

P E R L İ T

Hasan KIRIMER
Kimya Yük. Müh.

Basma Sanayi Müessesesi
Sümerbank, ESKİŞEHİR

Perlit, yüksek ısı muhtevalı asidik bir volkanik camdır. Granit magmanın yüzeyde donmasıyla meydana gelmiştir. Esas olarak kristal menşegli olmasına rağmen soğuma işleminin çabukluğu nedeniyle camı bir yapı kazanmıştır. İçinde % 2 - 5 oranında kombine halde bağlı su bulunduran perlit eser miktarda bazı metal oksit ve mineraller ihtiva eden yarı kararlı amorf alüminyum silikattir. Spesifik ağırlığı 2,2-2,4 arasında olup çatlakları nedeniyle kırılmalıdır.

BULUNDUĞU YERLER

Avrupa'da, İzlanda'da başlayıp güneydoğu yönünde uzayan iskoçya, Kuzey İrlanda, Fransa, Almanya, Macaristan, İtalya Saraurvya ve Ege adalarından bazılarını kapsayan bir kuşak izlerler. Genel bir doğu kuşağında Rusya, Japonya, Avusturalya ve Yeni Zelanda'ya kadar uzanır. Amerika'da ise ülkenin batı yakasında bulunur. Türkiye'de M.T.A. Enstitüsü arama şubeleri tarafından geniş perlit yatakları tespit ve rezervleri tayin edilmiştir. Tablo I.

SINIFLANDIRMA

Yapılarına göre perlitli sınıflandırmak mümkündür. Lithoidal, Granüler, Süngerimsi ve soğan zarlı olarak ayrabiliriz. Bunlar da

kendi aralarında sınıflandırabiliriz. Bu perlit tiplerinin yapısal farklılıkları yanında su muhtevalarında değişiktir. Perlitin gelişmesini sağlayan su miktarının fazla olması genişlemeyi kolaylaştırır, bu tip perlitlere aktif perlit denir. Bağlı su miktarının az oluşu genişletmeyi zorlaştırır, bu tiplere yüksek temperatür perlitli veya pasif perlit adı verilir.

TABLO I :

Yer	Rezerv (Milyon ton)
Erzurum - Pasinler	30-40
Van - Erciş - Süphan - Nemrut	80
Ankara - Kızılcahamam I	3-4
bmir - Cumaovası	20
İzmir - Foça	10
Balıkesir - Çanakkale	20
İzmir - Dikili	5
Manisa - Saruhanlı	10
Eskişehir - Kütahya - Afyon	4,6
Konya - Nevşehir - Niğde	700
Ankara - Kızılcahamam II	35

Perlitin Genleşmesini Etkileyen Sebepler

- 1) Cevherdeki su miktarı
- 2) Yumuşama noktasına erişildiğinde perlitte kalan su miktarı
- 3) Sıcaklığın verilme hızı
- 4) En yüksek sıcaklık

5; Perlitin yapısı

6) Fırına beslenen taneciklerin iriliği, şekli ve tane iriliği dağılımı

Genleşmede önemli sıcaklık, volkanik camın genişleyen buhar tarafından plastik olarak deforme olabilme sıcaklığıdır.

Perlitin Mineralojisi

Uygun yatakların araştırılmasında mineralojik ve petrografik teknikler kullanılmaktadır. Bu metodla değersiz numuneler büyük ölçekli genişletme testine tabi tutulmadan elenirler. Perlitin sahadaki görünüşü yapısı ve ticari kullanımı için pratik olarak fazla bilgi vermez, gerekli bilgileri ince kesit yardımıyla petrografik mikroskopla kolayca elde edebiliriz.

Perlit mineralojik karakteri bakımından % 3-10'u kristallenmiş mineraller olan ve obsidien parçacıkları içeren bir volkanik camdır. Hacminin % 90-97 kadarı cam olup kristalleşen mineraller feldspat ve biotit'tir, nadir olarak kuvars, apatit ve magnetit görülür.

Kimyasal Bileşimi

SiO	% 67,8-75,9
Al ₂ O ₃	10,6-15,7
Fe ₂ O ₃	0,3- 2,2
CaO + MgO	0,6- 3,4
Na ₂ O	1,8- 5,4
«20	3,1 - 5,5
H ₂ O	2- 5

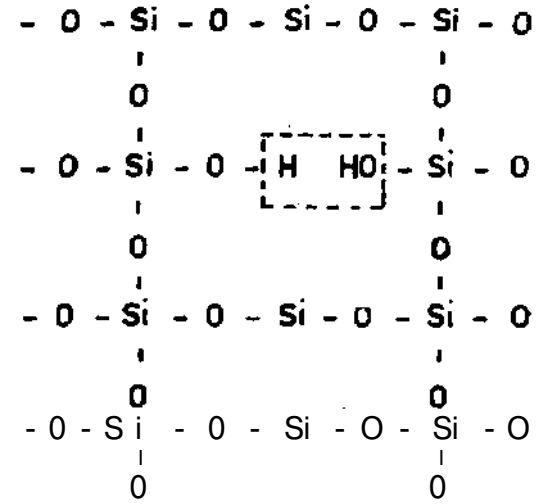
Yukarıda kimyasal bileşimi verilmiş olan perlitte Na ve K toplam miktarı % 6-9 arasında olup oldukça önemlidir, lavın viskozitesiyle orantılıdır. Tozlaşmayı önleyen maddeyi bir bütün halinde tutan ve ufalanmadan genişlemeyi sağlayan etkenlerdir. Perlitin genişleme oranı K₂O + Na₂O SiO₂ oranları ile ters, Al₂O₃ oranı ile doğru orantılıdır. Al₂O₃ viskoziteyi etkiler, belli sıcaklıktan sonra artmasını engeller ve viskozite değişimini yavaşlatır. Camın keskin bir ergime noktası olmamasının ve geniş bir ergime aralığına sahip olması Al₂O₃'ten gelir.

Perlit sıcak konsantre alkali ve HF asitte çözünür. Konsantre mineral asitlerde % 2 oranında, seyreltik mineral asit veya kon-

santre zayıf asitte % 0,1 oranında çözünür.

Bağlar

Silikat camlarında su iki kısımdır, gevşek bağlı su devamlı bir faz halinde, efektif su ise hakiki çözelti halinde bulunur, infrared spektroskopide hidrojen köprü bağları ile mevcut monomer su görülür. Bu bağ enerjisi seviyesini aşmakla gevşek bağlı su atılır, fakat perlitin genişleme özelliği değişmez. Daha sonra da OH gruplarının enerji seviyesi aşılarak genişlemeyi sağlayan efektif su çıkarılır.



Çabuk ve yüksek sıcaklıkta ısıtma ile OH grupları kesilir, cam doku gevşer, ergir ve su buharının tesiri ile genişler. Daha fazla ısıtma ile Si - O ve Al - O bağları diğerleriyle birleşerek - Si - zincirleri hasil ederki bu yapının ergime noktası yüzlerce derece yükselir.

Su Muhtevası

Perlit % 2 - 5 oranında, gevşek ve sıkı bağlı olarak iki kısımda niteleyebileceğimiz su ihtiva etmektedir.

1) Sıkı Bağlı Su :

Silikat tetrahedraları arasında bulunan su molekülleridir. Bu haliyle kristal yapıyı önler ve perlitin cam halinde kalmasını sağlarlar.

2) Gevşek Bağlı Su :

Cevherin çatlakları arasında bulunan su molekülleridir. Bu serbest suyun içeriye girme çabaları kristallenmeyi yavaşlatır. Cevheri ısıtmamız esnasında bu iki su değişik durumlar gösterir. 450°C sıcaklığa kadar suyun % 80 - 90'ı uçar geriye kolanda aktif su olarak genişlemeyi sağlar.

Şekil İde 350, 450 ve 1000°C sıcaklıklarda su kaybının zamana göre değişim eğrileri görülmektedir. Esriden anlaşılacağı gibi 450°C ta suyun % 78'i uçmuştur. İhtiva ettikleri su miktarlarına göre perlit ve benzerleri birbirinden ayrılabilir. Kimyasal yapıları birbirlerine çok benzemekle beraber Obsidien'de % 1, Pekştayn'de ise % 5 -10 arasında su bulunmaktadır.

Sıcaklık Etkisi

Genleşme mekanizmasının daha iyi bilinişi halinde fırın dizaynında ve genleştirme tesislerinde daha iyiye doğru gelişmeler olabilir.

Yüksek hızlı film resimli foto mikrografi ile 30 meş 0,5 mm) perlit partiküllerinin genleşme hızı incelenmiştir. Yavaşlatılmış filmi bir kronometre ile zamanladıktan sonra partiküldeki değişiklikler incelenmiştir. Partikülün sıcak zonda olduğu ilk 1/10 sn. de hiçbir şey yapmıyor gözüküyor anlaşılmıştır. Görünüşte su kaybediyordu ve silisli cam genleşme sıcaklığına yaklaşıyordu, partiküle göre değişen, 0,1 sn. ile 0,5 sn. lik ikinci zaman aralığında genleşme başlıyor ve bu sürenin sonunda tamamlanıyor. Her hangi bir parçalanma genleşme bittikten sonra başlar.

GENLEŞME

Bir perlit tesisinin, ham materyal ve yakıtın etkin olarak kullanılması ve spesifikasyonlara uygun bir üretim yapılmasındaki başarısı aşağıdaki değişkenlere bağlıdır.

- 1) Kullanılan perlitin doğal özellikleri
- 2) Perlit taneciklerinin ulaştıkları maksimum sıcaklık
- 3) Yumuşama noktasına ulaşmadan önce perlitin ayrılan su miktarı
- 4) Fırına beslenen taneciklerin irilik dağılımı

Bu faktörleri biraz açıklayalım,

1) Kullanılan perlitin doğal özellikleri : Perlitleri yumuşama sıcaklıklarına göre sınıflandırmıştık. Bu sıcaklık, camın kaçan buharla deforme olacak kadar yumuşak olduğu sıcaklıktır ki 900-1200°C arasındadır. Pasif perlitler için durum değişiklik arzettiğinden genleştirme tesisinin başarılı çalışmasını etkilemektedir.

- 2) Perlit taneciklerinin ulaştıkları maksimum sıcaklık :

Sıcaklık yükseldikçe su kaybı yüzünden katılma olana kadar partikül genişler. Bu yüzden bir perlit partikülünün genişleme derecesi, ilk yumuşama noktasının üzerinde ulaşılan fazla sıcaklıkla orantılıdır. Hava ve yakıt karışımı, optimum gecikme zamanı ve sıcaklık kombinasyonunu sağlayacak oranda olmalıdır ki perlit tanecikleri genişinceye kadar gravite etkisiyle alev içinde kalsın.

- 3) Yumuşama noktasına ulaşmadan önce perlitin ayrılan su miktarı :

En düzgün ve maksimum genişmiş perlit, fırın en yüksek sıcaklığa sahipken elde edilir. Perlit genişmesini sınırlamak sıcaklığı düşürmekle mümkün görünürse de daha etkin bir yol sıkı bağlı suyun kontrol edilmiş bir kısmının partikülden atılmasıdır. Bu şart yumuşama sıcaklığının altındaki bir ön ısıtma ile sağlanabilir.

- 4) Fırına beslenen taneciklerin irilik dağılımı :

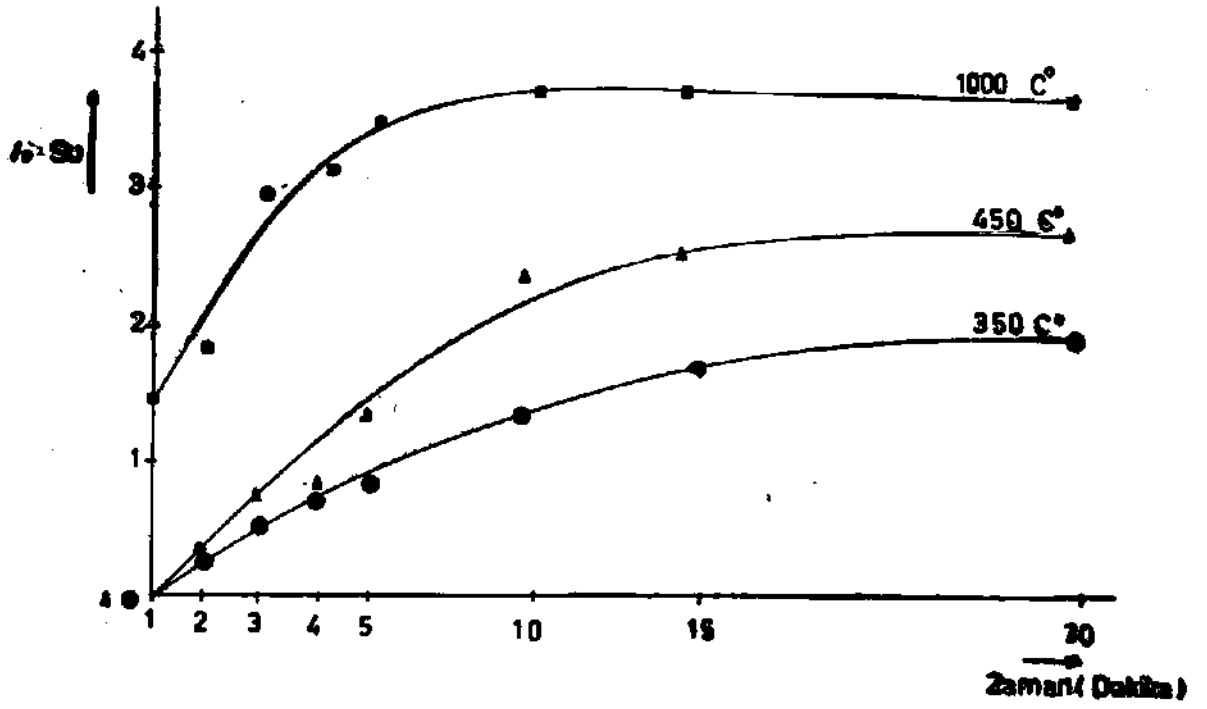
Taneciklerin farklı büyüklükte olmaları eşif muamele görmelerini zorlaştırır. Alevin iri ve ince tanelere etkisi farklı olduğundan, genleşme oranları ve fırında kalma süreleri değişik olacaktır. İnce tanelerin ağırlıklarına göre yüzeyleri daha geniş ve ısının nüfuz etmesini gerektiren kalınlığı azdır, dolayısıyla iri tanelere oronla daha yüksek sıcaklık ulaşır ve genişir, fırından daha önce alınır.

PERLİTİN İŞLENMESİ

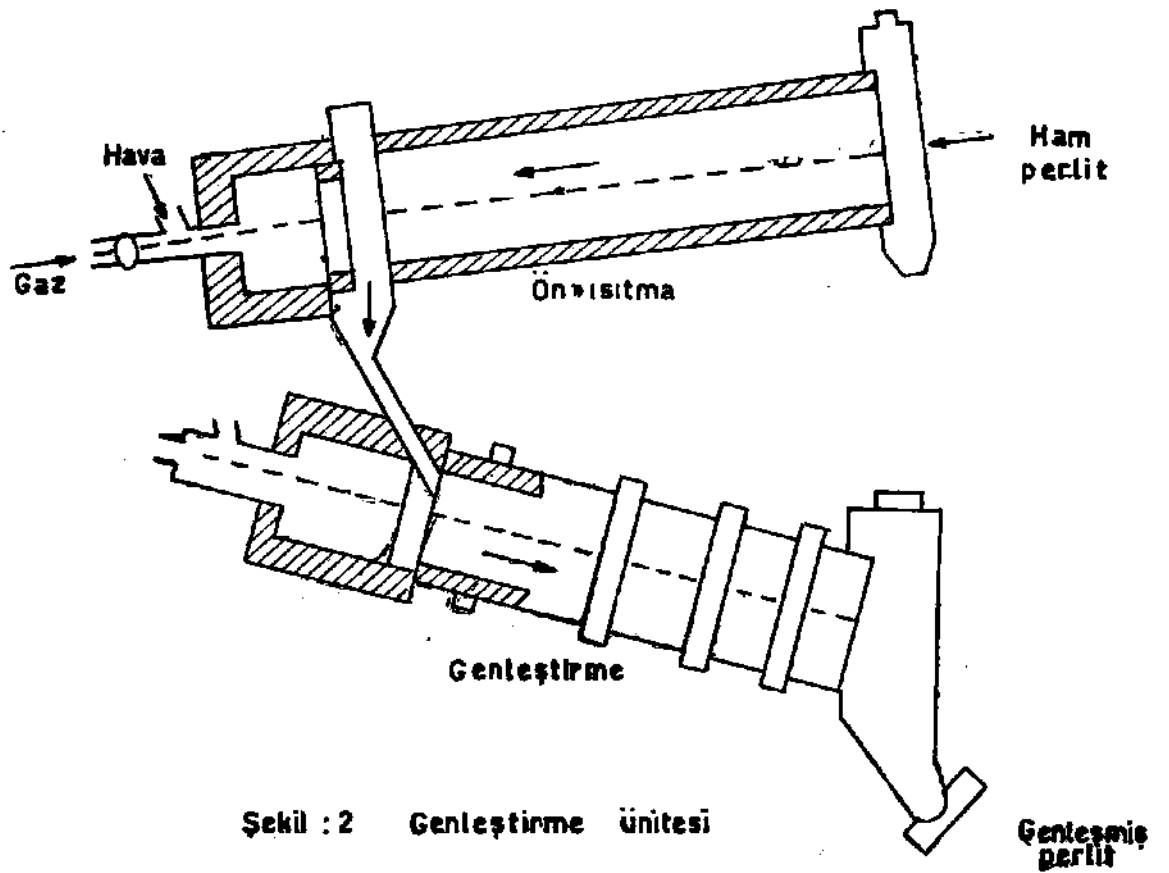
- 1) Madencilik ve kırma
- 2) Genleştirme

Madencilik ve Kırma

Perlit madenciliği esas olarak bir acık işletmedir ve cevherin eldesi gayet kolaydır. Çıkarılan cevher çeneli kırıcıdan geçirilir. Eğer cevher rutubetli ise daha ince kırmaya geçmeden önce kurutulmalıdır. Daha sonra konik kırıcı ve dişli merdaneli kırıcıdan geçirilen cevher istenilen veya kullanılacak tane iriliğine elenerek sınıflandırılır. Perlit cevheri oldukça kırılabilir bir yapıya (Çatlaklardan dolayı) sahip olduğundan, toz oranını azaltmak için kırma işlemleri arasında eleme yapılarak belli



Şekil : 1 Perlit Dehidratasyonu



Şekil : 2 Genleştirme ünitesi

tane iriliğinin altına geçenler ayrılmalıdır. Kırma ve eleme işlemleri yaş metodluda yapılabilir. 15 ton su/bir ton perlit oranına olan sistemin mahzuru kurutma için oldukça fazla enerji sarfı gerektirmesidir.

Genleştirme

Perlit işletmelerinde esas operasyon fırınlama olup iki kısımda yapılır.

- 1) Ön Isıtma
- 2) Genleştirme

Ön Isıtma, esas genleştirme fırınının herhangi bir bölgesinde veya ayrı bir ünitece yapılabilir. 350 - 600°C arasında yapılan ön ısıtmada, perlitte bulunan gevşek bağlı suyu uçurmak için gerekli enerji 166.000 Btu/l ton cevher olarak saptanmıştır. Ön ısıtmadan çıkan cevher direkt olarak genleştirme fırınına gider. Şekil 2'ae ön ısıtma ve genleştirme ters eğimli iki döner fırında yapılmaktadır. Ön ısıtma büyük partikülleri genleşme sıcaklığına yaklaştırıyor ve kombine su muhtevasında azaltıyor, bu sebeple cevher genleşme bölgesinde yumuşayınca kadar ısıtıldığı zaman ısı şokundan ötürü meydana gelebilecek kırılmayı azaltır.

Genleştirme çeşitli tiplerdeki fırınlarda yapılabilir. Bunlardan bazılarını açıklıyalım.

Yatay Sabit Fırın :

Yatay, sabit bir borudan ibaret olup ateşleme ve besleme üstten yapılır. Ürünün çoğu çökme haznesi denilen alt kısımdan alınır, çok küçük tanecikler son uç kısımdan sıcak gazlarla birlikte uçar. Bugün bu tip fırınlara 30°Cye kadar artan bir eğim verilmektedir.

Aynı Akımlı Döner Fırın :

Esas olarak döndürülen bir yatay fırındır, ateşleyici ve uçta iri taneler için yatayla bir açı yapan kaldırma kanatları vardır. Dönme hareketi ile ürün dışarıya alınır. Alev perlitli tam olarak genleştirmek amacıyla için ayarlanabilir. Kaldırma kanatçıkları sayesinde daha iri taneleri genleştirmek mümkündür.

Dikey Fırın :

İçi ateş tuğlası veya yüksek sıcaklıkta alaşımı ile kaplanmış düşey bir borudan

ibarettir. Brülör alt tarafta olup ürün ve sıcak gazlar üst taraftan bir emici fan yardımıyla alınır. Bir dikey fırının karakteristik ürününde iri tanelerin yoğunluğu orta ve ince tanelerin yoğunluğundan daha düşüktür. Bunun nedeni her partikülün sıcak gazlarla fırından dışarı taşınabilecek bir yoğunluğa sahip olana kadar genleşmesidir.

M.T.A. Enstitüsünde gerçekleştirilen pilot tesiste dikey bir fırın bulunmakta olup 25 - 50 Kg/saat kapasite ile çalışmaktadır. Şekil 3'ten anlaşılacağı gibi ön ısıtma esas fırının etrafında bulunan ceket içinde yapılmaktadır. Besleme tanjansiyel bir girişten hava tazyiki ile yapılmakta olup kazandığı hız ile spiral bir hareketle düşmekte bu arada ceket içinde kaldığı süre uzamış olmaktadır. Genleşme bölgesinde yüksek hararete mukavim çelik kullanılmıştır. Ham madde iç borunun altındaki açıklıktan alevin en sıcak bölgesine düşmektedir. Genleşen tanecikler sıcak gazlarla birlikte emici fan vastasıyla üst taraftan çıkar ve toplama siklonlarına gider. Genleşmeyen veya yabancı tanecikler brülörün etrafındaki boşluktan aşağıya düşmektedir. Yakıt olarak Bütan - hava karışımı kullanılmakta ve gerekli sıcaklığa ulaştırılmaktadır. Primer ve sögönder hava veya gaz miktarı ayarlanarak istenen sıcaklığı elde etmek mümkündür. Gözlem deliğinden perlit taneciklerinin ateşle temasındaki hareketlerini izlemek mümkündür. Taneciklerin irilik ve ağırlığına bağlı olarak vakum miktarı ayarlanabilmektedir. Diğer tip fırınlarda olduğu gibi bu fırında mahzuru taneciklerin yumuşama anında birbirine yapışması, dolayısıyla bütün taneciklerin hareketlerine mani olmasıdır. Siklonlarda toplanan ürün alt taraftan alınır.

Kullanıldığı Yerler

Oldukça yeni bir madde olan perlit bütün dünyanın ilgisini çekmiş ve gayet geniş kullanım alanı bulmuştur. Dünyada kullanım yerlerine göre dağılımı şöyledir :

Sıva agregası	% 35
Beton agregası	% 25
Filtre malzemesi	% 23
Tecrit malzemesi	% 8
Ziraat	% 4
Çeşitli	% 5

Perlitin % 60 gibi büyük bir oranda inşaat sektöründe kullanılması ısı ve ses

izolasyonunda çok etkin ve ekonomik olmasındandır. Perlit, çimento, alçı, zift, organik maddeler ve diğer bağlayıcılarla betonlar meydana getirir.

Isı geçirgenliği konusunda genişmiş perlit oldukça olumlu sonuçlar vermiştir. Tablo 3'te çeşitli perlit betonlarının ısı iletkenlik katsayıları görülmektedir.

TABLO 3

Perlit betonunun birim ağırlığı Kg/m ³	320	400	400	560	640	720	800
Isı iletkenlik Cai/Cm ² C saat	0,29	0,33	0,38	0,44	0,53	0,62	0,72

Amerikan perlit enstitüsü tarafından yapılan denemelerde 1cm. kalınlığındaki perlit sıvası 8 -10 cm. tuğla duvara, 18 cm. betonarme perdeye, 25 cm. taş duvara ;; geçirgenliği bakımından eşdeğerdir. Bu bakımdan inşaatlarda kullanılan saha, malzeme demir vs. gibi yönlerden kazanç sağlar.

Perlit izolasyonu çürümez, bakteri barındırmaz, solunum sağlayıcı ve ömrü sonsuzdur. Genel olarak kullanıldığı yerler şunlardır :

- Beton agregası olarak
- Briket agregası olarak
- İzolasyon maddesi olarak
- Sıva agregası olarak
- Filtre malzemesi olarak
- Döküm kumlarına katkı maddesi olarak
- Abraziflerde
- Kalafat macunlarında dolgu maddesi olarak
- Gres ve yağ emicisi olarak
- İlaçların taşınmasında inert katalizör olarak
- Gübrede
- Boyalarda
- Ambalaj sanayiinde
- Refrakter malzeme olarak
- Sabunlara Gresin katılmasında
- Kirli suların temizlenmesinde
- Durgun sulardaki buharlaşmayı azaltmakta
- Ziraatte
- Spor sahalarının toprak ıslahında

ÜRETİM VE TÜKETİM

A.B.D.'nin perlit üretim ve tüketimi. Dünya perlit üretim ve tüketiminin % 43'ünü teşkil etmektedir. Türkiye'nin dünya üretimine katkısı % 1,3 tüketime katkısı ise % 0,025 tir. Perlit üretiminde % 18 i'e Yunanistan dünyada ikinci sırayı almaktadır. Türkiye perlit üretiminin % 90'ını Konyuneli, Örlemiş ve Kocaköy (Batı Ege) çevresi sağlamaktadır. Tablo 4'de 1970 - 1974 yıllarındaki üretim ve ihracatı görebiliriz.

TABLO A

Yıl	Üretim (ton)	İhracat	
		Ton	TL.
1970	3232	—	.—
.1971	14230	7450	661.514
1972	28971	20373	1.833.544
1973	11885	8910	379.814
1974	20000	15000	.—

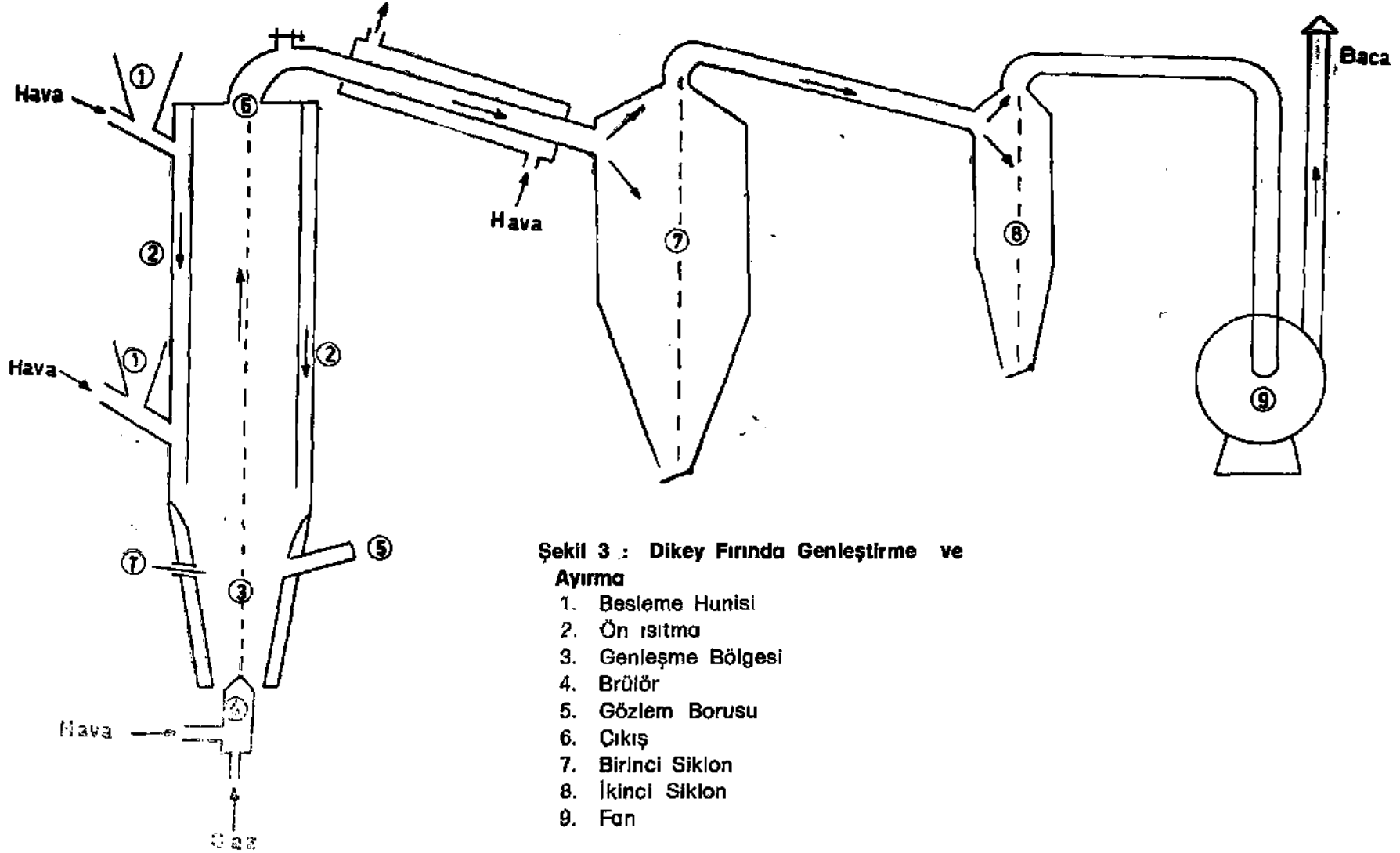
Yurt içi genişmiş perlit tüketimini üretimi-ne eş sayabiliriz. Tablo 5'te tüketime ait değerlerigörebiliriz.

TABLO 5:

Yıllar	1965	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Tüke-										
tim	4,0	4,3	3,5	2,5	3,8	1,5	5,0	15,0	20,0	25,0
m= 1000										

Perlit izolasyonu çürümez, bakteri barındırmaz, solunum sağlayıcı ve ömrü sonsuzdur.

Genel olarak kullanıldığı yerler aşağıda belirtilmiştir.



- Beton agregası olarak
- Briket agregası olarak
- Sıva agregası olarak
- İzolasyon maddesi olarak
- Döküm kumlarına katkı maddesi olarak
- Abrazitlerde
- Kalafat macunlarında dolgu maddesi olarak
- Gres ve yağ emicisi olarak
- ilaçların taşınmasında inert katalizör olarak
- Gübrelerde
- Boya sanayiinde
- Ambalaj sanayiinde
- Refrakter malzemelerde
- Sabunlara gresin katılmasında
- Kirli suların temizlenmesinde (Fabrika artıkları ve deniz suyu)
- Durgun sulardaki buharlaşmanın azaltılmasında
- Ziraatta
- Spor sahalarının toprak ıslahında
- Toz halindeki ham perlit uçak pistlerinin yapımında
- Cam İmalinde
- Mühendislikte titreşimsiz tespit
- Toz sabun ve deterjanlarda

Değişik kullanım sahalarında değişik özellikler istendiğinden perlit, bu özellikleri sağlayabilecek bağlayıcılarla birlikte kullanılır. İstenebilecek bu özellikler ünitenin ağırlığı, hafifliği, ısı ve ses izolasyonu, dekoratif malzeme oluşu, ısıya dayanımı, yük dayanımı, su emme durumu vs. dir. Eu özellikleri sağlamak için perlit tane iriliği, gevşek hacim ağırlığı, su ve bağlayıcı madde ile karıştırma oranları, ayrıca gerekiyorsa sertleşmeyi yavaşlatan veya hızlandıran maddeler ve köpük yapıcı maddelerin durumu dikkate alınır. Bağlayıcı olarak aşağıdaki maddeler kullanılır.

- Alçı
- Zift
- Kireç
- Su camı
- Seramik Bağlayıcılar (Çeşitli killeri)
- Çimento

- Sorel Magnezyum) çimentosu
- Alüminyum fosfat çimentosu
- Sentetik maddeler

Dekoratif malzemelerde kalıplanmış ham perlit tanecikleri ergime sıcaklığında birbirlerine yapışarak gerekli bağlanmayı yaparlar. Ayrıca beton ve diğer malzemelerle mukavemet artışı isteniyorsa çeşitli elyaflar ve saman gibi malzemeler harç içine katılarak bu istek karşılanabilir.

REFERANSLAR

- Perlite Inst. 1971 Technical data sheets N 1,2 etc. New York
- MILLS, HAYWARD, RADER. Materials of Construction.
- NORTH, O. S. Perlite, Mineral Facts and Problems, Bulletin 556 Bureau of Mines, U. S. Government Printing Office, Washington, 1956 595 - 600
- Perlite Institute Inc. Publications
 - a) Perlite İn Industry, New York 1962
 - b) Perlite Industry, New York 1961
 - c) Perlite, Lightweight Insulating Concrete New York Catalog 30 -1970
- RUDNAL, G. Lightweight Concretes. Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest 1963
- BROUK, J.J. Perlite Insulating Concrete Journal of the ACI 1950 Jun.
- UJHELYİ, J. Investigations for building industrial application of Hungarian volcanic tuffs. ETİ Report, in Hungarian.
- HILL, R. D. Secondary expansion of perlite concrete and plaster. Nature. Melbourne 1955 B. 176: 29
- Application of expanded perlite in the building industry. ETİ Report. In Hungarian B. P. 1961
- Perlit yataklarının oluşumu, işletilmesi ve Türkiye için Önemi. TAŞKIN, CELAL Rapor M.T.A.
- TİMUÇİN SUMRU. Perlitin hafif beton agregası olarak incelenmesi. Rapor. Malzeme Bülteni. DSİ.
- Perlite Information, Perlite Institute Inc. New York USA.
- ÖNCÜL, M. K. Perlit, Maden Müh. Odası Dergi.