

HAFİF İNŞAAT MALZEMELERİ

Hayri ERDİNÇ*

Uludağ Üniversitesi, Balıkesir Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Balıkesir

ÖZET

Hafif malzemeler; kum, çakıl ve kırma taş gibi geleneksel malzemelerden daha hafif olan malzemelerdir. Bunlar pümsit, pümsit, diatomit ve bazı bitkisel ürünler gibi doğal veya ısı işlemi uygulanarak elde olunan genişmiş perlit, vermikülit, kil, şeyl, sleyt, maden cürufu ve kömür artıkları gibi yapay maddeler olabilirler. Hafif malzemeler çok katlı bina ve hanların, köprü kaplamalarının, karayolları ve diğer yapıların inşaatında bol kullanılırlar. Hafif olmalarının yanında, gayet iyi yalıtma ve ateşe dayanma özellikleri vardır. Bazıları filtrasyon ve tarım sektöründe de uygulama alanına sahiptir.

Hafif malzeme endüstrisi kalkınmış ülkelerde gelişmiştir. Bu ülkeler dünya üretiminin % 70-80'ninden fazlasını tüketirler. Türkiye'de bu hammaddelere ait yerli endüstri yeterince gelişmemiştir. Ancak, genişmiş perlit üretimi hızlandırılarak ABD ve Rusya'dan sonra anılan bir üne kavuşturulmuştur.

Hafif malzemelerin değerinin anlaşılacak, inşaatlarda daha çok kullanılacağı ümit edilmektedir.

ABSTRACT

Lightweight aggregates are materials weighing less than usual aggregates of sand, gravel and crushed rock. They may be natural such as pumice, pumicite, diatomite and some vegetable products or manufactured materials of heat operations including expanded perlite, vermiculite, clay, shale, slate, cooled slags and coal breeze. Lightweight aggregates are used more widely in construction of multistory and commercial building, bridge decks, highway roads and other structures. Besides weighing less, these raw materials are excellent insulator and refractory. Some of them have applications in filtration and agricultural sectors.

The industry of lightweight materials has progressed in the developed countries. These countries consume more than 70-80 percent of world's production. The domestic industry of these raw materials has not improved greatly in Turkey. But the production of expanded perlite has been accelerated to gain reputation following USA and Russia.

It is hoped that lightweight aggregates will be considered to be valid and be used increasingly in constructions.

* Dr.

GİRİŞ

İnşaatta en büyük sorun olan bina ağırlığına çözüm bulmak için uygulamacılar çeşitli teknikler geliştirmişler ve çok değişik malzemeler kullanmışlardır. Bu malzemelerin hafif olması yanında, yük taşıyabilmeleri, ateşe dayanıklı, ısı ve ses geçirmez olmaları da istenmiştir. Doğadaki pumis, pumisit, diatomit gibi kayalarla bazı bitkisel ürünler ve ısı işlemi uygulanarak geliştirilen perlit, vermikülit, kil, şeyl, sleyt, madden cürufu, kömür artıkları ve kireçtaşı-kuvarsit (gazlı beton) belirtilen özellikleri taşırlar. Bunlardan bir kısmı sadece inşaat sektörünün değil, tarım ve bazı sanayi kollarının da hammaddesi niteliğindedir. Bunların kullanılması inşaatта işçilik, enerji, demir, kereste tasarrufu sağladığı gibi, tarımda da verimi arttırarak milli gelire önemli katkıda bulunur.

Hafif malzeme sanayii daha çok kalkınmış ülkelerde gelişmiştir. ABD'de 1972 yılında, % 60 kadarı geniş kil ve şeyl, % 16'sı perlit olmak üzere 20 milyon ton hafif malzeme üretilmiştir. Japonya'da 1975 yılında 651 milyon ton ağır malzemeye (kum, çakıl, kırma taş, v.b. gibi) karşılık, 20,2 milyon ton hafif malzeme kullanılmıştır. Batı Almanya'da 1973 yılında 7 milyon ton pumis, 100.000 ton perlit ve önemli ölçüde geliştirilmiş kil, kömür külü ve cüruf tüketilmiştir. Rusya'da 1970'li yıllarda 1 milyon m³/yıl geniş perlit üretilmekteydi. İngiltere, Fransa, Çekoslovakya, Bulgaristan, Yunanistan ve İtalya gibi ülkelerde de hafif malzeme olarak geliştirilmiş perlit kullanılmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde tüketilen hafif malzeme miktarı, 12,1 milyar ton/yıl olan tüm dünya üretiminin % 70-80'inden az değildir. Ülkemizde ise tüketilen hafif malzeme miktarı, bu ülkelerininkinin, iyimser bir tahminle, 1/10'u kadardır. Ancak, hafif malzeme olarak perlit üreten ve geliştiren 20 ülkeden biri olan Türkiye'de, Etibank, İzmir-Cumaovası Perlit İşletmesinin üretime başlamasıyla, ülkemiz ABD ve Rusya'dan sonra 3. en büyük perlit üreticisi durumuna gelmiştir. Bu işletmede 145.000 ton/yıl kırılmış, elenmiş ham perlit ve 50.000 m³/yıl geniş perlit üretilmektedir. Ytong tipi kireçtaşı ve kuvarsit'ten imal edilen hafif malzeme üretimi ise, 150.000 m³/yıl kadardır. Genleştirilebilen kil ve vermikülit yataklarımız olmasına karşın, henüz üretim yapılmamaktadır. 1977 yılında 163 milyon ton olan ağır malzeme üretiminin, 1985'de 300 milyon tona ulaşacağı ve hafif malzeme üretiminin ise 600-700 bin ton olacağı tahmin edilmektedir¹.

Kalkınmış ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de hafif inşaat malzemelerinin yeterince tanınması, yararlarının anlaşılması ve daha bol tüketilmeleri ümit edilerek, bazılarının özellikleri yerbilimci görüşle belirtilecektir².

PERLİT

Perlit ilk kez 1836 yılında adlandırılan Perlstein kelimesinden (perl: inci, Stein: taş) türemiş doğal camsı bir volkanik kayadır. Bu kayacın geliştirilerek kullanılması 1946 yılından sonradır. Ham perlit geliştikten sonra beyaz renkte tanecikler haline dönüşür. Tanelerin nitelikleri, ısı ve ses geçirmezliği, hafif oluşu değişik sektörde kullanımının yanında inşaat sektöründe kullanımına da olanak vermiştir.

KÖKENİ

Doğal cam, magmatik etkinliğin yer kabuğundaki son ürünlerinden biridir. Volkanizma sırasında uçucuların ergiyikten ayrılması ve soğuma hızına bağlı olarak parçalı volkanik kayalar ya da lavlar, camsı ya da kristalli volkanik kayalar oluşur. Perlit, çabuk soğuma nedeniyle kristallenme olanağı bulamadan katılaştıran çok asidik, camsı volkanik kayadır. Çevre ısı, lavın ısı özellikleri, viskozitesi, volkan oluşumu, mekanizması ve birçok fiziksel değişkenler oluşumunda etkilidir. Perlit oluşumları, Eosenden Pliyosen'e kadar geniş jeolojik zaman aralığında meydana gelen volkanitlerde yer alabilir.

FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Perlit'in bazı fiziksel özellikleri ortalama olarak aşağıdaki gibidir:

– Renk : Gri, beyaz, siyah ve tonları.

- Yumuşama nokt.: 800°C - 1100°C
- Erime noktası : 1315°C - 1332°C
- pH : 6,6 - 8,0
- Spesifik ısı : 0,20
- Özgül ağırlık : 2,2 - 2,4 gr/cm³
- Kırma indisi : 1,5
- Serbest nem : % 0,5
- Ağırlık kaybı : % 0,5
- Sertlik (Mohs) : 5

KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Perlit kimyasal olarak bağlı su içeren alüminyum silikat bileşimidir. Bileşimi riyolit, liparit, riyodasit, kuvarslatit gibi volkanik kayaların kimyasal bileşimiyle uyumludur. Genel olarak kimyasal analiz sonuçları aşağıdaki değerler arasında bulunur:

- SiO₂ : % 66 - 75
- Al₂O₃ : % 13 - 18
- Na₂O : % 3 - 4
- K₂O : % 4 - 5
- CaO : % 0,5 - 2
- Fe₂O₃ : % 1 - 1,5
- MgO : % 0,03 - 0,5
- TiO₂ : % 0,03 - 0,2
- MnO₂ : % 0,0 - 0,1
- H₂O : % 3,05 - 5,16

Perlitte en önemli bileşen olan içerdiği su miktarı, perlitin endüstriyel kullanımı etkiler. Bu su 2 şekilde bulunmaktadır.

a) Bağlı su (textural water): Silikat tetraederlerinde moleküle bağlı olarak bulunur. Kristal doku oluşumunu engeller. Perlit oluşumunu sağlayan özelliklerden biridir.

b) Serbest su (free water): Kayaçtaki boşluk ve yarıklarda bulunur. Higroskopik su da denir. Ön ısıtma ile kolayca uzaklaştırılabilir.

Perlitteki suyun % 80-90 kadarı 450°C'ye kadar ısıtılmayla kayacı terkeder. Kalan kısmı genleşmeyi sağlayacak olan bağlı sudur.

Sodyum ve potasyum içeriği ile uçucu maddelerin ortalama uzaklaşması doğru orantılıdır. Demirli bileşen fazlalığı genleşme sonrası kirli renge neden olduğundan istek dışıdır.

GENLEŞMESİ

Gerekli tane büyüklüğünde kırılıp, manyetik ayırıcıdan geçirilerek demirden arındırılan ham perlit, ön kurutma işlemine tabi tutulur. Malzeme daha sonra özel fırınlarda 800°C-1200°C'de alev temasıyla ani olarak genleştirilir ve fırından çıkarılır. Genleşen perlit taneleri siklon sistemlerinden geçirilerek, silolara alınır ve torbalanır. Isı uygulanarak elde edilen genleşmiş perlit 10-30 kat hacim büyümesi gösterir. Düşük yoğunlukta hafif, beyaz renkte tanecikler halindedir. Ağırlığı 40-240 kg/m³ arasında değişir. 1 m³ normal beton ağırlığının 2200-2400 kg. olduğu hatırlanacak olursa, perlitin ne kadar hafif bir inşaat malzemesi olduğu anlaşılır.

KULLANIMI

Genleşmiş perlit başlıca 3 sektörde kullanılmaktadır:

A- İnşaat Sektörü:

Aşağıda belirtilen özellikleri nedeniyle, inşaat sektörü perlitin en çok tüketildiği alandır.

- Hafiflik
- Isı ve ses yalıtımı
- Ateşe dayanıklılık
- Kimyasal olaylardan etkilenmeme
- İnşaat kolaylığı

Genleştirilmiş perlitin bu sektörde kullanım şekilleri şöyledir:

- Sıva malzemesi
- Yalıtım betonu
- Prefabrik levha yapımı
- Hafif tavan inşaatında, beton duvarlar arasında gevşek dolgu maddesi olarak.

Sıva Malzemesi:

Perlit sıvası alçı, çimento ve kireç gibi bağlayıcılarla, perlit'in uygun oranlarda karıştırılmasıyla hazırlanır. Mala ile veya makinayla püskürtülerek tavan ve duvarlara kolayca uygulanabilir. Çabuk kurur. Isı yalıtım gücü, kum sıvasına oranla 4 kez daha fazladır. 1 cm. kalınlığında perlit sıvası, 10 cm. tuğla duvarın, 18 cm. betonarme perdenin, 25 cm. taş duvarın ısı geçirgenliğine eşdeğerdir. Ateşe dayanıklıdır. Değişik sıvalarla bağdaşır. Kum sıvasından % 60 daha hafiftir. Bözülmez ve dağılmaz. Serttir. Kırılgan değildir. Etibank, İzmir-Cumaovası Perlit İşletmesinde başlıca 3 çeşit hazır sıva üretilmektedir. Fabrikada (yerde teslim) birim fiatları aşağıdaki gibidir (1983):

- İç sıva : 14.700 TL/m³
- Dış sıva : 14.700 TL/m³
- Yapıştırıcı sıva : 35.880 TL/m³

Yalıtım Betonu:

Yalıtım betonu perlit-çimento karışımından elde edilir. Karışıma, mukavemeti arttırmak için kum da katılabilir. Kum miktarının artışı mukavemeti artırırken, ısı ve ses yalıtımı azalır. Perlit yalıtım betonu, normal betonun hazırlandığı araçlar ve metotla yapılır. Karıştırıcıda, hesaplanmış miktardaki su ve çimento karıştırılırken, perlit malzemesi ilâve edilir. 1 m³ perlit betonu en az 0,47 m³ perlit malzemesi içermelidir.

Bu beton hafif çatı yapımında, döşeme dolgularında, sınırlı yük taşıyan ara bölme duvarları ve prefabrik malzeme yapımında kullanılmaktadır. Çelik konstrüksiyonlara iyi görünüm verilmesi ve dış etkenlerden korunması (Şekil 1), kalorifer ve klima tesisatında ısı kaybının önlenmesi ahşap oturma çatılarıyla (Şekil 2) ve teras çatılarda (Şekil 3) yalıtım perlit betonuyla sağlanabilir.

Prefabrik Pano ve Tuğla Yapımı:

Genleştirilmiş perlit çeşitli bağlayıcı malzeme ilâve edilerek, ses ve ısı yalıtımı yüksek, hafif, işçiliği kolay, çeşitli prefabrike malzeme yapımında kullanılır. Bunlar delikli veya dolu iç duvar blokları (panolar) ve çeşitli tuğlalardır. Bu prefabrik yapı elemanlarının fiatları şöyledir:

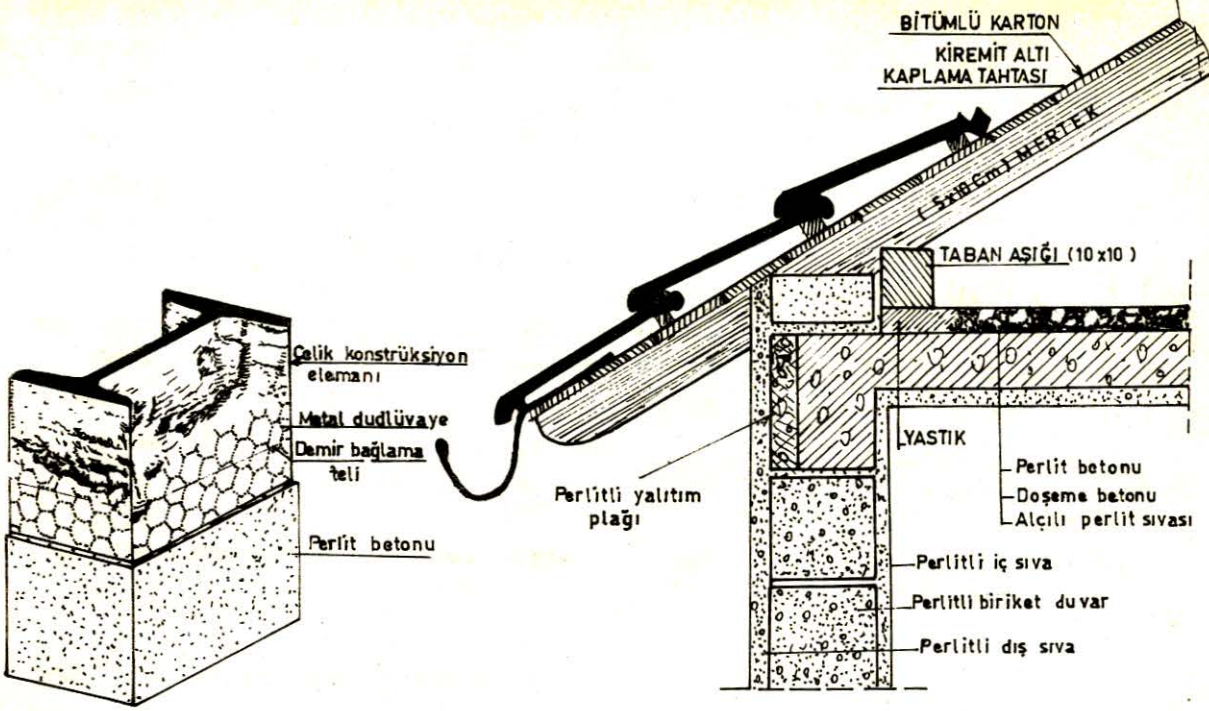
- Duvar panosu : 2.294 TL/m²
- Blok tuğla (alçılı) : 2.470 TL/m²
- Blok tuğla (çimentolu) : 1.588 TL/m²

Hafif Tavan İnşaatında, Beton Duvarlar Arasında Gevşek Dolgu Maddesi:

Prefabrik delikli inşaat elemanlarının içine veya arasına genleştirilmiş perlit doldurularak ısı yalıtımı artırılabilir (Şekil 4-5). Silikon ile işlenerek su emme özelliği azaltılan 70-90 kg/m³ yoğunluğundaki perlit malzemesi dış yüzeylerin yalıtımında kullanılabilir³.

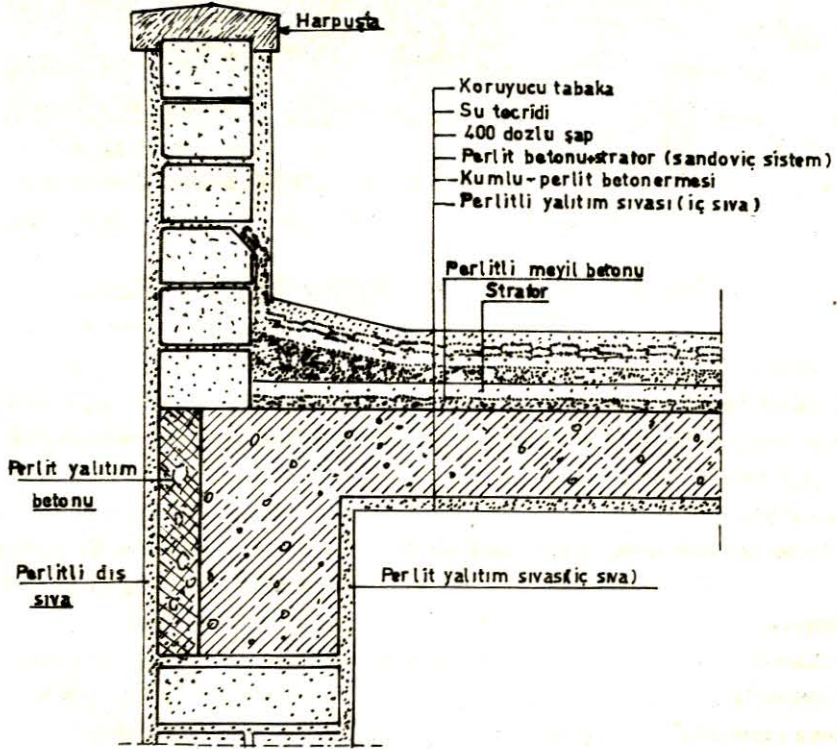
Yüzer döşemelerle, taşıyıcı betonarme üzerine serilen perlit dolgusu üzerine suya dayanıklı, bitümlü mukavva örtülür. Bunun üzerine 3-4 cm. kalınlığında çimento-kum şapı yapılır. Bu zemin doldurma betonları, normal betonların yarısı kadar olduğu halde, onlar kadar ses ve ısı yalıtımı sağlar. Binanın gereksiz ağırlıklarını azaltır (Şekil 6). Genleştirilmiş perlit'e ait fiatlar aşağıdadır:

- Perlit süper (iri taneli) : 5.860 TL/m³
- Perlit (normal) : 4.860 TL/m³

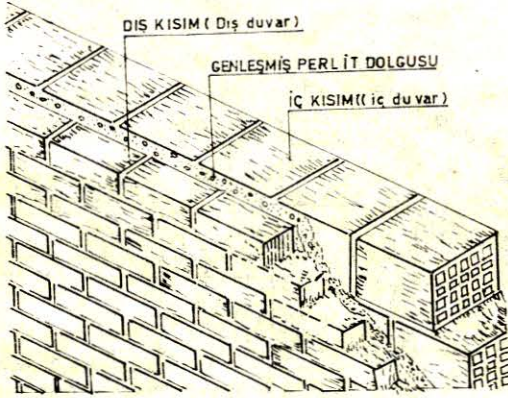


Şekil 1 —Çelik konstrüksiyonların yalıtım betonuyla kaplanması. (Etibank, 1979).

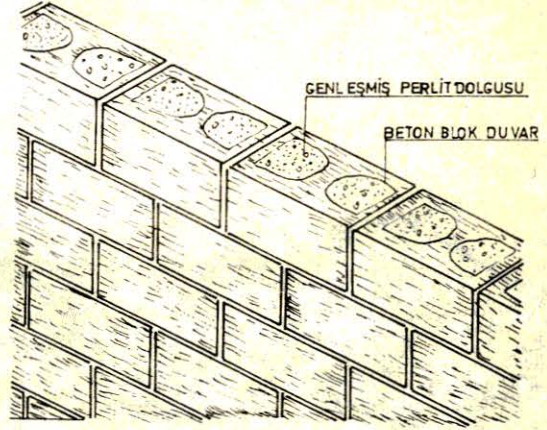
Şekil 2 — Ahşap oturma çatılarda yalıtım betonu uygulaması. (Etibank, 1979).



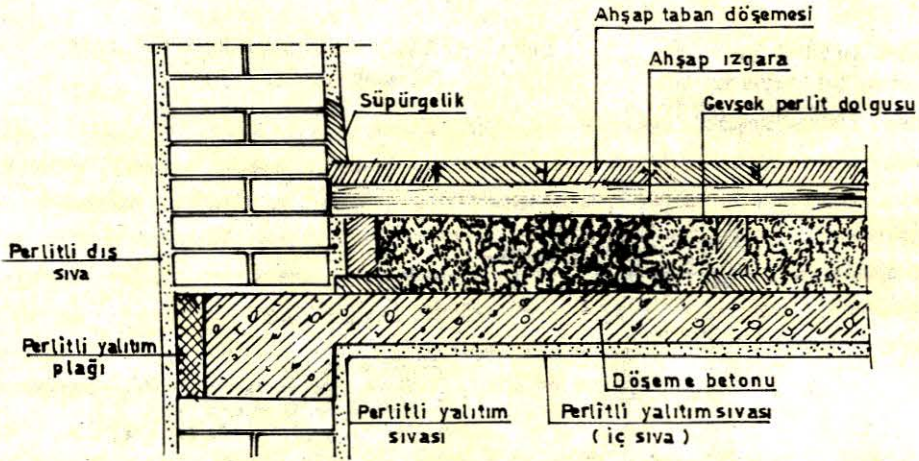
Şekil 3 — Teras çatılarda perlitli yalıtım betonu uygulaması.



Şekil 4 – Boşluklu duvarlarda gevşek dolgu yalıtımı (Etibank, 1979).



Şekil 5 – Boşluklu beton duvarlarda gevşek dolgu yalıtımı (Etibank, 1979).



Şekil 6 – Yüzer döşemelerde gevşek perlit dolgusu ile yalıtım. (Etibank, 1979).

B- Tarım Sektörü:

Genleştirilmiş perlit tarımla, toprağın iyileştirilmesi, çelikleme (sera ve çiçekçilikte), yapay gübre yapımında, v.b. işlerde kullanılmaktadır.

C- Sanayi Sektörü:

Perlitin bu sektörde kullanımı çok değişik sanayi kollarında olmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır:

- 1- Filtrasyonla
- 2- Dökümcülükte
- 3- Sondajlarla
- 4- Boya yapımında
- 5- Metalürjide
- 6- Seramik üretiminde

KUZEYBATI ANADOLU PERLİT OLUŞUMLARI

Türkiye yüzölçümünün yaklaşık 1/5'inin oluşturan volkanik kayaç alanlarının pek çoğunda perlit oluşumlarına rastlanır. Bunlar Batı Anadolu, Orta Anadolu ve Doğu Anadolu olmak üzere 3 bölgede yoğun ve toplu olarak görülürler. Toplam rezervleri 8 milyar ton kadardır⁴.

BALIKESİR İLİ PERLİT YATAKLARI

Savaştepe İlçesi-Güvem Köyü Perlit Yatağı

Tersiyer yaşlı dasit, andozit ve riyolitik bileşimli volkaniklerden riyolitik bileşimli olanlarda perlit oluşumu görülür. Güvem Köyünün güney ve güneybatısındaki oluşumların toplam rezervi 600.000 m³'tür⁵. Bej, mat gri, açık gri renklerdeki bazı numunelerin MTA Pilot Genleştirme Tesisinde elektrik fırınında 3-6 oranında genişterek kar beyazı-beyaz görünüm kazandıkları saptanmıştır.

Bigadiç İlçesi-Okçular Köyü Perlit Yatakları:

Ofiyolit ve meta sedimentitten oluşan temel üzerinde diskordan yayımlı andezitin üzerindeki ri-yolit bileşimli kayaçlarda perlit oluşumlarına rastlanır. 1.000.000 m³'ten fazla rezerv tahmin edilir. Perlitler siyahımsı gri renkli olup 3 oranında genişler⁵.

Sındırgı İlçesi-Yaylabayır Köyü Perlit Yatakları:

Perlit oluşumlarına ri-yolitik lavlar içinde rastlanır. 1.000.000 m³ rezerve sahip yataktan derlenen örneklerin 2,4 oranda geniştikleri görülmüştür⁵.

MANİSA İLİ PERLİT YATAKLARI

Soma İlçesi-İncegedik Köyü Perlit Yatağı:

Paleozoyik yaşlı detritik kökenli sedimenter kayaçlar temeli oluşturmaktadır. Tersiyer yaşlı volkanitler bu temeli diskordan olarak örtmektedirler. Volkanitler dasit, andezit ve ri-yolit bileşimindedir. Alt birimleri oluşturan dasit ve andezitlerin üzerinde yer alan ri-yolitler içinde görülen perlitlerin rezervi 1.000.000 m³'ten fazladır⁶. Armutçuk tepe civarındaki perlit mostraları tamamen yüzeydedir. Açık işletme uygulanır. Örtü tabakası bazı kısımlarda 0, bazı kısımlarda ise 1 m. kadardır. Pahalk Şirketi tarafından zaman zaman üretim yapılan ocaktan derlenen örneklerin Etibank, İzmir-Cumaovası Perlit Genleştirme İşletmesinde yapılan analiz sonuçları aşağıdaki gibidir:

1- Nem durumu:

0 - 1 mm. lik ham perlit: % 3,29

1 - 2 mm. lik ham perlit: % 3,27

2- Yoğunluk

0 - 1 mm. lik ham perlit (g_{ort}): 1245 kg/m³

1 - 2 mm. lik ham perlit (g_{ort}): 1268 kg/m³

3- Laboratuvarında bulunan elektrikli fırında çok kolay genişleyen bu perlitler alevle temas olmaksızın, sıcak bir ortama girdiğinde suyunu derhal kaybederek beyaz görünüm kazanırlar. Ancak istenilen anlamda genişleme olmadan beyazlaşan perlitlerin yoğunluğu aşağıda görüldüğü gibi yüksektir.

0 - 1 mm. lik ham perlit 2. dak.da 900°C de 510 kg/m³

1 - 2 mm. lik ham perlit 3. dak.da 900°C de 405 kg/m³

Alınan sonuçlar ön bilgi niteliğinde olmasına karşın bu perlitlerin ön ısıtmasız olarak 850-950°C gibi düşük ısılarda kolayca geniştirilebileceğini gösterir.

4- Renk:

Ham perlitin rengi açık gri, geniştirildikten sonra beyaz.

5- Kimyasal Analiz (ham perlit):

- SiO₂ : % 71,65

- Al₂O₃ : % 14,25

- Fe₂O₃ : % 1,85

- TiO₂ : % 0,15
- CaO : % 0,87
- K₂O : % 4,07
- Na₂O : % 4,25
- Ateş Kay.: % 3,15

Yuntdağ Perlit Yatakları:

İzmir Cumaovası kesimi volkanitlerini oluşturan fayın kuzeydoğusunda devamı ve Zeytindağ kesimini oluşturan fay sisteminin güneydoğuya doğru devamında yer alan Dumanlıdağ-Sultandağı volkanik faaliyetleriyle oluşmuş 7-8 ayrı oluşum halindedir. Yaklaşık 18 milyon ton perlit rezervi bulunur⁴.

PUMİS ve PUMİSİT (Pomza: Sünger Taşı)

Pumis bol gözenekli, camsı, volkanik lavdır. Volkan yakınlarında blok veya parçalar halinde bulunur. Kuru haliyle suda yüzer. Pumisit, pumis ile aynı bileşim, köken ve camsı yapıya sahiptir. Ancak, oluşum sırasında çok küçük parçalara bölünmüştür. Başka bir deyişle, Pumis ile Pumisit arasındaki fark tane iriliğidir.

Ocaklardan açık işletmeyle sağlanan, doğal olaylarla genişmiş pumis kırılarak öğütülür, kurutulur ve elenir. Fiat tane boyutuna göre değişir. Pumisit denilen küçük tane boyutlular betonda pozzolan madde olarak kullanılırken, iri taneliler hafif agrega olarak tüketilir. Pumisli betonun 1 m³'ü 1000 kg. ağırlıktadır. Bu haliyle yapılarda demirden tasarruf sağlar. Pumisli beton kullanılarak yapılan Prefabrik üniteler kolayca taşınabilir, kesilebilir ve çivilenebilir. Yapılarda hafif malzeme ve yalıtım amacıyla kullanılışı ve diğer kullanım alanları perlitinkine benzer.

KİL, ŞEYL ve SLEYT

Perlit ve pumis'in hafif malzeme olarak kullanımına paralel olarak genişmiş kil kullanılışı da yaygınlaşmıştır. Genleşmiş şeyl; pumis ve genişmiş perlitte aynı özelliklere sahiptir.

Genleşmiş şeyl 1920'lerden beri bilinmektedir. 1917'de genişleştirme işlemi sonunda, yüksek dirençli ve yalıtım yeteneği olan hafif malzeme elde edilmiştir.

Stephen J. Hayde adında bir kimyager 1917 yılında bazı killerin ergime noktasına kadar ısıtılarak yalıtım yeteneği ve basınç dayanımı yüksek, hafif malzeme haline gelebildiklerini ortaya koymuştur.

GENLEŞMESİ

Kil, şeyl ve sleytler aynı kimyasal bileşime sahiptirler. Şeyl ve sleytler jeolojik olarak, değişik oranlarda ısı ve basınçtan etkilenmiş killerdir. Birçok kil, şeyl ve sleytler olağan işlemlerle 800°-900°C arasında sıcaklığa tabi tutulduğunda genişir veya kabarırlar. Genleşen killer, ısı etkisiyle, gaz habbecikleri bol piroplastik kütle haline gelirler. Genellikle % 6 kadar demiroksit ve aynı oranda alkali içerirler. Eğer alkaliler bu oranı geçerse cüruflaşma eğilimi belirir. Belirli miktarda serbest silis gereklidir.

Isıtma sırasındaki kimyasal reaksiyonlarda gaz habbeciklerinin gelişmesini sağlayan SO₂, H₂O ve CO₂ gazları ortaya çıkar. Çeşitli mineral formları genişleme faktörüdür. Örneğin demir, pirit şeklinde mevcutsa, hematit halinde bulunuşundan daha etkilidir. Karbonun genişlemeyi sağladığına inanılırsa da, çok düşük oranda karbon içeren killerin çok iyi genişlediği, yüksek karbon içerikli olanların ise genişmediği de görülmüştür.

Genleşen kil, şeyl ve sleyt üretimi ve tüketimi de çok yaygınlaşmıştır. 1960 yıllarında artan inşaat yapımına paralel olarak 5 milyon ton kadar kil, şeyl ve sleyt hafif malzeme olarak tüketilmiştir.

Madencilik açık işletme yoluyla yapılır. Malzeme döner fırınlarda genişletilmeden önce 5 cm. boyutunda kırılır. Malzemenin döner fırından geçişi yaklaşık 45 dakikadır. Döner fırın çimento fırını gibi eğimlidir. Çapı 180 cm., boyu ise 18 m'dir. Üstten beslenir. Yakıt gaz, fuel-oil veya kömür tozu olabilir. Yakıtle sağlanan alev, alttan üste doğru, materyal akışının aksi yönde kontrollü olarak etki eder. Genleşen malzeme fırını terk ederek kısmen su ile dolu bir depoya alınır. Burada soğuduktan sonra kırılarak, boyutlanır.

KULLANILIŞI

Şeyl ve sleytler belirli boyutlarda kırılarak % 6-10 kadar kömür veya kok ile karıştırılır. Kil kuruyorsa bu oran % 20 kadar olabilir. Uygun derecedeki ısıyı ani ve kısa süreyle uygulayarak, sinterleme işlemi ile birbirine bağlanan materyalin 1 m³'ünün ağırlığı 800-1100 kg. arasındadır. Bu şekilde elde olunan hafif malzeme ve üretilen beton diğer hafif malzeme ve betonlardan birkaç kat daha fazla kırılma direncine sahiptir. Özellikle çok katlı bina yapımında kullanıldığında önemli miktarda yük ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır.

VERMİKÜLİT

Doğal haliyle vermikülit mikamsı görünüşe sahiptir. Gayet iyi gelişmiş dilinimleri vardır. Kolayca bazal yönde ince laminalara ayrılabilir. Elastik olmayan bu laminalar yumuşak ve eğilebilir özelliktedirler. Vermikülit monoklinal sistemde kristallenir. Bileşimine bağlı olarak sertliği 1,5-2 veya daha fazla olabilir. Yağ veya inci cilalıdır. Rengi amber, bronz, kahverengi, koyu yeşil veya siyah olabilir. Elle dokunulduğunda talk veya sabuna benzer his verir. Yüksek ısıda ani olarak ısıtıldığında, vermikülit dilinim yüzeylerine dik yönde genişir. Bu genişleme özelliği bünye suyunun buharlaşması sonucudur. Materyal hacim bakımından 8-12 kat genişlenebilir. Tek bir vermikülit levhasının 30 kat genişlebildiği de olağandır. Dilinim yönüne paralel genişleme görülmez. Genleşme sırasında renk değişir. Bileşimine göre açık sarımsı, bronz veya krem rengine dönüşüm izlenir. Isı koşulları da rengi etkiler. Oksitlenme ortamında kırmızımsı, redüksiyon ortamında ise koyu gri renkler ortaya çıkar.

Vermikülit hidratlaşmış magnezyum alüminyum silikat bileşimine sahiptir. Tek bir tür olmayıp, ilişkili minerallerle birlikte grup oluşturur. Bazı araştırmacılar vermikülit kil mineral grubuna dahil etmişlerdir.

Mineralin karakteristik özellikleri; yüksek katyon değiştirilme kapasitesi, organik materyallerle kompleks oluşturabilme yeteneği ve iç yapı özellikleri ile kil minerali olan montmorillonit'e benzetilir. Vermikülit biyotit ile yakın ilişkilidir. İkisi arasındaki esas fark vermikülit birim hücresi bir kat su içerirken, biyotitinki potasyum iyonlarıyla bağlıdır. İki mineral genellikle aynı yatakta yer alabilir ve aynı kristalde iç içe bulunabilirler. Bu şekilde kristaller için "hidrobiyotit" terimi kullanılır.

KÖKENİ

Vermikülit hidrotermal üründür. Piroksen, flogopit ve biyotit gibi minerallerin hidrotermal etkenlerle bozuluşuyla oluşur. Vermikülit yatakları hemen daima piroksenit gibi ultrabazik kayaların asit bileşimli damarlarla kesildiği yerlerde yaygındır.

GENLEŞMESİ

Genleşmiş vermikülit pek çok kullanım özelliğine sahiptir. - 15°C - 1050°C arasında iyi bir ısı yalıtıcısıdır. Hafiftir. Ateşe dayanıklıdır. Kimyasal olaylardan etkilenmez ve çürümez. Süngerimsi özelliğinden dolayı bol miktarda sıvı emebilir.

KULLANIMI

Başlıca kullanım alanları yukarıda belirtilen özellikleriyle ilişkilidir.

Yalıtım Dolgusu

İri taneli vermikülit ev, işyeri, çiftlik ve soğuk depo yapılarının yalıtımında kullanılır.

Sıva Malzemesi

Orta tane boyutlular jips ile sıva malzemesi olarak kullanılır. Vermikülit sıvası hafiftir (kum sıvasının 1/3'ü kadar). Ses ve ısı yalıtımı sağlar. Dayanıklısıdır. Makina ile uygulanabilir. Belirgin özelliği ateşe dayanıklılığıdır.

Beton Malzemesi

Vermikülit portland çimentosuyla karıştırılıp hafif yalıtım betonu yapılarak döşemede, duvarda, yapı bloklarında ve tavan kaplamalarında kullanılabilir. Karışım hacim itibariyle 6 kısım vermikülit ve bir kısım çimento şeklindedir. Bu şekilde yapılan betonun 1 m³'ü yaklaşık 450 kg. ağırlıktadır. Sıkışma dayanımı 13 kg/cm² 'dir. Ateşe dayanıklısıdır.

Yalıtım Malzemesi

Isıya dayanımlı yalıtım maddesi olarak, yalıtıcı tuğla-blok, yanma haznesi ve boru kaplaması işlerinde kullanılır.

Genleşmiş vermikülitin ince tanelileri tarımda ve seracılıkta bol tüketilir. Su ve hava tutma özelliği bitkilerde kök gelişmesini sağlar. Toprağı geliştirir. Kullanılan gübrenin katılaşmasını engeller. Kümes tabanlarında yataklık dolgu, absorblayıcı madde ve daha birçok kullanım alanı bulunmaktadır.

Pazar koşulları ve yatakların ekonomik değerine bağlı olarak vermikülit üretimi yapan ülkelerin başında Güney Afrika Cumhuriyeti bulunur. Avustralya, Brezilya, Kanada, Rusya, İspanya ve ABD gibi ülkeler de vermikülit yataklarına sahiptirler. Ülkemizdeki Malatya-Hekimhan İlçesi vermikülit yatağından henüz üretim yapılmamıştır.

DIYATOMİT

Tek hücreli canlılar grubundaki diatome'lerin silisli kavkılarının oluşturduğu bu tortul kayaç bol miktarda silis içerir. Saf diyatomit opal veya hidrosilisten ibarettir. Çok az miktarda alüminyum, demir ve alkaliler de opal kompleksiyle birlikte bulunabilir. Doğada bulunuş haliyle, diyatomit % 10-60 arasında değişen oranda serbest su da içerir. Kioselgur; diyatomit ile eş anlamlıdır.

Diyatomit tebeşire benzer görümlü, açık renkli, hafif bir materyaldir. Gözeneklidir. Yumuşak olup kolayca kırılabilir. Asitlerden etkilenmez. Mikroskopta diyatome'lere özgü dokularıyla tanınırlar. Partiküllerinin Mohs sertlik derecesi 4,5-6 arasındadır. Ancak, masif diyatomitlerin, gözenekli yapılı kırıl-gan oluşları nedeniyle, görünür sertliği 1,5 kadardır.

KÖKENİ

Kayacın başlıca kaynağı yaşayan diyatomi organizmalarıdır. Bu küçük çiçeksiz bitki tipi, yaşam sürecinde kabuk veya örtü şeklinde, biyolojik olarak çökelen amorf silis biriktirir. Organizma öldükten sonra organik kısım çürüyerek uzaklaşır, uygun koşullarda bol miktarda silis kavkılarının oluşturduğu diyatomit yatakları meydana gelir.

Diyatomit yatakları Tersiyer-Kuvaterner yaşlı, tatlı su veya denizel kökenlidir. Kretase veya Paleosen yaşlı yataklar da bulunmasına karşın, ekonomik değerleri yoktur. En yaygın oluşumlar Üst Tersiyer yaşlıdır.

KULLANIMI

Diyatomitin endüstriyel kullanımlarından bazıları şöyle sınıflandırılabilir:

Filtrasyon

Diyatomitin en önemli kullanım alanı birçok sıvının süzülerek saflaştırılma işlemidir.

Dolgu Maddesi

Boya, kağıt, plastik, baskı mürekkeplerinde mineral dolgu maddesi olarak tüketilir.

Yalıtım

Yapıların ısı değişikliklerine karşı yalıtılmasında bolca kullanılır. Yüksek ısı yalıtıcısıdır. Diyatomit ana maddeli biriket ve tuğlalar, ocak, fırın ve diğer benzeri ısı işlemleri yerlerde ateşe dayanma görevi yaparlar.

Absorbsiyon

Yüksek decerede sıvı emme ve tutma kapasitesinden dolayı, sıvı materyallerin depolanması ve nakliyesinde bolca kullanılır. Geniş alanların diyatomit toprağıyla süpürülerek temizlenmesi de iyi sonuç verir.

Aşındırıcı

Gümüş ve metallerin parlatılmasında yararlanır.

Orta Anadolu'da mevcut diyatomit yataklarından çeşitli amaçlarla üretim yapılmaktadır.

MADEN CÜRUFU

Özellikle demir ergitme fırınlarında 3 tür cüruf elde edilir.

1- Hava soğutmalı veya sert cüruf

2- Su soğutmalı veya taneli cüruf

3- Hafif veya genişmiş cüruf

Bu 3 tür cürufun kimyasal bileşimleri birbirine benzer.

Hava soğutmalı cüruf sıvı durumdan doğal olarak soğutularak sağlanan üründür. Kırılıp elenerek kaba malzeme olarak hazırlanır. Kendine özgü bol sayıda gözeneğe sahip olması hafiflik nedenidir. Ancak, 1 m³'ünün 2 ton kadar oluşu, konu edilen diğer malzemelerle karşılaştırıldığında, oldukça fazladır. Normal betonda kum ve çakıl gibi kullanılabilir. Özellikle karayolu yapımında kullanışı iyi sonuç verir.

Taneli cüruf; ergime durumundaki materyalin hızla suya daldırılıp soğutulmasıyla elde olunur. Camı görünümündedir. Hidrolik özelliğe sahiptir. Bir ölçüde portland çimentosunun yerini tutabilir.

Genleştirilmiş cüruf; ergimiş cürufun ölçülü miktarda suyla özel olarak köpüklendirilmesiyle sağlanır. Bol gözenekli ve hafiftir. Kapiler özellikleri yoktur. Higroskopik değildir. 1 m³'ünün ağırlığı 1 ton kadardır. ABD'de geliştirilmiş cüruftan yapılmış çeşitli boyutta ürünler Colocrete, Waylite, Superrock ve Enslite adıyla pazarlanmaktadır.

GAZLI BETON

Türkiye'de halen Ytong Sanayi T.A.Ş. Firması donatılı ve donatısız gazlı beton türünden prefabrik inşaat malzemesi üretmektedir. Bu malzeme başlıca kireçtaşı ve kuvarsit köpüğünden ibarettir. TS 453 standardına göre üretilen donatısız Ytong elemanlarının birim ağırlığı 600-800 kg/m³'tür. Asmolen bloklar silindirik boşluklar içerdiğinden yoğunluğu 450 kg/m³'tür. Donatılı Ytong elemanları taşıyıcı çatı ve döşeme plakaları, taşıyıcı düşey duvar elemanları, düşey ve yatay duvar elemanları, bölme panoları ve lentolar şeklinde kullanılmaktadır. Isı yalıtımları ortalama 0,20 KCal/mh°C'dir. Basınç mukavemetleri 25-50 kg/cm² olmak üzere 2 tipte üretilmektedir. Üretim miktarı 150.000 m³/yıl kadardır.

Hafif agrega olmamakla birlikte, hücre yapılı yapay ürünlerden biri de İsveç'te üretilen Sporex adlı yapı elemanıdır. Sporex kum, kireç-çimento ve alüminyum tozları karışımından ibarettir. Karışımındaki alüminyum tozları hidrojen gazını açığa çıkartarak ürünün köpük şeklinde oluşumunu sağlar. Beyaz peynire benzer karışım çeşitli boyutlarda kalıplandırılarak etüve sokulur. Etüvde birkaç saat süreyle yüksek basınçlı buhar kürü uygulanır. Bu şekilde elde olunan ürün çatılarda, kapı lenolarında ve bölme panolarında kullanılır. m³'ünün ağırlığı 700-900 kg. kadardır. Bu malzeme kesilebilir, delinebilir ve üstüne çivi çakılabilir. Kullanımı ucuz olup ısı ve ses yalıtımı sağlar.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma için gerekli dökümanların elde edilmesine ve İncegedik Perlit Yatağına ait numunelerin teknolojik deneylerinin yapılmasında yardımını esirgemeyen Etibank, İzmir-Cumaovası Perlit İşletmesi Müdürlüğünde görevli Makina Yüksek Mühendisi Cengiz GÜREL'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1. 4. Beş Yıllık Plan. Özel İhtisas Komisyonu Raporu (1977).
2. Industrial Minerals and Rocks (1967). The American Inst., of Mining, Metall., and Petr. Eng. New York.
3. İnşaat Sektöründe Perlit (1979). Etibank Yay. No.: 106, Ankara.
4. Taşkın, C. (1977), 1. Ulusal Perlit Kongresi Bildirisi, MTA-TJK, 20-22 Aralık 1977, Sayfa 129-133, Ankara.
5. Gök, S. (1977); 1. Ulusal Perlit Kongresi Bildirisi, MTA-TJK, 20-22 Aralık 1977, Sayfa 154-157, Ankara.
6. Erdinç, H., (1979); İvrindi ilçesi Çevresi EHM oluşumlarını inceleme önerileri, MTA, Balıkesir.