır. Su, meyve suyu, meşrubat, yağ ve yakıt filtrelerinde kullanılırlar. Pomzalar yüksek gözeneklilikleri, düşük geçirimsizlikleri ve geniş iç yüzey alanları nedeniyle önemli absorban malzemedirler. Katalizör taşıyıcı olarak, asit yıkamada, yer temizlik ürünlerinde, tavuk çiftliklerinde taban yaygısı olarak, yağ kolektörlerinde, tarım ve böcek ilaçlarında bu özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılırlar.

Pomzalar kırılgenlikleri, sertlikleri nedeniyle aşındırıcı olarak; el sabunlarında, temizlik malzemelerinde, kozmetik temizleme ürünlerinde, diş parlatma tozlarında, katkı olarak silgilerde, ayrıca ızgara temizleyiciler olarak, televizyon tüpü camlarının parlatılmasında ve tekstilde, kot giysilerinin ağartılması ve yumuşatılmasında ve dericilikte kullanılırlar.

Kot giysi sektöründe kullanılan pomzaların beyaz renkli, kırılgenlik dayanımları yüksek, kuru gözenekli, Al₂O₃ oranları % 18' den az olmaları

ve mika içermemeleri istenir. Kumaşları yırtmaması için tekstil pomzasının köşeleri yuvarlatılmış olmalıdır. Kot ürünlerinin yıkanmasında bir ürün için yaklaşık 0.5 - 1 kg pomza tüketilir (Köktürk, 1997; Kuşçu, 1987; Sarız ve Nuhoğlu, 1992).

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Pomza, ülkemizde de bol miktarda bulunan, düşük refrakter özelliğine rağmen doğal gözenekliliği olan ve bu özelliği nedeniyle yalıtım amaçlı kullanılabilen bir ham maddedir. Pomzanın kullanım alanı genellikle yapı sektörü olmuştur (İsker, 1999; Köse ve diğerleri, 1997; Şentürk ve diğerleri 1995). 900-1000 °C ye kadar varan sıcaklıklarda yüksek sıcaklık gerektirmeyen metalürjik işlemlerde çalışma astarına komşu izolasyon malzemesi olarak pomza içeren dökme monolitik malzemeler geliştirilmeli ve denenmelidir. Bu bağlamda pomza ve Portland çimentosu içeren monolitik refrakter malzemelerin geliştirilmesine ilişkin çalışmalar yapılmıştır.

İncelenen pomza numunesi Soylu Madencilik AŞ'den temin edilmiş olup, mikroskopla yapılan petrografik analizinde; 2-4 mm ve 4-8 mm fraksiyonları pomza karakterli vitrik tuf %100 olarak belirlenmiş; 0-2 mm fraksiyonu ise %54.85'i pomza karakterli vitrik tuf, %29.04 yüzey kayaç parçaları, %8.06 ayrılmış kayaç parçaları, %1.61 derinlik kayaç parçaları, %3.22 cam parçaları, %1.61 litik tuf parçaları, %1.61 plâjyoklâz parçalarından oluşmaktadır.

Bu fraksiyonların kimyasal birleşimleri çizelge 2 de verilmektedir.

Fraksiyonların gevşek birim hacim ağırlıkları TS 3529 (1980, Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini)'e göre tespit edilmiş ve 0-2 mm: 0.76 g/cm³; 2-4 mm: 0.49 g/cm³; 4-8 mm: 0.44g/cm³ olarak belirlenmiştir.

Deneylerde kullanılan geliştirilmiş perlit, Eti Holding A.Ş.'ye ait Etiper'den temin edilmiş olup; perlitin gevşek birim hacim ağırlığı; -2+1 mm: 0.052 g/cm³ , -1+0.5 mm: 0.036 g/cm³ dür. Gen-

leştirilmiş perlitin refrakterliği 1200 °C olup, kimyasal analiz sonuçları çizelge 3'de verilmiştir.

Deneylerde kullanılan diyatomit Haznedar AŞ'den temin edilmiş olup mikroskopla yapılan mineralojik analizinde örnekte; vitrofir parçalar, kuvars, plâjiyoklâz ve piroksen kristal parçaları ile killeşmiş, silisleşmiş kayaç parçaları izlenmiştir. Diyatomitin gevşek birim hacim ağırlığı; -0.1 mm: 0.577g/cm³ olarak belirlenmiştir. 1250 °C' de eriyen diyatomitin kimyasal analiz sonuçları çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 2- Deneysel çalışmada kullanılan pomza fraksiyonlarının kimyasal analiz sonuçları

Fraksiyon	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CAO (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	A.Z. (%)
0-2 mm	66,6	0,4	4,9	2,4	2,2	13,0	0,1	3,1	3,4	3,9
2-4 mm	71,5	0,1	1,8	0,9	0,2	12,9	0,1	4,3	3,4	4,3
4-8 mm	72,0	0,1	1,8	0,9	0,1	12,9	0,1	4,3	3,6	4,0

Çizelge 3- Deneysel çalışmada kullanılan geliştirilmiş perlitin kimyasal analiz sonuçları

SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Na ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	TiO ₂ (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	A.Z. (%)
71,05	17,90	3,60	0,90	0,20	<0,05	3,40	0,85	2,0

Çizelge 4- Deneysel çalışmada kullanılan diyatomitin kimyasal analiz sonuçları

SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Na ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	TiO ₂ (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	A.Z. (%)
68	13	0,3	1,6	3,8	0,6	2,2	3,5	<0,1	7,30

Harmanlarda KPÇ 32.5 tipi katkıli Portland çimentosu kullanılmıştır. Kullanılan su, 20-27 °C çeşme suyudur.

Yöntem

Harmanların hazırlanmasında ağırlıkça %80 pomza+ %20 Portland çimentosu kullanılarak, seramik malzemeler için kabul gören $n_1=0.33$, $n_2=0.37$, $n_3=0.50$ değerlerine göre 3 farklı tane dağılımı belirlenmiştir. Bu tane dağılımları şekil 1 de verilmiştir. Pomza granülasyonunda optimum paketleme için Andreasen eşitliğinden yararlanılmıştır.

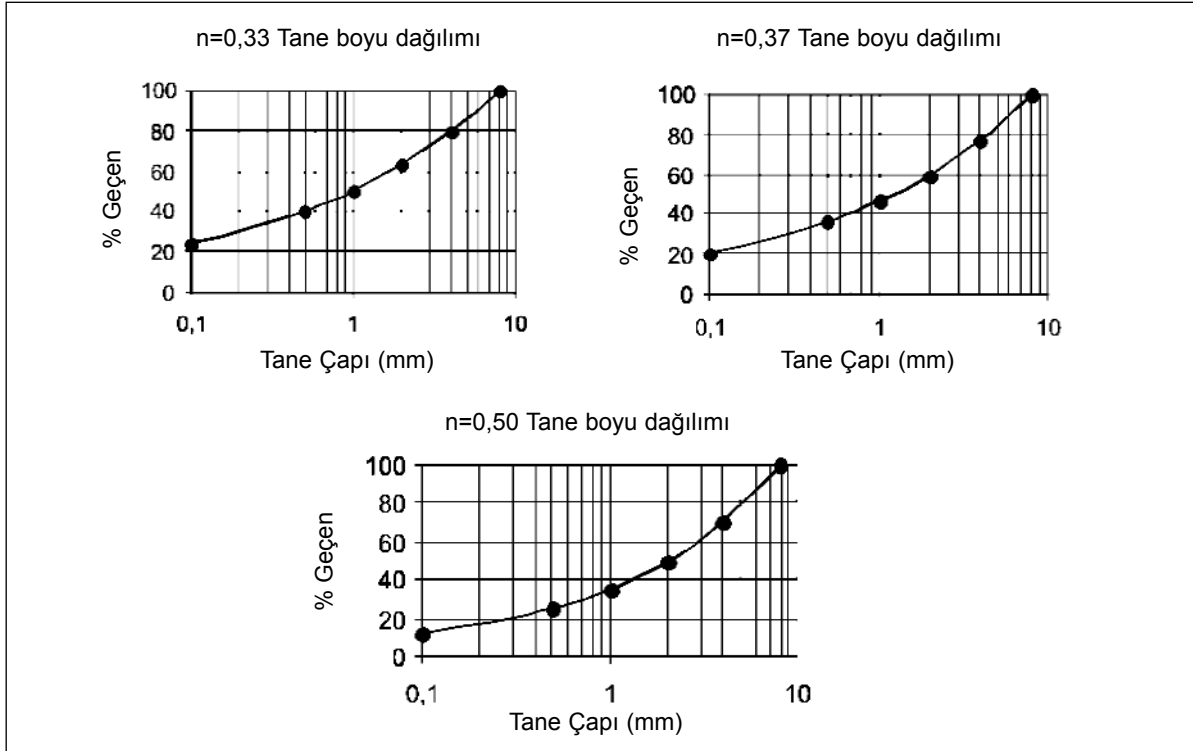
$$y=100(d/D)^n$$

Eşitlikte;

- y : Boyutu d' den küçük malzemenin ağırlık yüzdesi, (%)
D : Karışımdaki maksimum tane boyutu, (mm)
n : Ampirik bir parametredir.

Bu şekilde %80 pomza + %20 çimento ile hazırlanan pomza granülasyonunda optimum paketleme için $n=0.50$ tane dağılımına göre ASTM-C 401 sınıfına en yakın değerler elde edilmiştir (İnel ve diğerleri, 2001). N sınıfı ürün için maksimum %1.5 küçülme verecek sıcaklık 925 °C olup, kurutma sonra maksimum hacim ağırlığı ise 0.88 g/cm³ olarak verilmiştir. $n_3=0.50$ ile 925 °C'de elde edilen boyutsal değişim -%1.7, kuruma sonrası hacim ağırlığı ise 0.94 bulunmuştur.

$n_3=0.50$ tane dağılımından yola çıkarak %2 (-2+1mm) perlit; %4 (-4+2mm ve -2+1mm) perlit; %10, %15, %20 (-0.5+0.1mm ve -0.1mm) diyatomit; %2 (-2+1mm) perlit+ %10 (-0,1mm) diyatomit; %4 (-2+1mm) perlit+%10 (-0,1mm) diyatomit yüzdeleri ile karışımlar hazırlanmıştır. Harmanlar ASTM-C 860-91'e göre hazırlanmış; standartta öngörüldüğü şekilde su eklenmesi gerçekleştirilmiş ve "ball-in-hand" testiyle kıvamlilik suyu belirlenmiştir. Su miktarları, ağırlıkça kuru bünyeye katılması gereken miktardır.



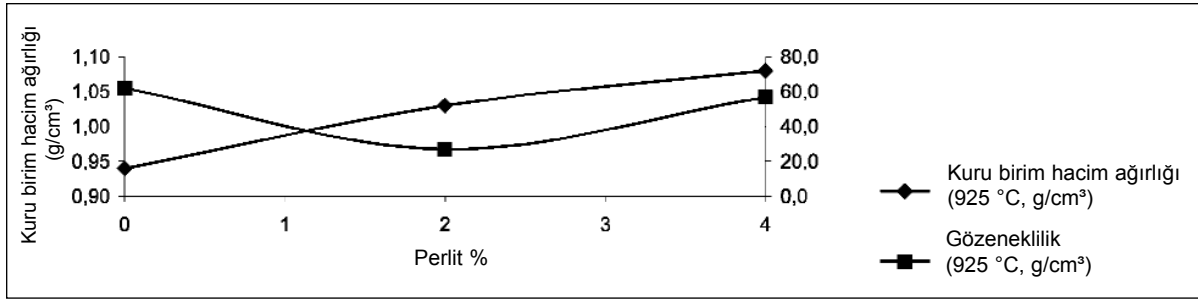
Şek. 1- Kullanılan örneklerde agrega tane boyu dağılımları

Kalıplama işlemi için ise minimum 3 numune, 40x40x160 mm lik çelik kalıplarda ASTM 862-91 yöntemine göre yapılarak, üstü kapalı şekilde 24 saat süreyle prizleşmeye bırakılmıştır. Çıkarılan numuneler 105 °C'de minimum 15 saat süreyle kurutulmuş ve ASTM-C 865-91'e göre 925 °C'de pişirilmiştir. Pişirme öncesi ve sonrası boyutsal değişimler TS 4853 (1986, Şekilsiz Refrakter Malzemeler Kısım-1: Dökme Refrakter Malzemeleri Hazırlanma ve Pişirilme Metodu)'e göre tespit edilmiştir. Hacim ağırlıkları ölçme-tartma yöntemleriyle hesaplanmış, pişirme sonrası baskı ve eğilme dayanımları TS 4486 (1985, İzole

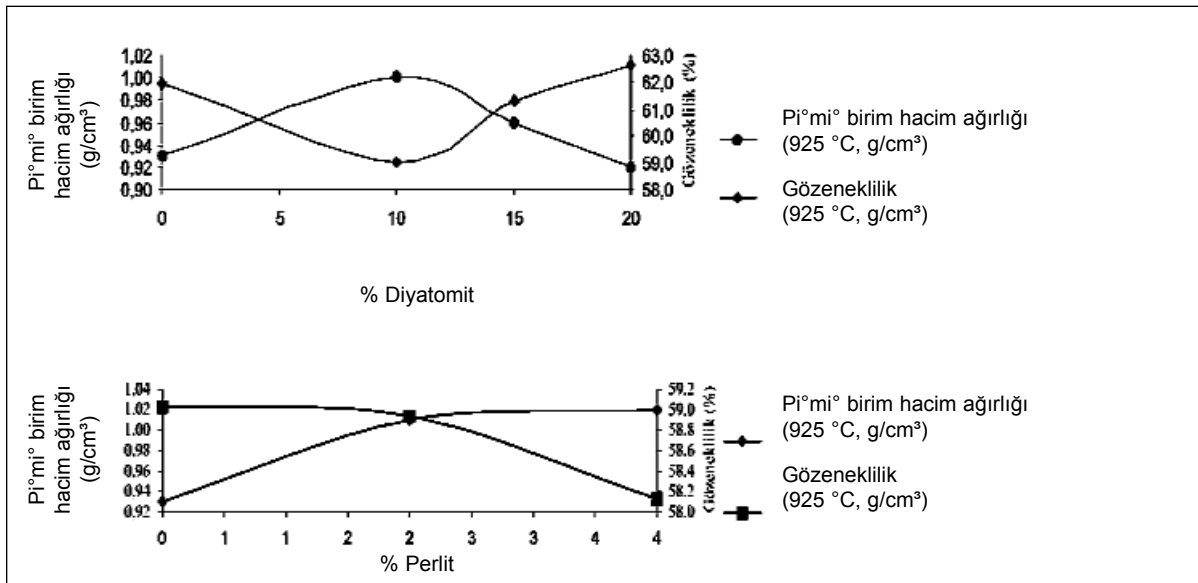
Refrakter Tuğlarının Soğukta Basınç Dayanımlarının Tayini)'ya göre ve pişirme sonrası porozite değerleri ise hacim ağırlığıyla yoğunluk değerlerinden hesaplanarak belirlenmiştir.

Deney sonuçları

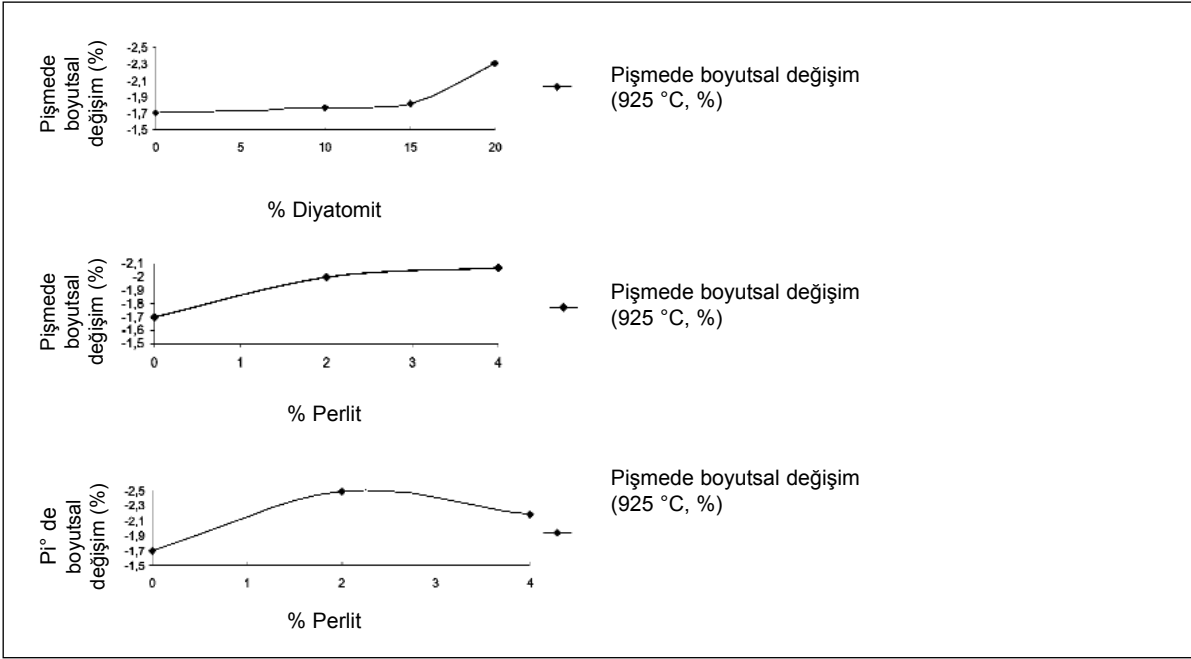
Numunelerin birim hacim ağırlıklarının perlit ve diyatomit katkısı ile gözenekliliğe etkisi şekil 2 ve 3 te; boyutsal değişimlerinin perlit ve diyatomit katkısı ile değişimi şekil 4'te; basınç dayanımlarının perlit ve diyatomit katkısı ile değişimi ise şekil 5'te verilmiştir.



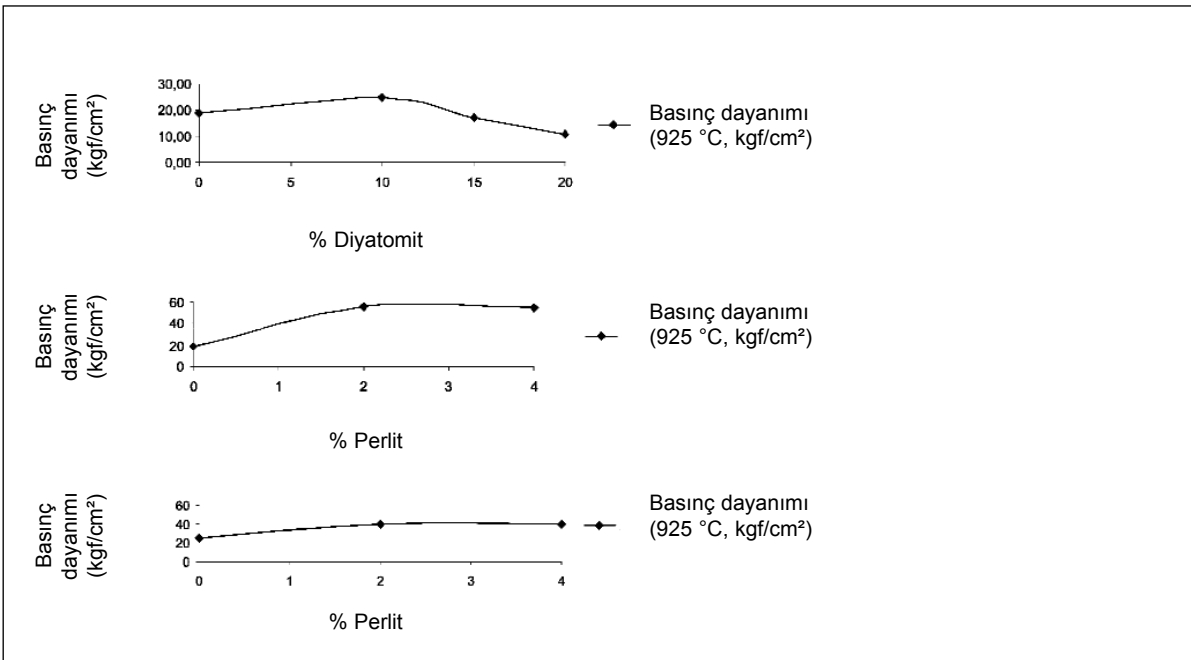
Şek. 2- Kuru birim hacim ağırlığının ve gözenekliliğin perlit katkı miktarına bağlı olarak değişimi.



Şek. 3- Pişmiş birim hacim ağırlığının ve gözenekliliğin katkı türü ve miktarına bağlı değişimi: A- diyatomit katkısı, B- perlit katkı (%10 diyatomitli).



Şek. 4- Pişirmede boyutsal değişimin, katkının türü ve miktarı ile ilişkisi: A- diyatomit katkısı, B- perlit katkısı, C- perlit katkısı (%10 diyatomitli).



Şek. 5- Basınç dayanımının katkının türü ve miktarı ile ilişkisi: A- diyatomit katkısı, B- perlit katkısı, C- perlit katkısı (%10 diyatomitli).

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapmış olduğumuz çalışmada bulunan sonuçlar çizelge 5'de verilmiştir.

Amaçlanan 0.88 g/cm^3 lük kuru birim hacim ağırlığına erişmek hedefiyle eklenen perlit grog ve diyatomit beklenen etkiyi göstermemiş; sadece pomza ile üretilen malzeme arzulan küçülme ve % 20 diyatomitli harman dışında kuru birim hacim ağırlığı değerlerine yakın değerler elde edilmiştir.

Perlit eklenmesi - muhtemelen tozlaşma nedeniyle - ince faz yükselmesi gibi bir etki göster-

miş, birim hacim ağırlığı ve basma dayanımında yükselme sonucunu doğurmuştur. Pişmede boyut değişimi değerlerinin sadece pomza içeren harmanlara göre yükselmesinin perlitin sinterleştirici etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diyatomitin refrakterliğinin perlite göre daha yüksek oluşu ve diyatomitli harmanların (IV, V, VI), perlitli harmanlara göre daha zor yerleşmesi pişmiş basma dayanımı değerlerinin daha düşük olması sonucunu getirmiştir.

Diyatomitli harmanlarda diyatomitin sağlayacağı kuru birim hacim ağırlığı düşüşü oranın artışıyla sağlanmakta; bu durumda da diyatomit artışı nedeniyle pişmede boyut değişimi değeride

Çizelge 5- Deney sonuçları

ÖZELLİKLER	Pomza	Pomza + %2 perlit	Pomza + %4 perlit	Pomza + %10 Diyatomit	Pomza + %15 Diyatomit	Pomza + %20 Diyatomit	Pomza + %10 Diyatomit + %2 Perlit	Pomza + %10 Diyatomit + %4 Perlit
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
KURU BİRİM HACİM AĞ. (gr/cm^3)	0,94	1,07	1,05	1,02	0,96	0,92	1,01	1,03
PİŞMİŞ BİRİM HACİM AĞ. (gr/cm^3)	0,93	1,03	1,08	1,00	0,96	0,92	1,01	1,02
KURUMADA BOYUTSAL DEĞ. (%)	-0,06	-0,06	-0,12	-0,24	-0,12	-0,12	-0,06	0,00
PİŞMEDE BOYUTSAL DEĞ. (%)	-1,7	-2	-2,07	-1,76	-1,82	-2,31	-2,48	-2,18
SU MİKTARI (%)	30	30	32	31	32	32,5	32	32,6
BASINÇ DAYANIMI (kgf/cm^2)	19	55,41	54,89	24,58	16,87	10,72	40	40,41
POROZİTE (kgf/cm^2)	61,9	27,02	56,79	59,03	61,29	62,60	58,94	58,13

yükselmektedir. Diyatomitli harmanlarda yerleşme zorluğu görülmektedir.

Pomzanın yanı sıra perlit ve diyatomitin birlikte bulunduğu harmanlarda (VII, VIII) perlitin sinterleştirici etkisi görülmekte; basınç dayanımı değerleri diyatomit ve perlitli harmanlarda görülen değerlerin arasında kalmaktadır. Bu iki harmanda pişme küçülmeleri en yüksek değerlere erişmiştir.

Tüm harmanlarda pişmiş porozite değerleri %45'in üzerinde olmuştur. Kuru birim hacim ağırlığı değerleri ile pişmiş birim hacim ağırlığı değerleri genelde aynı paralelde olmuştur. Daha yüksek dayanımlı ve pişme küçülmeleri ile kuru birim hacim ağırlığı değerlerinin istenen değerlere çekilebilmesi; düşük hacim ağırlığı ve karıştırma anında dağılmayacak dayanımda olan genleşmiş kil groglarıyla sağlanabileceği tahmin edilmektedir.

KATKI BELİRLEME

Yazar çalışmayı birlikte yürüttükleri İsmail İnel ve Cemalettin Aslan'a teşekkür eder. Ayrıca numune temininde yardımcı olan Soylu Madencilik ile kimyasal analizlerin gerçekleştirilmesinde emeklerini esirgemeyen İhsan Yavuz, mineralojik analizlerin yapılmasında büyük katkı ve yorumlarıyla destek sağlayan İnciser Girgin'e teşekkürü bir borç bilir.

Yayına verildiği tarih, 8 Ocak 2004

DEĞİNİLEN BELGELER

- İnel, I.; Aslan, C. ve Ulusoy G., 2001, Pomzalı betonların refrakter amaçlı kullanımı. 4. Endüstriyel Ham maddeler Sempozyumu, 221-225 (18-19 Ekim 2001, İzmir).
- İsker, M., 1999, Yapı sektöründe pomza taşının yeri ve önemi. Enerji tasarrufunda jeotermal enerjinin ve yalıtımlı hafif yapı malzemelerinin önemi sempozyumu, 12-13 Nisan 1999 MTA Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi 126-130.
- Köktürk, U., 1997, Endüstriyel ham maddeler. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayın no.205, 259s.
- Köse, H.; Pamukçu, Ç.; Yalçın, N. ve Seçer, T., 1997, Pomza ve yapı malzemesi olarak kullanım olanakları. 2. Endüstriyel Ham maddeler Sempozyumu, 16-17 Ekim 1997, İzmir, 97-105.
- Kuşçu, M., 1987, Endüstriyel kayaçlar ve mineraller. Akdeniz Üniversitesi Yayını no. 010, 177s.
- Sarız, K. ve Nuhoğlu, İ., 1992, Endüstriyel ham madde yatakları ve madenciliği. Anadolu Üniversitesi Yayını no. 636, 452s.
- Şentürk, A.; Gündüz, L. ve Sarıışık, A., 1995, Hafif inşaat ve izolasyon ham maddesi olarak pomza taşının değerlendirilmesi. Endüstriyel Ham maddeler Sempozyumu 95, 21-22 Nisan 1995, İzmir. 213-219