

Türkiye ve Dünyadaki Pomza Oluşumlarının Malzeme Karakteristiği Analizi

L. Gündüz

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İsparta

A. Rota & A. Hüseyin

SMS, Soylu Madencilik Sanayi San. ve Tic. A.Ş., İzmir.

ÖZET : Günümüzde, farklı endüstri alanlarında pomza taşı kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. En yaygın kullanım alanı, inşaat sektöründe hafif yapı malzemesi olarak kullanımınıdır. Ancak, kimyasal bileşenlerine ve yapısal özelliklerine bağımlı olarak, dünyadaki kullanım alanı giderek genişlemektedir. Bu makalede, dünyada farklı bölgelerde bulunan pomza oluşumları üzerine yapılan deneysel bir araştırma çalışmasının bulgularına göre, farklı endüstri alanlarında pomza taşının doğal bir hammadde olarak kullanımını için bilinmesi gerekli teknik özellikler ve irdelemeler detay olarak sunulmuştur.

ABSTRACT : In current technology, the usage of pumice stone shows a gradually rising trend in different industrial areas. In majority, it is used as a lightweight building material in civil structuring sector. However, its usage areas are getting world wide based on its chemical component and also structural formation status. In this paper, according to the research findings carried out on the pumice formations located in different places around the World, the technical properties required to know for using the pumice stone as a natural raw material in different industrial areas are presented in detail.

1. GİRİŞ

Volkanik olaylar sonucu oluşmuş ve boşluklu, süngerimsi bir yapıya sahip olan pomza taşı oluşumları, volkanik faaliyetlerin bulunduğu dünyanın birçok bölgesinde bulunmaktadır. Ülkemiz, bu kayaç oluşumu ve ekonomik olarak değerlendirilebilirlik bakımından, dünyada önemli bir yere sahiptir. Özellikle, Orta Anadolu ve Doğu Anadolu'nun bazı illerinde, oldukça geniş pomza oluşumlarına rastlamak mümkündür. Bu iller arasında, Kayseri, Nevşehir, Niğde ve Van, önemli bir yeri oluşturmaktadır. Ancak, bu bölgelerde bulunan pomza oluşumlarının, her ne kadar teknik olarak adı pomza diye tanımlanmış olmasına rağmen, buradaki bu tür volkanik kayaç oluşumlarının tüm teknik detay irdeleme ve incelemeleri yapılarak, buradaki oluşumların hangi tip bir kayaç yapısı sergilediği ve hangi endüstri alanlarında kullanılabilirliği detay olarak irdelenmesi gerekli birer husus olmaktadır. Diğer taraftan dünyanın farklı ülkelerinde de, benzer pomza oluşumlarına rastlanmaktadır. Özellikle,

Yunanistan, İtalya, Endonezya ve Çin, bu ülkelerin başında yer almaktadır. Ancak, bu ülkelerde oluşumu bulunan pomzanın, ülkemizde ekonomik olarak değerlendirilebilen pomza oluşumlarına karşın teknik olarak mukayese edildiğinde, birtakım farklılıklar görülmektedir. Özellikle, pomzanın kullanım yerine bağımlı olarak istenilen teknik özellikleri açısından irdelendiğinde, ülkemizde bulunan pomza oluşumlarının avantaj ve dezavantajlarının bilinmesi ve dünyadaki diğer pomza oluşumları ile olan kalite değerlendirmesi, önemli bir inceleme ve irdeleme konusu olmaktadır.

İnşaat sektöründe son yıllarda görülen büyük ivmelenme, kullanılacak yapı malzemelerinin teknik yönden üstün parametre ve değerlere sahip olmalarının gerekliliği, birçok yeni yapı malzemelerinin kullanımına ve uygulanmasına zemin hazırlamaktadır. Son yıllarda teknik üstünlükleri ve avantajları sebebiyle geniş bir kullanım alanı bulmaya başlayan pomzadan yapılmış hafif yapı elemanlarının, farklı

L.Gündüz, A. Rota & A. Hüseyin

formlardaki ürünleri, inşaatlarda blok dolgu elemanı olarak değerlendirilmektedir. Pomza, aynı zamanda fiziksel, kimyasal ve iç yapısı itibarıyla, msaat sektöründe kullanılan, doğal hafif agrega sınıfına girmektedir. Bilindiği gibi, inşaa edilen konutlarda kullanılan malzemenin hafifliği, binanın ölü ağırlığının düşük bir değerde olmasına direkt bir etkidir. Bina statığı açısından, bina ölü ağırlığının mühendislik parametrelerinden belirli sınır değerleri korumak koşulu ile düşürülmeye çalışılması, binanın olası gelebilecek şok darhelere ve titreşimlere karşı daha duraylı ve stabil olmasını sağlamaktadır. Bu bakımdan, inşaat sektöründe kullanılan, hafif agregaların önemi giderek artmaktadır.

Dünyada pomzanın başlıca kullanıldığı endüstriyel sektörler aşağıda verilmiştir:

- İnşaat sektörü
- Tekstil sektörü
- Tarım sektörü
- Kimya sektörü
- Diğer endüstriyel ve teknolojik alanlar.

2. DÜNYADA VE TÜRKİYE 'DE POMZA

Dünyanın birçok ülkesinde farklı karakteristik yapı sergileyen pomza oluşumları bulunmaktadır. Volkanik kaynaklı üretimler İtalya ekonomisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. İtalya'daki volkanlar genellikle Agenien Dağları ve Tiran kıyılarına paralel olarak gelişmiş bir hat boyunca görülmektedir. İtalya'da en önemli ticari pomza yatağı, Lipari adasında işletilmektedir. Ancak günümüzde bu rezery yavaş yavaş tükenmektedir. Dünyanın en büyük üreticilerinden birisi olan Yunanistan'da, pomza madencilği uzun bir tarihçeye sahiptir. Bir çok volkanik oluşumlarda pomzalı materyaller gözlenmesine karşılık büyük oluşum ve rezervler Yali ve Thira adasında bulunmaktadır. Diğer taraftan Almanya, pomza ticaretine uzun yıllar önce başlamış ve bugüne kadar sürdürmüştür. 1978 yılından bu yana 7 milyon ton'a yakın- Scoria ve Pomza üretimi ile dünyanın onde gelen üreticilerinden olmuştur. Almanya'da Pomza; Ren bölgesi ve Neuwied Kasabasının bir kaç km batısındaki pomza yataklarından sağlanmaktadır.

Ülkedeki rezervlerin azalması sonucu ithalata yönelen Almanya, bu ihtiyacının büyük bir

bölümünü Yunanistan ve ülkemizden karşılar duruma gelmiştir (Gündüz, 1998).

ABD'nin batı eyaletlerindeki volkanik faaliyetler, doğu eyaletlerinden fazla olduğundan ABD'nin toplam pomza üretiminin büyük kısmı, tamamen dört batı eyaletinde üretilmektedir. Bunlar Kaliforniya, Idaho, New Mexico ve Oregon'dur (Gündüz, 1998). Diğer taraftan, İzlanda'da buzul çağındaki püskürmeler, binlerce metre kalınlığındaki buz altında meydana gelmiştir. Bu İzlanda'da "Palagonite" denilen ve su altındaki püskürmelerle ortaya çıkan ve de diğer rezervlere benzemektedir. Hakla Volkanında görülen ve buzlar altı püskürmelerde pomzada daha az büzülme görülmüş ve bunu takibende pomza içindeki boşluklar az miktarda kapanmıştır (Gündüz, 1998).

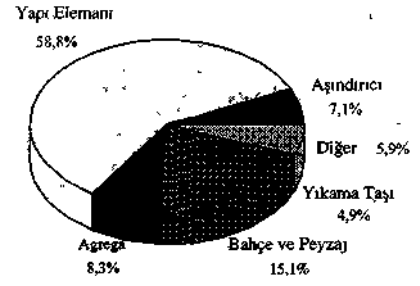
Pomza üreticisi konumunda olan bir diğer ülke de Yeni Zelanda'dır. Yeni Zelanda'nın en büyük pomza üreten bölgesi, Kuzey Adasının Rotorua Taupo bölgesindeki riyolitik volkanik kayaların bulunduğu yerlerdir. Ticari nitelikteki materyal Auckland'm hemen güneyinde bulunan The Waikato River'in altından tarakla taranarak çıkarılmaktadır. Bu şekilde çıkan malzemenin üçte ikisi kum ve üçte biri pomza olup, pomza eleme ve yoğunluk ayırma yolu ile kumdan ayrılmaktadır (Gündüz,1998).

Türkiye, pomza rezervleri açısından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Araştırılmış alanlarda yaklaşık 3 milyar m³ pomza rezervi olduğu tahmin edilmektedir. Pomza rezervlerinin İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmış olmasına karşılık, Akdeniz ve Ege bölgelerinde de pomza rezervlerine rastlanılmakta ve üretim faaliyetleri yapılmaktadır. Dünya pomza rezervleri bakımından önemli bir yere sahip olan Türkiye, 10'a varan birim hacim ağırlığı, renk ve doku kalitesine sahip pomza türleri ile oldukça yüksek dış pazar şansına sahiptir. M.T.A Genel Müdürlüğü'nce ülke çapında yapılan pomza ile ilgili detay jeolojik etüt çalışmalarından elde olunan verilere göre, ülkemizde varlığı bilinen pomza yatakları ve bunların rezerv durumları Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir. Ayrıca, dünyada pomzanın kullanımı ve endüstri dallarına göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge. 1 İllere göre işletme ruhsatı dağılımı
(31.12.1996 tarihi itibarıyla.)

İLİ	İR SAYISI	%
Adana	7	7,14
İsparta	9	9,18
Burdur	1	1,02
Hatay	2	2,00
Kayseri	17	17,35
Konya	4	4,08
Nevşehir	23	23,47
Niğde	4	4,08
Aksaray	2	2,04
izmir	2	2,04
Manisa	9	9,18
Muğla	2	2,04
(Ağrı	3	3,06
Bitlis	6	6,12
Erzurum	1	1,02
Erzincan	1	1,02
Kars	2	2,04
Van	2	2,04
Urfa	1	1,02
Mardin	2	2,04

(Kaynak - Maden İşlen Genel Müdürlüğü)



Şekil 1. Pomzanın dünyada farklı endüstri alanlarında kullanım oranları.

3. POMZA TAŞI OLUŞUMLARININ SINIFLANDIRILMASI

Pomza oluşumlarının detay olarak irdelenebilmesi amacıyla, öncelikle kayacın yapısının oluşum mekanizması açısından etüt edilmesi gereklidir. Kayaçlar oluşum şekillerine bağımlı olarak, farklı karakteristik birer yapı gösterebilmekte ve buna bağımlı olarak da, kullanım yeri ve özellikleri de farklı olabilmektedir. Birçok araştırmacı tarafından yapılan etütlerde, kayaçlar farklı şekillerde sınıflandırılabilir (Uz, 1987, Gass et.al., 1973). Bunların başlıcaları:

- Mineralojik sınıflama,
- Kimyasal sınıflama,
- Dokusal sınıflama,
- Doğada bulunuş şekillerine göre sınıflama,
- Renk indisine göre sınıflama,
- Feldspat indisine göre sınıflama;

sayılabilmektedir. Burada, pomza oluşumlarına nitelik olarak irdelenmesinde en yaygın olarak kullanılanı, kimyasal sınıflama şeklindedir. Bu sınıflandırma, kayacın kimyasal yöntemlerle analizi sonucu elde edilen elementlere dayanarak yapılmaktadır. Kayacın kimyasal bileşimine dayanarak, oluşum (jenerik), magma özellikleri, kayacın serilerini tanımlamaya yarar. Bu sınıflandırma, kayacın yapı, doku ve direkt olarak mineralojik bileşimi hakkında bilgi vermez, ancak, bazı yardımcı yöntemlerle mineralojik bileşimi saptanabilir (Uz, 1987).

Bir kayacın kimyasal analizi, çeşitli oksitlerin % oranlarını ifade eder. Bunlar SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , Na_2O , K_2O , CaO , MnO , MgO , TiO_2 , V_2O_5 , H_2O ve CO_2 'dir. Bu oksit elementlere kayacın majör elementleri denilmektedir (Uz, 1987). Bu oksit elementlere dayanılarak, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı tip sınıflandırmalar geliştirilmiştir.

Çizelge-2. Türkiye Pomza Rezerv Dağılımı

YERİ	REZERV MİKTARI	REZERV KATAGORİSİ
Nevşehir-Avanos-Urgüp	404.412.834	A+B
Derinkuyu	48.660.500	C
Kaysen-Gömeç	13.250.000	A+B
Kayseri-Develi	58.500.000	A+B
Kayseri-Talas-Tomarza	241.000.000	A
Kayseri-Talas-Tomarza	284.000.000	B
Bitlis-Tatvan	1.100.000.000	B
Van-Erciş-Kocapınar	154.625.000	A+B
Van-MoUakasım	5.950.000	A+B
Ağrı-Patnos	27.812.000	A+B
Ağrı-Doğubeyazıt	26.875.000	A+B
Kars-Iğdır-Kavaktepe	40.156.250	B
Kars-Diğor	11.718.750	B
Kars-Sankamış	1.875.000	B
Ankara-Güdül-Tekköy	8.070.000	A+B
İsparta-Gölcük	30.983.250	A+B+C

A: Görünür Rezerv, B: Muhtemel Rezerv, C: Mümkün Rezerv
(Kaynak MTA Genel Müdürlüğü)

Bunların en yaygın olarak bilineni, SiO₂ içeriğine göre olan sınıflandırmadır. Bu sınıflamada esas olarak irdelenen, kayaç yapısındaki silika içeriğidir, magmadan oluşmuş kayaçlarda SiO₂ oranı %35 - %80 arasında bnv değişim «göstermektedir. Bu geniş aralıkta değişim gösteren silis, diğer oksitlerinde değişim göstermesine neden olmaktadır (Uz, 1987). Çoğu kez bu değişimler birer anlamlılık ifade eden farklı grafik gösterimler ile analiz edilebilmektedir. SiO₂ içeriğine göre pomza*kayaç oluşumları:

- %66 fazla SiO₂ içeren kayaçlar, asit kayaçlar
- %66 - 52 SiO₂ içeren, kayaçlar, nötr kayaçlar
- %52 - 45 SiO₂ içeren kayaçlar, bazik kayaçlar olarak adlandırılmaktadır.

Bugün dünyada farklı bölgelerde bulunan pomzalarda, kimyasal olarak %75'e varan silis içeriği bulunabilmektedir. Pomzaların genel olarak, kimyasal bileşiminde:

- b %55-75SiO₂,
- b %13-17Al₂O₃,
- b %1-3Fe₂O₃,
- b %1-2CaO,
- b %7-8 Na₂O-K₂O, ve
- b eser miktarda TiO₂ ve SO₃

bulunmaktadır. Kayacın içerdiği SiO₂ oranı, kayaca abrasif özellik kazandırmaktadır. Bu yüzden çeliği rahatlıkla aşındırabilecek bir kimyasal yapı sergileyebilmektedir. Al₂(>3 bileşimi ise, ateşe ve ısıya yüksek dayanım özelliği kazandırır. Na₂O ve K₂O tekstil sanayinde, reaksiyon özellikleri veren mineraller olarak bilinmektedir. Asidik ve bazik volkanik faaliyetler neticesinde iki tür pomza oluşmuştur. Bunlar; *asidik pomza* ve *bank pomzadır*. Diğer bir deyişle, bazik pomzaya bazaltik pomza veya Scoria da denilmektedir. Bazaltik pomza, koyu renkli, kahverengimsi, siyahımsı olabilmektedir. Özgül ağırlık 1-2 gr/cm³ civarındadır. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunaja ve kullanılan türü olan asidik pomza, beyaz, kirli görünümde ve grimsi beyaz renktedir.

Her iki tür de, oluşum esnasında ani soğuma ve gazların bünyeyi ani olarak terk etmesi sonucu oldukça gözenekli bir yapı kazanmıştır. Ancak, asidik magmanın yoğunluğu bazik; magmaya göre daha düşük olup, pomzamn yoğunluğu yaklaşık 0.5-1 gr/cm³ civarındadır. Silisyum, Alüminyum, Potasyum ve Sodyum ihtiva eder ve bu bileşimler

nedeniyle de açık renkli görünüm sergilemektedirler. Asidik ve bazik özellikler taşıyan pomzaların tipik kimyasal bileşimlerine birer örnek Çizelge 3'de verilmiştir (Gündüz, 1998).

Çizelge 3. Pomza Kimyasal Bileşimleri.

Bileşim	Asidik Pomza	Bazik Pomza
SiO ₂	70	45
Al ₂ O ₃	14	21
Fe ₂ O ₃	2.5	7
CaO	0.9	11
MgO	0.6	7
Na ₂ O+K ₂ O	9	8
A.K.	3	1

Yukarıda verilen bu genel açıklamaya bağımlı olarak, pomza oluşumlarının orijinini, malzemeyi meydana getiren kimyasal bileşimlerine göre tanımlayabilmek ve malzemeleri bir biri ile mukayese edebilmek mümkün olabilmektedir. Bu bağlamda, pomzamn bir volkanik patlama sonrası meydana geldiği bilindiğine göre, pomzayı oluşturan magmanın oluşum şekline göre bir değerlendirme yapabilmek mümkün olmaktadır. Konu üzerine bir çok araştırmacılar detay incelemeler yapmışlar ve L. Ritmann, 1976~da magmanın oluşum ve kimyasal bileşimine göre bir sınıflama sistemi tanımlamıştır. Bu tanımlamaya göre, magmanın kimyasal bileşiminde-, bulunan Silis, Sodyum, Potasyum, Alüminyum ve Titanyum oksitlerine göre Eşitlik 1 ve Eşitlik T de verilen bir değerlendirme kriteri tanımlanmıştır. Bu kriter gere, magma 3 ana grupta ele alınmıştır. Bunlar: *Kratonik* magma, *Orejenik* magma ve *Alkali* magma. Bu kriter gere, dünyada farklı bölgelerden alınan kayaç örnekleri üzerinde, farklı değerlendirmeler yapılmış olup, elde edilen bulgu ve değerlendirme kriter sınırları Şekil 2'de verilmiştir.

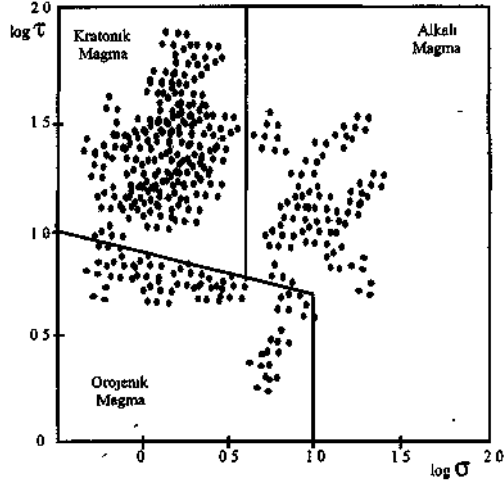
$$\sigma = \frac{(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})^2}{\text{SiO}_2 - 43} \quad [1]$$

$$\tau = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}}{\text{TiO}_2} \quad [2]$$

Burada;

O : silika, sodyum ve potasyuma göre kimyasal bileşen, %,

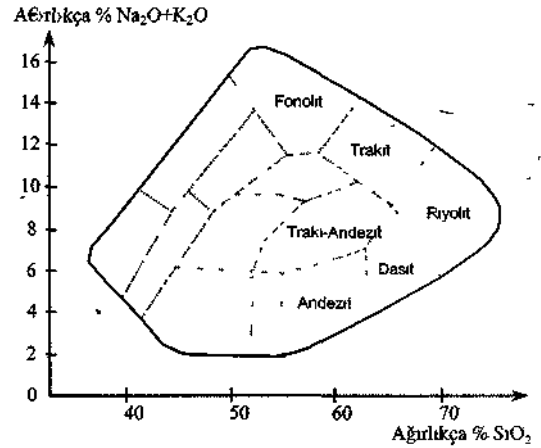
T, : Alüminyum, sodyum ve titanyuma göre kimyasal bileşen, %



Şekil 2. Kimyasal bileşenlerine göre magmanın irdelenmesi (L. Ritmann, 1976).

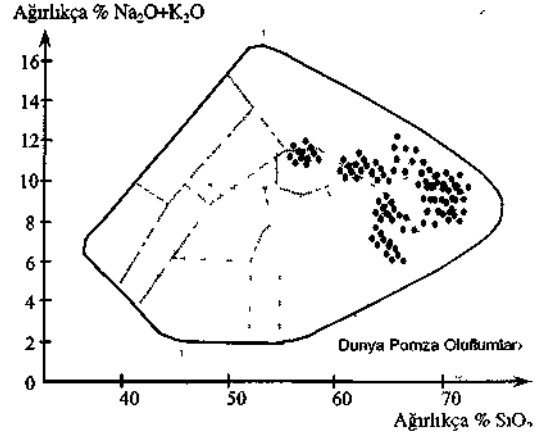
Şekil 2-de verilen yaklaşıma göre, volkanik olaylar sonucu oluşmuş pomza oluşumları, orijinlerine göre irdelenebilmektedir. Burada yer alan her bir pomza oluşumu, farklı farklı karakteristik göstereceği kaçınılmaz olacaktır. Pomza oluşumlarının irdelenmesinde kullanılacak bir diğer yaklaşım ise, kayacın silika ve alkali içeriklerine göre yapılan sınıflandırmadır. Bu sınıflama sistemi çoğu araştırmacılar tarafından, farklı malzemeler için bir değerlendirme kriteri olarak kullanılmış olup, yaklaşımın yeniden düzenlenmiş şeklini 1979'da Bell and Pankhurst sunmuşlardır (Ritmann, 1976). Bu yaklaşıma göre, kayacın silika ve alkali bileşenleri, kimyasal olarak tespit edilerek, geliştirilen bir skala ölçüğünde irdelenebilmektedir.

Bu skala, bir abak form olarak Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Volkanik kayaların silika ve alkali içeriklerine göre sınıflandırma (Gass et al 1973).

Bu sınıflandırma sistemine göre de, pomza oluşumlarının, petrografik olarak ne tür bir kayaç yapısında olduğunun değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Konu üzerine yazarlar tarafından yapılan bir incelemede, dünyada mevcut olarak bulunan bir çok pomzaların, kimyasal bileşenlerine göre silika ve alkali içerikleri, bu sınıflama şablonu üzerine işlenmiş olup, Şekil 4'de verilen bulgu elde edilmiştir.



Şekil 4. Dünyadaki pomza oluşumlarının, silika ve alkali içeriklerine göre sınıflandırması.

Şekil 4 irdelendiğinde görüldüğü gibi, dünyadaki pomza oluşumlarının büyük bir kısmı, petrografik açıdan riyolitik kayaç yapısında, diğer önemli bir kısmı da dasidik kayaç yapısında bulunmaktadır. Bununla birlikte, oluşum ve bulunuş mekanizmasına göre de, trakitik ve traki-andezit kayaç yapısında tıulunan pomzalarda görülebilmektedir. Buradan elde edilebilecek yorum; pomzanın petrografik açıdan sergilediği kayaç karakteristiği, malzemenin yoğunluk, gözeneklilik, boşluk oluşumu, yalıtım değerleri gibi birçok hususta irdeleme yapmak mümkün olabilmektedir.

Konu üzerine yapılan genel incelemelerden elde edilen tecrübe, dasidik kayaç karakteristiği gösteren pomza oluşumlarının, riyolitik karakteristik gösterenlerine kıyasla daha az birim ağırlık değerlerine sahip olduğu ve boşluk oranlarının daha yüksek" değerlerde olduğu ve buna bağk'olarak da, bu malzemenin ısı yalıtım amaçlı olarak herhangi bir endüstri alanında kullanımında ise, daha düşük ısı iletkenlik değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir.

4. POMZA OLUŞUMLARININ ANALİZİ

Yukarıdaki bölümde genel sınıflandırma ve irdeleme kriterleri özet olarak verilen bilgiler ışığında, farklı pomza oluşumlarının kimyasal ve makrostrüktür yapısı itibarıyla bir analiz; yapılabilmekte ve pomza oluşumlarının farklı endüstri alanlarında kullanımı açısından, bir birlerine göre avantaj ve dezavantajları yorumlanabilmektedir. Bu konu üzerine yoğun bir araştırma çalışması, üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde halen sürdürülmektedir. Bu bölümde, devam eden bu çalışmada elde edilen bazı bulgular, özetle burada irdelenmiştir.

Bilindiği gibi, pomzanın makrostrüktür yapısında, gözle görünür yüzeysel bir yapısı, doluluğu, boşluğu bulunmakta olup, çeşitli malzeme bileşimlerinin incelenmesi gerekir. Malzeme yapısında,, molekül gruplaşması halinde bazı boşluklar mevcuttur. Bu boşluklar, malzemenin kullanım yerinin tespitinde veya analizinde, malzemenin özgül ve birim ağırlığı, mukavemeti, ısı, su ve sese karşı geçirimsizliği gibi teknik verilerin eldesinde, son derece önemli bir rol oynamaktadırlar. Bu bakımdan, pomza oluşumlarının boşluk yapısı ve makrostrüktür yapısının detay olarak analiz edilmesi gerekmektedir. Bu incelemede, dünyada ve

Türkiye'de bulunan bir çok pomza oluşumlarını sembolize etmesi amacı ile, bir dizi pomza oluşumları, çalışmada örnek olarak ele alınmış olup, malzeme karakteristiklerinin detay incelemeleri yapılmıştır. Burada ele alınan örnekler, örneklere verilen rumuz isimleri ve bulunuş bölgeleri Çizelge 4"as. tanımlanmıştır:

Çizelge 4. incelemede kullanılan pomza oluşumları.

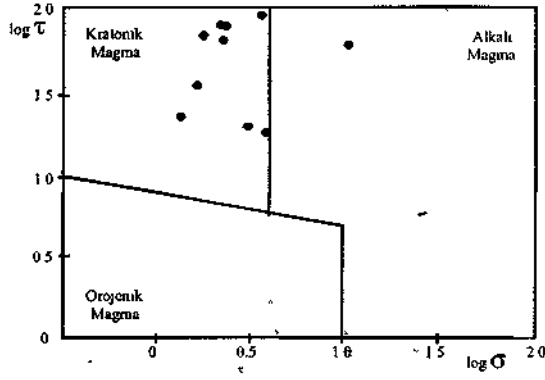
Pomza	incelemede Kullanılan Rumuz Adı	Bölge
Dünya Örnekleri		
Hekla Pumis	Hekla	izlanda
German	German	Almanya"
Lipari Peerles	Peerles	italya
Lipari Lapillo	Lapillo	italya
Greek Yali	Yali I	.Yunanistan
Greek Yali	Yali II	Yunanistan
Greek Thira	Thira	Yunanistan.
Indonesian Pumis	indi	Endonezya
Indonesian Pumis	IndII -	Endonezya
China Pumice	Çin I	Çin
Türkiye Örnekleri		
Kapadokya	PONZPBI	Orta Anadolu
Kapadokya	PONZPBII	Orta Anadolu
Kapadokya	PONZPBm	Orta Anadolu
Niğde	PONZNGI	Orta Anadolu
Niğde	PONZNGII	Orta Anadolu
Kayseri	PONZPGI	Orta Anadolu
Kayseri	PONZPGII	Orta Anadolu
Van	PONZVNI	Doğu Anadolu
Van	PONZVNII	Doğu Anadolu
İsparta	ISP GLC	Akdeniz Böl.
İsparta	ISP GLN	Akdeniz Böl.

Pomza Örnekleri üzerinde, aşağıda verilen inceleme ve analizler detay olarak yapılmıştır:

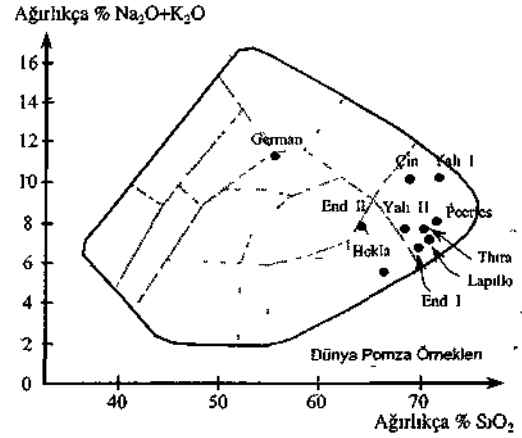
1. Kimyasal analiz ve kimyasal bileşenlerine göre sınıflama analizi,
2. Fiziksel analizler ve özgül - birim ağırlık analizi,
3. Pomza iç yapı analizi ve makrostrüktür analizi,
4. Pomza boşluk oranı ve geometrileri analizi,
5. Pomza boşluk oranı-ısı yalıtım karakteristiği arasındaki ilişki analizi.

Yukarıdaki bölümde belirtilen kimyasal bileşenlerin tespiti amacı ile, pomza örneklerinin detay kimyasal analizleri yapılmıştır. Bu analiz bulgularına göre, yukarıda bahsedilen 2 ayrı sınıflama sistemine göre, pomza oluşumları ayrı ayrı sınıflandırılarak, orijinlerine göre ve silika-alkali içeriklerine göre irdelenmiştir. Pomzanın oluştuğu magmanın genel karakteristiğine göre yapılan sınıflamada, dünya pomza örneklerinin ve Türkiye'de yer alan pomza oluşumlarının genel formu Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir.

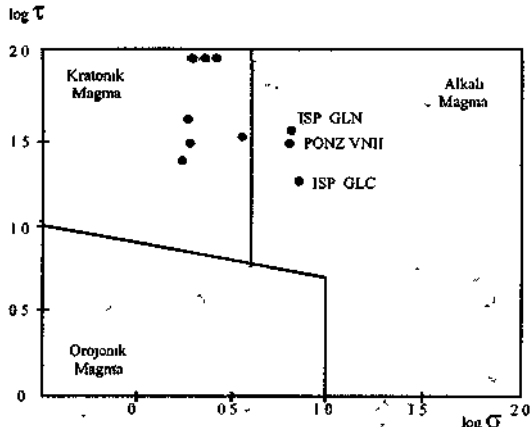
Doğu Anadolu rjölgesinde bulunan Van civarındaki pomza oluşumlarının, alkali magma oluşum kökenli oldukları gözlenmiştir. Diğer pomza örneklerinin ise, kratonik magma kökenli oldukları görülmektedir. Diğer bir inceleme ise, kayacın silika ve alkali içeriğine göre yapılan irdelidir. Bu incelemede, pomza örneklerinin silika ve alkali bileşenleri, Şekil 3'de verilen sınıflandırma abacı üzerine işlenmiş olup, elde edilen bulgular pomza örnekleri için Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir.



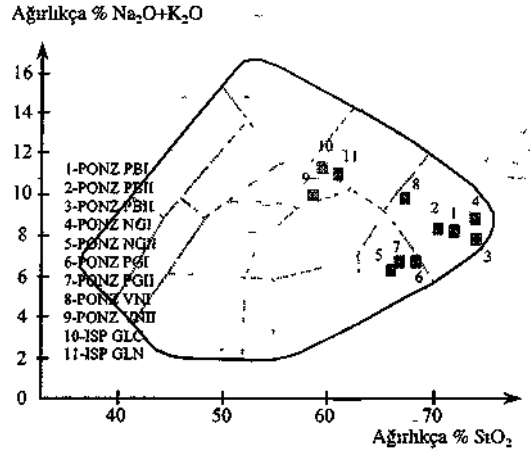
Şekil 5. Dünyaâaki pomza örneklerinin magma oluşumuna göre sınıflaması.



Şekil 7. Dünyadaki pomza örneklerinin silika ve alkali içeriklerine göre sınıflandırması.



Şekil 6. Türkiye'deki pomza örneklerinin magma oluşumuna göre sınıflaması.



Şekil 8. Türkiye'deki pomza örneklerinin silika ve alkali içeriklerine göre sınıflandırması.

Şekil 5 ve Şekil 6 irdelendiğinde, incelemede ele alınan dünyadaki pomza örneklerinden German pomza örneği, Türkiye'de Akdeniz bölgesinde bulunan İsparta civarındaki pomza oluşumları ile

Şekil 7 ve Şekil 8 irdelendiğinde, pomza oluşumlarının genelde iki ayrı kategoride yoğunlaştığı görülmektedir. Bunlar, riyolitik kayaç yapısı ve dasidik ,kayaç yapısı. Özellikle, Türkiye'de bulunan pomza oluşumlarından, Kapadokya bölgesinde yer alan malzemeler, riyolitik karakterde olup, Kayseri bölgesinde bulunan malzemelerin ise genelde dasidik karakterde olduğu görülmektedir.

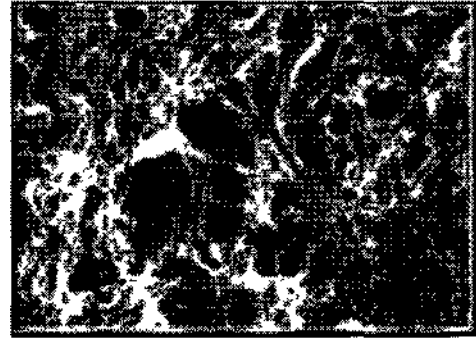
Pomza oluşumlarının fiziksel analizinde ise, *özgül ve birim ağırlık değerleri belirlenmiş olup, elde edilen bulgular Çizelge 5" de verilmiştir.

Çizelge 5. Pomza oluşumlarının fiziksel özellikleri. »

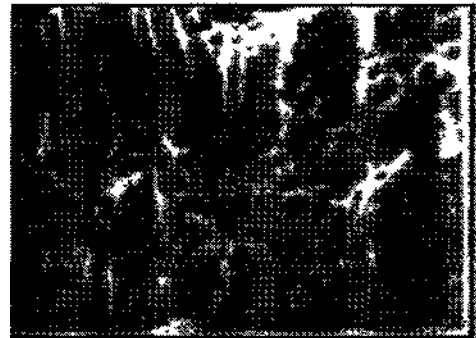
Pomza	Özgül Ağırlık Kg/m ³	Kuru Birim Ağırlık -Kg/m ³
Dünya Pomza Örnekleri		
Hekla	2560	690
German	2480	620
Peerles	2310	400
Lapillo	2360	840
YaliI	2330	550
YaliII	2300	475
Thra	2360	510
Indi-	2520	540-
Indn	2480	630
Çini	2460	380
Türkiye Pomza Örnekleri		
PONZPBI	2350	390
PONZPBII	2360	420
PONZPBIII	2327	410
PONZNGI	2380	580
PONZNGII	2440	680
PONZPGI	2440	680
PONZPGII	2340	540
PONZVNI-	2370	420
PONZ VNII	2440	510
ISP GLC	2470	600
ISPGLN	2380	350

Pomza oluşumlarının, farklı endüstri alanlarında kullanım kriterlerini belirleyen en önemli faktörlerin başında, malzemenin makro struktüründe bulunan boşluk durumu ve malzemenin doluluğu gelmektedir. Malzemenin doluluğu, o malzemenin boşluklu birim hacim ağırlığı ile boşluksuz birim hacim ağırlığı arasındaki oran ile belirlenmektedir. Boşluk ise, malzemenin dolu kısmının dışında kalan değer %

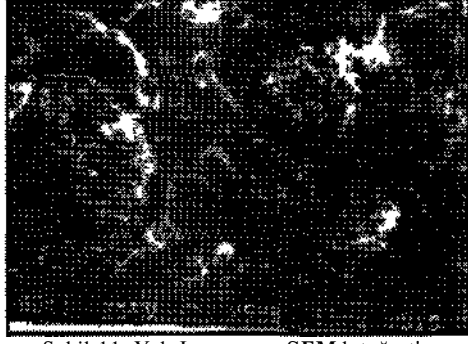
olarak ifadesidir. Malzemenin boşluksuz hacminin, boşluklu hacmine eşit olduğu hallerde, o malzeme boşluksuz bir malzeme olarak kabul edilmektedir (Eriç, 1994). Diğer taraftan, malzemede boşluk oranı arttıkça, malzemenin mukavemetinde düşme, ısı yutuculuk değerlerinde ise artma görülmektedir. Malzeme boşluklarının devamlılığı halinde su ve buhar geçirimsizlik değeri de artmaktadır. Bu sebeple, malzemenin donmaya karşı mukavemeti de azalmaktadır. Pomzanın, malzeme karakteristiği açısından bu anlamda irdelenmesi içm, öncelikle malzeme iç yapısının, boşluk oranı ve boşluk geometrilerinin analizi yapılmalıdır. Araştırmada ele alınan pomza örneklerinin iç yapı özellikleri ve boşluk geometrileri, Scan Elektron Mikroskop (SEM) incelemeleri ile yapılmış olup, özet olarak pomza oluşumlarının SEM fotoğraflarından bir kısmı Şekil 9 - Şekil 13'de verilmiştir.



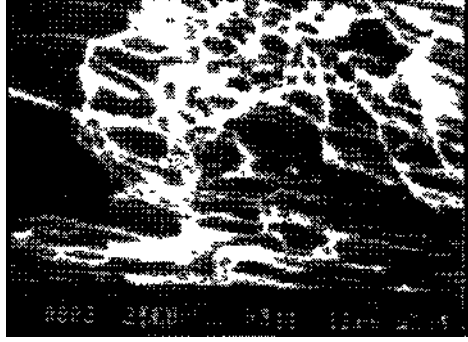
Şekil 9. Hekla pomzası SEM fotoğrafı (x1000 büyütme olarak)



Şekil 10. Lipari pomzası SEM fotoğrafı (x500 büyütme olarak)



Şekil 11. Yalı I pomzası SEM fotoğrat'ı
(x500 büyütme olarak)

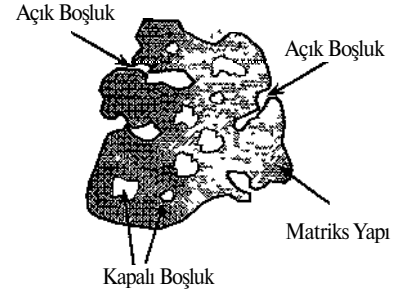


Şekil 12. PONZ PBI pomzası SEM fotoğrafı
(x500 büyütme olarak)



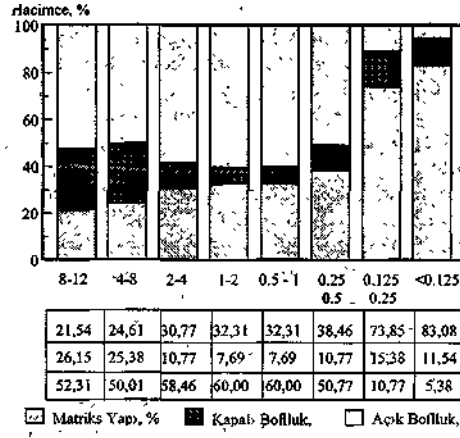
Şekil 13. PONZ PGI pomzası SEM fotoğrafı
(x500 büyütme olarak)

Pomza örneklerinin ince kesitlerinden çekilen SEM fotoğraflarından da görüldüğü gibi, malzeme iç yapısında birbirinden çok farklı geometrik şekiller gösteren boşluk dağılımlarının varlığı açıkça görülebilmektedir. Yapılan bu çalışmada, pomzanın yapısında bulunan boşluk oluşumlarının, malzeme karakteristiğine ne ölçülerde etki ettiği ve endüstriyel olarak kullanım amacına göre bu boşluk oluşumlarının bir kalite faktörü olarak irdelenebilirliği üzerine bir yaklaşım geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu yaklaşımda, pomza struktur yapısında bulunan boşluk oluşumları iki ayrı kategoride ele alınmıştır. Bunlar, açık boşluklar ve kapalı boşluklar. Boşluklu bir malzeme yapısı, hacimsel dağılım olarak bir kısmı açık boşluklardan, bir kısmı kapalı boşluklardan ve gen kalan kısmı ise malzemenin katı olarak bulunan matriks yapısından oluşmaktadır. Bu bakımdan, pomza malzeme yapısı olarak, açık ve kapalı boşluklardan oluştuğuna göre, bu boşluk dağılım oranlarının belirlenmesi gerekecektir. Pomzanın yapısal durumu aşağıdaki gibi sembolize edilebilir:

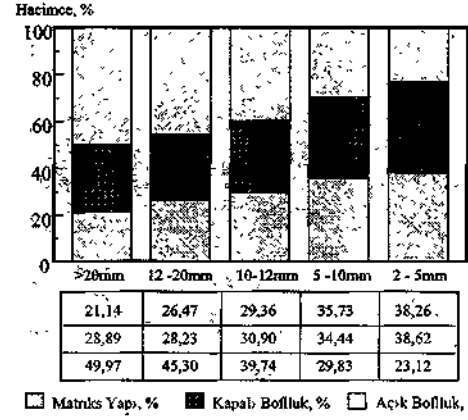


Pomza Tanesinin Sembolik Olarak Yapısı

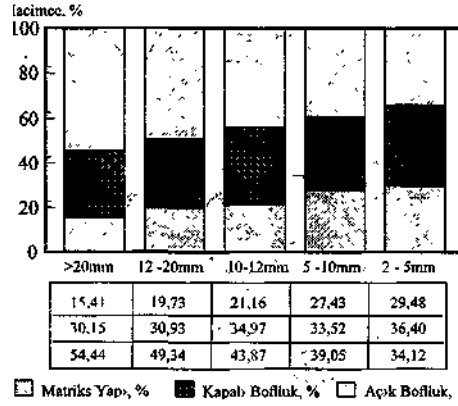
Pomzadaki açık boşluklar, agrega tane boyutuna bağımlı olarak, farklı «tane boyut gruplarına sınıflandırılmış ve her bir tane boyutundaki agrega pomzanın, 48 saatlik su-emme yüzde oranı olarak tespit edilmiştir. Malzemenin birim hacim ağırlık değerinin, özgül ağırlık değerine oranı olarak malzemenin doluluğu (katı halde bulunan matriks yapısı) belirlenmiştir. Malzeme strüktüründe hacimsel olarak geri kalan kısım ise, pomzanın kapalı boşluk oranı olarak belirlenmiştir. Yapılan bu incelemelere göre, farklı karakteristik yapılarıdaki pomza örneklerinin, boşluk ve doluluk oranları tespit edilmiş olup, analiz bulguları Şekil 14 - Şekil 2(Tde verilmiştir.



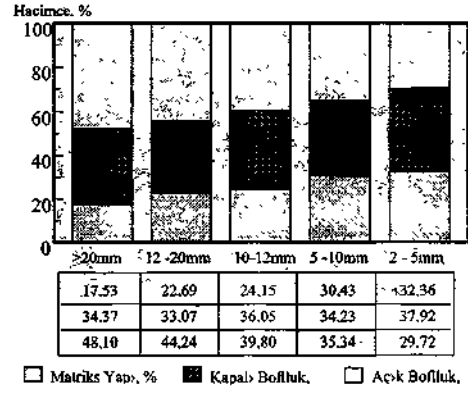
Şekil 14. Hekfa pomzası boşluk ve doluluk oranları.



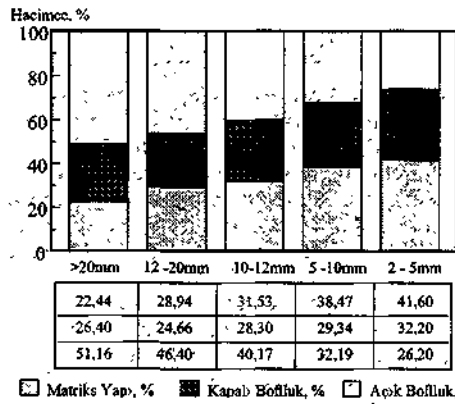
Şekil 17. Lapillo pomzası boşluk ve doluluk oranları.



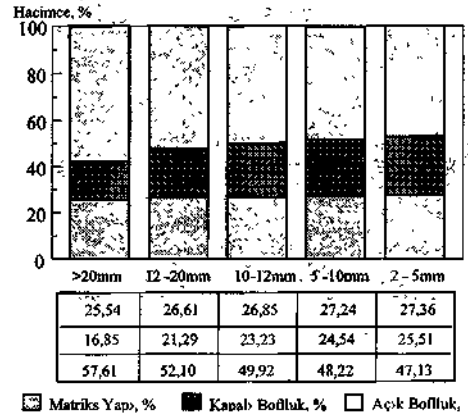
Şekil 15. Yali I pomzası boşluk ve doluluk oranları.



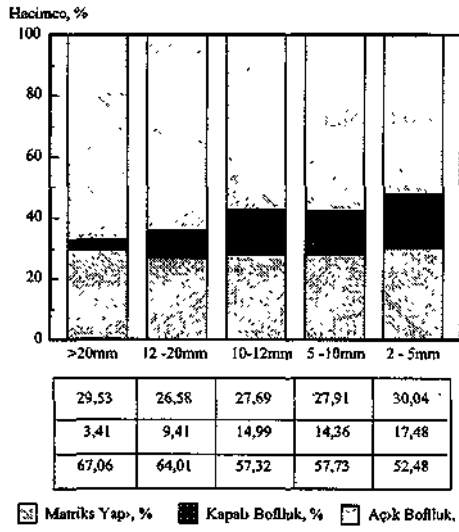
Şekil 18. PONZ PBI boşluk ve doluluk oranları.



Şekil 16. Peerles pomzası boşluk ve doluluk oranları.



Şekil 19. PONZ PGI boşluk ve doluluk oranları.



Şekil 20. PONZ PGII boşluk ve doluluk oranları.

DeneySEL çalışmalarından elde edilen bulgu, pomza oluşumları boşluk durumlarına göre irdelendiğinde, riyolitik kayaç yapısına sahip olan malzeme oluşumlarında, açık boşluk oluşumlarının daha düşük oranlarda, buna karşın dasidik kayaç yapısında olanların ise, açık boşluk oluşumlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu olgu, yukarıda verilen SEM fotoğraflarında da ayrıca açıkça görülebilmektedir. Ancak, oransal olarak bir dağılım değerinin belirlenmesi gerektiği durumunda ise, bu oranlama yukarıda söz konusu edilen deneysel analiz ile belirlenebilmektedir. Diğer taraftan, malzeme yapısındaki kapalı boşluk oluşumlarının ise, malzemenin kullanım yerinin belirlenmesinde önemli bir kriter olarak değerlendirilebilmektedir.

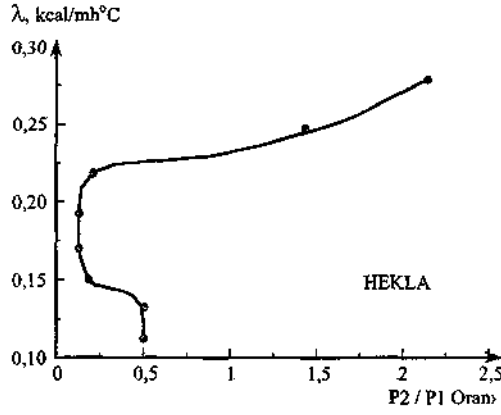
Örneğin, pomzanın ısı yalıtım amaçlı bir kullanımında, farklı tane boyutlarındaki agregaların, kapalı boşluk oranlarının az miktarlarda olması arzu edilmektedir. Kullanım yerine bağımlı olarak, malzeme bünyesine emilen suyun, hızlı bir şekilde bünyeden atılabilmesi gerekmektedir.

Ancak, kapalı boşluk içerisinde bulunan suyun kayacın bünyesinden atılma süresi oldukça uzun bir zaman alabilmektedir. Bilindiği gibi, nemli bir malzemenin, ısı iletkenlik değeri, yüksek değerlerdedir, diğer bir deyişle, ısı yalıtımı açısından olumsuz sonuç vermektedir. Bu

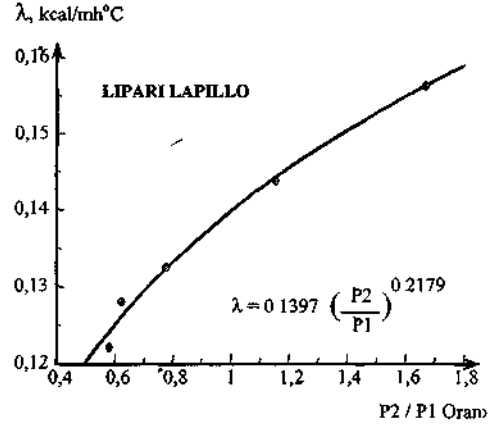
bakımdan, bünyesinde uzun süre su bulunduran pomza agregaların, kuru durumda ısı iletkenlik değerleri ne kadar iyi olursa olsun, nemli ve/veya suya yarı doygun haldeki konumuna göre, ısı iletkenlikleri oldukça olumsuz olabilmektedir. Bu açıdan ele alındığında, ısı yalıtım malzemesi olarak pomza agregalar için ideal olan, kapalı boşluk oranının düşük değerlerde olmasıdır. Bu genel açıklama kapsamında, dasidik * kayaç karakteristiğine sahip pomza oluşumlarının, kapalı boşluk oranları her bir tane boyut dağılımı için, riyolitik kayaç yapısında olanlarına göre daha düşük değerlerde olduğu, deneysel ve mikroskobik bulgular ile gözlenmiştir.

Pomzajitalzeme yapılarındaki açık boşluk ve kapalı boşluk oranı dağılımı, pomzanın malzeme karakteristiği bakımından kalite faktörü olarak tanımlanarak, pömzaların kullanım yerine bağımlı bir irdeleme kriteri geliştirilmeye çalışılmıştır. Pomzanın, dünyadaki en yaygın kullanım alanı, hafifliği ve gözenekliliği ve de ısı-ses yalıtım özelliği sergilediği için inşaat endüstrisinde, hafif yapı elemanlarının eldesidir. - Bu kullanımda, önemli olan parametrelerin başında, pomzanın ısı iletkenlik katsayı Q değeri gelmektedir. Pomzanın farklı granülometrik yapıda agregalar olarak kullanımında, agrega tane boyutuna göre ısı iletkenlik özelliği, yapısında bulunan açık ve kapalı boşlukların bir fonksiyonu olarak gelişmektedir. Bu bakımdan, fonksiyonel bir yaklaşımla, pomzanın kapalı boşluk oranının açık boşluk oranına olan değeri, bu incelemede bir kalite parametresi olarak tanımlanmıştır. Açık boşluk oranı (P1) ve kapalı boşluk oranı (P2) sembolleri ile simgelenmiş olup, P2/P1 oranı, her bir tane boyut dağılımı arasındaki pomza agregalar için detay olarak belirlenmiştir.

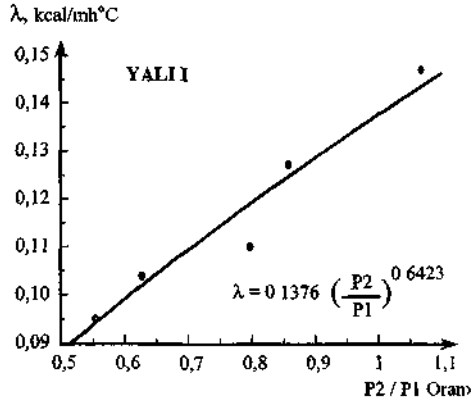
Ayrıca, farklı agrega boyutundaki pomza tanelerinin ısı iletkenlik değerleri, SDÜ Pomza Teknolojisi Laboratuvarında geliştirilen ve ASTM-C 236 standardında öngörülen dengeli sıcak oda metodu ile ölçülmüş olup, her bir tane boyutunun P2/P1 oranı belirlenerek, ısı iletkenlik değeri ile olan ilişkisi araştırılmıştır. Araştırmada elde edilen bulgular grafiksel olarak analiz edilmiş olup, pomza oluşumlarının boşluk oranlarına bağımlı, ısı iletkenlik değerleri tanımlanmıştır. Analiz bulguları, farklı pomza oluşumları için Şekil 21 - Şekil 27'de verilmiştir.



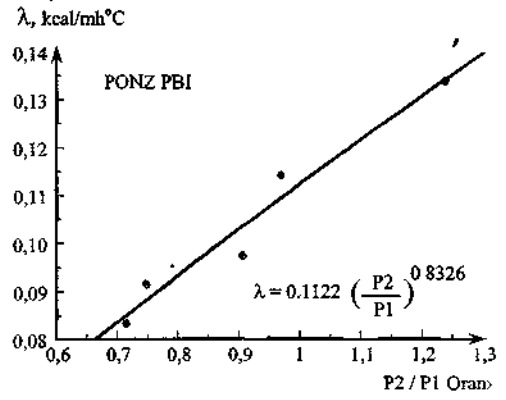
Şekil 21. HEKLA pomzasi P2/P1 - λ ilişkisi analizi



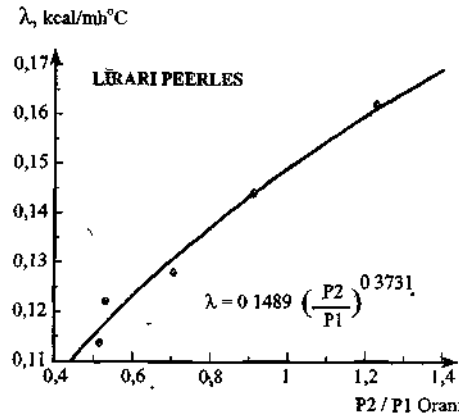
Şekil 24. Lipillo pomzasi P2/P1 - λ ilişkisi analizi



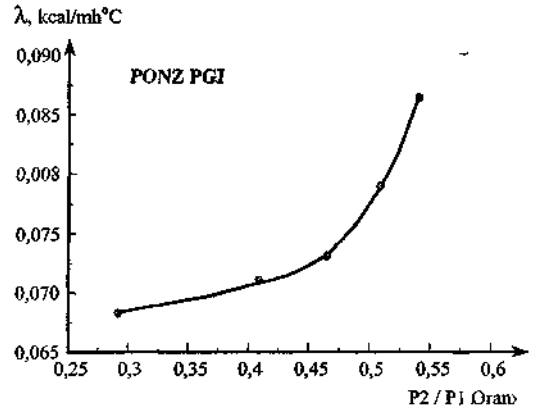
Şekil 22. Yalı I pomzasi P2/P1 - λ ilişkisi analizi



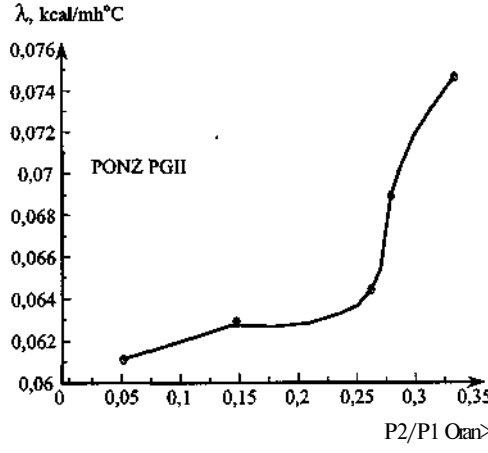
Şekil 25. Ponz PGI pomzasi P2/P1 - λ ilişkisi analizi



Şekil 23. Peerles pomzasi P2/P1 - λ ilişkisi analizi



Şekil 26. Ponz PGI pomzasi P2/P1 - λ ilişkisi analizi



Şekil 27. Ponz PGII pomzasi P2/P1 - X ilişkisi analizi.

Pomzanın malzeme yapısında bulunan açık ve kapalı boşluk oran değişimine göre yapılan ısı iletkenlik analizleri göstermiştir ki, riyolitik kayaç yapısında olan pomza oluşumlarında, artan P2/P1 oran değişimine bağımlı olarak, pomza agregasının ısı iletkenlik değeri de lineer olarak artmaktadır. İstatistiksel olarak bu değişim, ayrıca irdelenmiş olup, anlamlılık düzeyi yüksek ve mühendislikte kabul edilebilir sınır limitler içinde elde edilen fonksiyonel yaklaşımların, üstel fonksiyonlar şeklinde olduğu belirlenmiştir. Ancak, bu olgu, dasidik kayaç yapısında olan pomza malzemeler için benzer şekilde görülememiştir. Yapılan bu analizlerden elde edilen tecrübe, pomzanın ısı iletkenlik değerinin, malzeme yapısını oluşturan kimyasal bileşenlerin, boşluk yapısı ve oranı, pomzanın birim hacim ağırlık değerinin bir fonksiyonu şeklinde geliştiğidir. Eğer pomza, ısı yalıtım amaçlı bir agregata olarak kullanılacağına, en ideal, diğer bir deyişle en düşük ısı iletkenlik değerini sağlayan pomza türü ne olmalı ve bu pomza, hangi tane boyutunda kullanılmalı sorusu, belleklere öncelikle gelen sorudur. Bu durumun analiz edilebilmesi için, bu makale içeriğinde özet olarak vermeye çalışılan deneysel analizler yapılarak, pomza optimum kullanım tane boyutu ve türü belirlenebilmektedir. Konu üzerine yapılan bu çalışma derinleştirilerek, pratik olarak kullanılacak, pomza agregaların tanımsal bir ölçekte değerlendirilebildiği ve kullanım amacına bağımlı optimum pomza yapısının tanımını veren, matematiksel ifadelerle dayanan bir dizi modeller geliştirilmiştir. Burada, bu modellerden özet olarak, riyolitik kayaç yapısında bulunan pomza

oluşumlarının, malzeme özelliklerinin bağımlı değişkenleri olarak kullanıldığı ve pomza agreganın ısı iletkenlik değerinin tanımlanabildiği bir model sunulmuştur. Geliştirilen modelin ampirik ifadesi, aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$\lambda = 0.0009 \left(\frac{P2}{P1} \right)^{105-13.5 \cdot \ln p} * e^{0.8746} \frac{SiO_2}{Al_2O_3}$$

Burada;

λ : Kuru durumda pomzamn ısı iletkenlik değen, kcal/mhoC,

$P2$: Pomzamn kapalı boşluk oranı, %,

$P1$: Pomzamn açık boşluk oranı, %,

ρ : Pomzamn özgül ağırlık değeri, kg/m³,

SiO_2 : Pomzamn silika içeriği, %,

Al_2O_3 : Pomzamn alumina içeriği, %.

Bu eşitlik yardımı ile, pomza agregaları tanımsal bir ölçekte ısı yalıtımı açısından kalite tanımlamaları bağlamında irdelenebilmektedir.

5. SONUÇLAR

Dünyanın değişik ülkelerinde ve Türkiye'de bulunan, farklı karakteristik özellikler sergileyen pomza oluşumlarının, yapısal, fiziksel ve kimyasal olarak incelemelerine yönelik yapılan bir çalışmanın özet bulguları bu makalede sunulmuştur. Yapılan analizlerden elde edilen genel tecrübe ile, aşağıda sıralanan sonuçlar çıkarılmıştır:

1. Pomza oluşumları, orijinlerine göre kratonik ve alkali magma ürünü birer malzemedir.
2. Yapısal ve kimyasal özelliklerine göre, yüksek oranda silika içeren pomza örnekleri, riyolitik kaya yapısında bulunmakta olup, silika oranı ve alkali oranına göre dasidik veya traki-andezit kayaç yapısında da bulunabilmektedirler.
3. Riyolitik kayaç -yapısı gösteren pomza oluşumları, endüstriyel olarak kullanım yerinde, yüksek dayanım gösteren malzeme yapılarıdır. Dasidik kayaç yapısındaki pomzalar ise, yüksek oranda boşluk içermeleri sebebi ile, dayanımları daha düşüktür.
4. Isı yalıtım amaçlı olarak değerlendirilecek pomza agregaların, düşük oranda kapalı boşluk içermeleri sebebi ile, dasidik kayaç yapısındaki

L. Gündüz, A Rota & A Hüseyin

pomzalann ısı iletkenlik özelliklen daha iyi değerlerdedir.

- 5, Dünyadaki pomza oluşumlarının büyük bir çoğunluğu riyolitik karakterde pomza oluşumları olup, kratonik magma kökenlidirler.
6. Türkiye pomza oluşumları açısından, Orta Anadolu - Nevşehir bölgesinde yer alan pomza oluşumları genelde, riyolitik kayaç yapısında olup, Kayseri bölgesinde bulunan pomza oluşumları ise, dasıdık kayaç yapı.sında bulunmaktadırlar. Akdeniz bölgesinde özellikle İsparta bölgesinde bulunan oluşumlar use, traki-andezit kayaç yapısında bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2000, Maple Aggregates, Yali Pumice Chataloge, U.K.
- Eriç M., 1994, Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 367s.
- Gass I.G., Smith P.J., Wilson R.C.L., 1973, Understanding the Earth, Open University Set Book, 383 pp.
- Gündüz L. (ed.), 1998, Pomza Teknolojisi Cilt I, İsparta.
- Ritmann L., 1976, Volcanoes, Orbis Publishing, London UK.
- Rocher P., 1996, Caracterisation de pierres ponces de diverses origines, Etude comparative de neuf echantiilions, Mars, N 2243, BRGM Service Mimer National, Departement Procèdes et Analyse, France.
- Uz B., 1987, Petrografi-I, CA. Magmatik Kayaçlar, Ocak, İstanbul, 286s.
- Vikursteypur A., 198&, Ny notfeunarsvig (Pumicé concrete - new applications) IBRT Report.