

## Araştırma Makalesi / Research Article

## Pomza Cevherinin Hazırlanması ve Zenginleştirilmesi

Ece KILINÇ AKSAY<sup>1</sup>, Ali AKAR<sup>2</sup>, İlknur CÖCEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, İzmir, (sorumlu yazar)

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği, İzmir,

<sup>3</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği, İzmir, (emekli)

ece.kilinc@deu.edu.tr, ilknur.cocen@deu.edu.tr, aliakarmaden@yahoo.com.tr

Geliş Tarihi: 08.03.2016 ; Kabul Tarihi: 24.05.2016

### Özet

**Anahtar kelimeler**  
Pomza; Jig; Ağır-ortam ayırması; Sınıflandırma; Pomza tesis akım şeması

Pomza günümüzde iriden ince boyuta kadar elliden fazla sanayi dalında kullanılmaktadır. Pomzanın diğer ülkelerdeki kullanımı çok da yeni değildir. Azalan rezervler ve artan talepler Türkiye'yi, dünyanın en büyük üreticisi haline getirmiştir. Dolayısıyla pomzanın Türkiye'ye sağladığı katma değer oldukça yenidir. Üretimini kolay ve maliyetinin düşük olması kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Ayrıca pomza, gözenekli ve hafif yapısı nedeniyle yoğunluğa dayalı yöntemler ile kolayca zenginleştirilebilmektedir. Bu çalışmada, pomza cevherinin hazırlanması ve zenginleştirilmesi ile daha kaliteli hale getirilmesi için gerekli yöntemler ve bu konuda yapılan araştırmalar sunulmuştur.

## The Preparation and Enrichment of Pumice Ore

### Abstract

**Keywords**  
Pumice; Jig; Heavy-media separation; The flowsheet of pumice processing plant

Recently, pumice is used in over fifty industries from coarse to fine-grain size. The utilization of pumice in other countries is not new. Turkey has become largest manufacturer in the World due to the decreasing reserves and increasing demands. Thus, the added value of pumice for Turkey is quite new. The use of pumice has become widespread owing to the low production cost and the ease of production processes. Moreover, it can be easily enriched with gravity method due to porous and light structure of pumice. In this study, processing and enrichment methods are presented with previous researches to display the quality increase in the pumice ore.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Giriş

Oldukça gözenekli ve hafif yapısı ile karakterize edilen pomza, özellikle inşaat, tekstil, tarım, kimya ve abrasif sanayi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan bir endüstriyel hammaddedir. Pomzanın sahip olduğu fiziksel, kimyasal, mineralojik ve yapısal özellikleri farklı sektörlerdeki kullanımını arttırmaktadır. Pek çok araştırmacı hala çeşitli pomzaların yapısal ve teknolojik özelliklerini araştırarak yeni kullanım alanları yaratmaya çalışmaktadırlar.

Yaklaşık 18 milyar ton olan dünya pomza rezervinin; Amerika %63,9'una, Türkiye %15,8'ine

ve İtalya ise %11,1'ine sahiptir (Elmastaş, 2012). Türkiye'deki rezervin %50'si Bitlis'te, geri kalanı ise Kayseri, Nevşehir, Van, Kars, Ağrı, Isparta, Ankara ve İzmir'de bulunmaktadır (Gündüz, 1998; Aksay Kılınç, 2005). Türkiye ve İtalya en fazla pomza üretimi yapan ülkelerdir. Örneğin 2010 yılında Türkiye %23 (4 milyar ton) oranında pomza üretirken, İtalya %17 oranında üretmiş ve Türkiye en fazla üretim yapan ülke olmuştur (Elmastaş, 2012).

Pomzanın gelişmiş ülkelerde kullanımı yeni değildir. Bu nedenle kaliteli pomza rezervleri azalmaktadır. Ayrıca pomzanın kullanımı yaygınlaşmakta

dolayısıyla pomzaya olan talep artmaktadır. Pomza cevherlerinin zenginleştirilerek değerlendirilmesi hem kalite yönünden niteliğini, hem de katma değerini arttırması nedenleriyle önemlidir.

Bu araştırmada pomza cevherlerinin zenginleştirilmesi için kullanılan yöntemler ve bu konuda yapılan araştırmalar sunulmuştur.

## 2. Pomzanın Fiziksel, Kimyasal ve Mineralojik Yapısı

Amorf alüminyum silikat olarak tanımlanan pomza, volkanik faaliyetler sonucu oluşmuş, volkanik cam yapısında ve süngerimsi bir kayadır. Pomza, oluşum esnasında ani soğuma ve gazların bünyeyi ani olarak terk etmesi nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içermektedir. Bu nedenle pomza, amorf ve oldukça gözenekli yapıdadır (Sarıiz ve Nuhoğlu, 1992). Pomzadaki gözenekler, genellikle bağlantısız boşlukludur. Bu nedenlerle oldukça hafif, geçirgenliği düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir. Pomzadaki gözenekler, düzensiz ve küresel, oval, uzamış boru şeklindedir (Geitgey, 1994; Aksay Kılınç, 2005). Pomzanın genel olarak fiziksel özellikleri Tablo 1’de sunulmuştur (Gür ve diğer., 1997; Şahin ve diğer., 1997; Gündüz ve diğer., 1998; Chang, 2002; Aksay Kılınç, 2005; Anapalı ve Örs, 2005; Sezgin ve diğer., 2005; Aksay Kılınç ve diğer., 2009).

Mineralojik olarak incelendiğinde, pomzanın en önemli gang mineralleri andezit, traverten, serpantin ve bazalttır. Bu gang minerallerinin yoğunlukları ise 2,09-2,46 gr/cm<sup>3</sup>’dür (Deniz ve Umucu, 2005)

Pomza tanımlanmasında kimyasal kompozisyonundan yararlanır. Asidik ve bazik özellik taşıyan pomzaların tipik kimyasal bileşimlerine birer örnek Tablo 2’de verilmiştir (Gündüz ve diğer., 1998). Tablo 2’de görüldüğü gibi asidik pomzanın %SiO<sub>2</sub> değeri yüksekken, bazik pomzanın % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % MgO değerleri yüksektir.

Tablo 1. Bir pomza örneğinin genel fiziksel özellikleri

Özellik	Açıklama
Renk	Açık (asidik pomza) Koyu (bazik pomza)
Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	0,5-1 (asidik pomza) 1-2 (bazik pomza)
Özgül ağırlık	2,5
Sertlik (Mohs)	5-6
Gözeneklilik (%)	45-70
Gözenek boyutu (mm)	<1
pH	7
Suda çözünen madde miktarı (%)	Düşük
Asitte çözünen madde miktarı (%)	2,9
Asitle tepkime (HF hariç)	Yok
Katyon değişim kapasitesi (me/100 gr)	5
Toksik özellik	Yok
Ergime sıcaklığı (°C)	1343

Tablo 2. Asidik ve bazik pomza örneklerinin kimyasal özellikleri (Gündüz ve diğer., 1998)

Bileşim	Asidik Pomza	Bazik Pomza
% SiO <sub>2</sub>	72,5	45,0
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,0	21,0
% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5	7,0
% CaO	0,9	11,0
% MgO	0,6	7,0
% Na <sub>2</sub> O+% K <sub>2</sub> O	9,0	8,0
% Ateş Kaybı	3,0	1,0

## 3. Pomzanın Üretimi ve Zenginleştirilmesi

### 3.1. Pomza Madenciliği

Pomza üretim teknolojisi gerek Amerika’da gerekse AB ülkelerinde hemen hemen aynı olup, genelde mekanik kazı yöntemleriyle açık ocak işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır. Ülkemizde de delme-patlatma uygulanmaksızın mekanik kazı yoluyla yapılmaktadır (Erkoyun, 2005; Köse ve Pamukçu, 1997).

### 3.2. Pomzanın Ufalanması ve Sınıflandırılması

Pomzanın gözenekli yapıda olması iri boyutlu ufalama işlemlerinde avantaj sağlarken, ince boyutlarda öğütülmesi diğer tüm cevherlerde olduğu gibi zordur. Yapısındaki silis miktarının fazlalığı nedeniyle kırma, eleme ve öğütmede aşınma problemi yaratmaktadır. Bu nedenle ülkemizde endüstriyel minerallerin kırılmasında yaygın olarak kullanılan çekiçli, şoklu ve darbeli kırıcılar (düşey millî) tercih edilmezken, çeneli (çift istinat kollu), konik ve merdaneli kırıcıların kullanılması daha uygundur (Neumann ve Grotjohann, 1998; Fink ve diğer., 2001). Yapılan bir araştırmada (Deniz, 2005a), Isparta yöresi pomzası laboratuvar tipli çeşitli kırıcılarla kırılmış ve ürünlerin tane boyut dağılımları karşılaştırılmıştır. Kırılan ürünlerdeki ince tane oranları sırasıyla düz merdaneli, şoklu, çeneli ve çekiçli kırıcıların kullanılmasıyla artmıştır. Pomzanın gözenekli yapısı nedeniyle yan kayacı olan andezite göre daha ince boyutlara kırıldığı bulunmuştur.

Pomza sınıflandırmasında düz ve tromel elekler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak pomzanın aşındırma etkisi nedeniyle bu eleklerin poliüretan malzemeden yapılmış olması elemelerde doğabilecek problemleri ortadan kaldırmaktadır. Pomzanın yüksek aşındırma özelliği, öğütmede enerji sarfiyatı açısından avantaj sağlayan valsli, karıştırmalı bilyalı ve kule değirmenlerinin kullanımını engellemektedir. Bu nedenle, aktarılan ortam değirmenlerinden bilyalı değirmenleri kullanmak doğru bir tercih olmaktadır (Deniz, 2005a).

Isparta yöresi Karakaya ve Gelincik pomzalarının mineralojik yapısı ile gözenek dağılım oranının öğütmeye olan ilişkisi üzerine yapılan araştırmalarda; Karakaya pomzasının feldspat, sanidin, amfibol ve piroksen gibi abrasif mineralleri daha fazla içerdiği ve daha gözenekli bir yapıya sahip olduğu bulunmuştur. Bu nedenle iri boyutlarda ince boyutlara göre daha kolay öğütüldüğü saptanmıştır (Deniz, 1997; Deniz, 2005b). Ayrıca, Bond öğütülebilirlik indeksine göre

pomzanın öğütülebilirliğinin 1,7-2,5 gr/dev olduğu bulunmuştur (Deniz, 2005a; b; c).

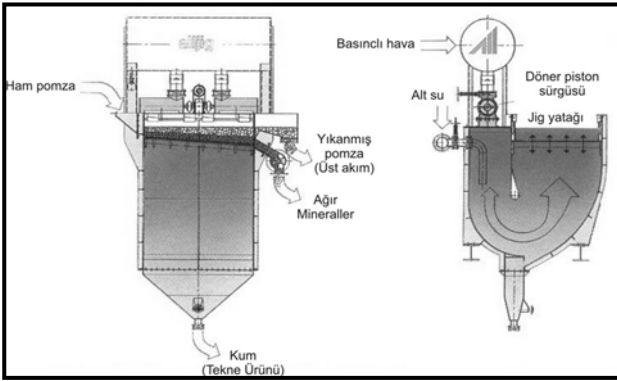
### 3.3. Pomzanın Zenginleştirilmesi

Pomza, yan kayacıyla olan yoğunluk farkı nedeniyle iri boyutlarda jigler, ince boyutlarda ise sallantılı masa, spiraller ve konilerle zenginleştirilebilmektedir (Deniz, 2005a). Dünyada pomza sadece yaş metotlarla üretilmektedir. İri kırma ve şlam atma işlemlerinden sonra uygulanan yöntemlerden biri, ağır-ortam zenginleştirmesidir. -16+2 mm tane boyutlu pomza, ağır-ortam ayırması ve jig yöntemleri ile zenginleştirilmektedir. Ancak ağır-ortam ayırmasında manyetitlerin pomza tanelerine yapışması zenginleştirme verimini oldukça düşürürken, jig ile zenginleştirmede başarı oldukça yüksek olmaktadır (Fink ve diğer., 2001). Pomza jigleri, etkin ayırma verimi ve ekonomikliği nedeniyle kullanılmaktadır (Neumann ve Grotjohann, 1998). Pomza jigi olarak kullanılan hava kumandalı jigler (air-pulsed alljig), uzun yıllar boyunca farklı cevherlerin zenginleştirilmesinde başarı ile kullanılmıştır. Bu jigler, birbirine yakın özgül ağırlıktaki pomza cevherinin zenginleştirilmesinde ve geniş tane aralığında besleme yapılması durumunda oldukça etkin bir ayırma sağlamaktadır. Şekil 1 ve 2'de, hava kumandalı jigin ve genliğinin şematik görüntüsü sunulmaktadır.

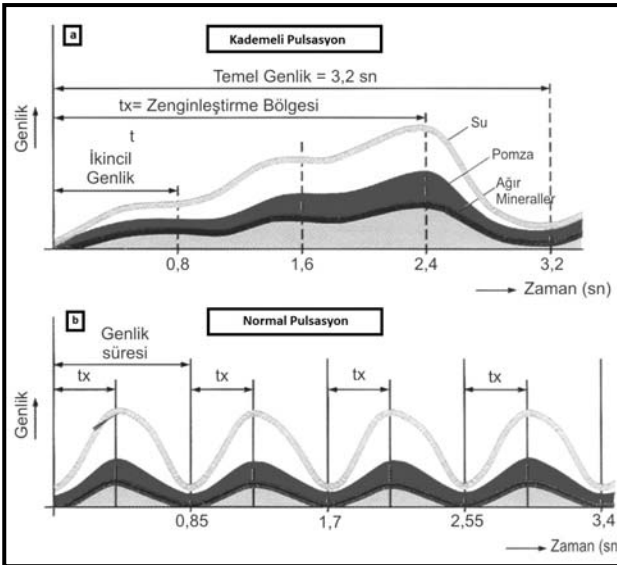
Pomza zenginleştirme amacıyla kullanılan hava kumandalı jig, yakın özgül ağırlıklı veya geniş tane aralığında beslenen cevherlerin yaratacağı olumsuz etkileri azaltabilmek amacıyla, Şekil 2'de görüldüğü gibi birleştirilmiş veya karma bir pülsasyon genliği (stroke) ile çalıştırılır. Pomza jiginde su ve hava etkisi ile yaratılan pülsasyon genliğinin şekli, geleneksel sinusoidal yapılu pülsasyon genliğine benzer şekildedir (Şekil 2b). Ancak, bu sinusoidal pülsasyon genliği hava ile sönmümlendirilerek, sinusoidal yapılu üç küçük pülsasyon genliği haline dönüştürülmektedir (Şekil 2a). Bu teknikle, cevherin zenginleşme süresi uzatıldığından, yakın özgül ağırlıklı veya geniş tane boyut dağılımlı cevherlerin ayırma verimini ve jig performansını düşürücü yöndeki olumsuz etkiler giderilmiş

olmaktadır. Pomza jiglerinin performansını, pulsasyon genliğinin sıklığı, hava ve su miktarı etkilemektedir.

Şekil 3’de, hava kumandalı jig’in kullanıldığı tesis akım şeması örnek olarak sunulmuştur (Neumann ve Grotjohann, 1998). Şekil 3’de görüldüğü gibi, -18 mm tane boyutlu tüvenan pomza cevheri hava kumandalı jig ile zenginleştirildikten sonra konsantre elenmekte ve -18 mm, -18+4 mm ve -4 mm boyutlu ürünler ayrı ayrı üretilmektedir.



Şekil 1. Hava kumandalı jig'in şematik görüntüsü (Neumann ve Grotjohann, 1998)



Şekil 2. Hava kumandalı jig genliğinin şematik görüntüsü (Neumann ve Grotjohann, 1998)

Kann/Rotec ve AKW (Amberger Kaoline Werke) firmaları 1994 yılında Neuwied (Almanya) tüvenan pomzalarından, 100 t/h kapasiteli bir tesiste iri (+2 mm) ve ince (-2 mm) tane boyutlu kaliteli pomza konsantresi üretmek için yeni bir akım şeması

geliştirmiştir (Fink ve diğer., 2001). Şekil 4’de +2 mm ve -2 mm tane boyutlu pomza konsantresi üretim akım şeması sunulmuştur.

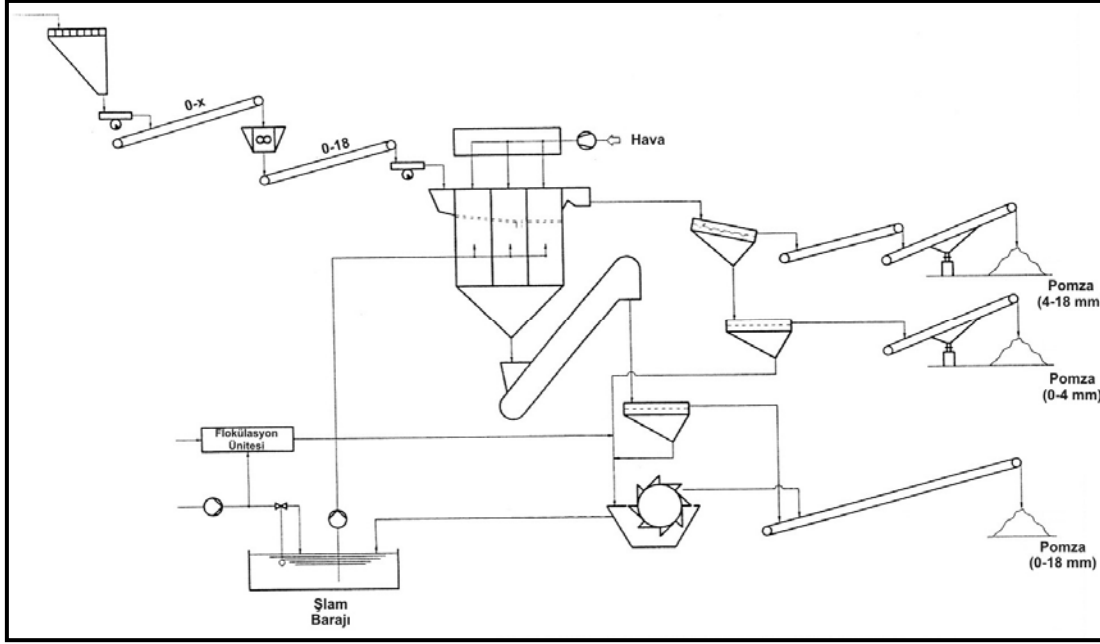
Şekil 4’de gösterildiği gibi, ham pomza çift katlı titreşimli elekte 16 mm ve 2 mm tane boyutlarına elenmekte ve +16 mm boyutlu iri pomza taneleri çift merdaneli kırıcıda kırılarak eleğe geri beslenirken, -16+2 mm tane boyutlu ham pomza jige beslenerek zenginleştirilmektedir. Jige beslenecek pomzanın tane boyutu talebe göre -16+2 mm, -16+8 mm, -8+4 mm, -4+2 mm olabilmektedir. -2 mm boyutlu ince pomza cevherinin zenginleştirilmesinde ise hidrosizer ve spirallerle kombinasyonu kullanılmaktadır. Öncelikle, hidrosiklon ile şlamı atılan pomza, 1000 g/l pülp yoğunluğunda hidrosizere beslenerek, yaklaşık 1 mm boyutlu artığı ve iri boyutlu kumları pomzadan ayırır. Bu yolla, -2+1 mm pomza konsantresi üretilmektedir. Geri kalan ham pomza ise spirallerde zenginleştirilerek, -1 mm boyutlu pomza konsantresi ve artık üretilmektedir. Bu proses ile elde edilen ürünlerin kuru birim hacim ağırlıklarının; -16+8 mm için 280 kg/m<sup>3</sup>; -8+4 mm için 320 kg/m<sup>3</sup>; -4+2 mm için 350 kg/m<sup>3</sup>; -2+1 mm için 370 kg/m<sup>3</sup>; -1+0 mm için 400 kg/m<sup>3</sup> olduğu bulunmuştur.

Tablo 3’de, Isparta Gelincik pomzasının kullanım alanına göre tane boyut dağılımı, Şekil 5’de ise, bu pomzanın (tüvenan) tekstil sektörü için hazırlanmasını ve zenginleştirmesini gösteren işletme akım şeması sunulmuştur (Davraz, 2005).

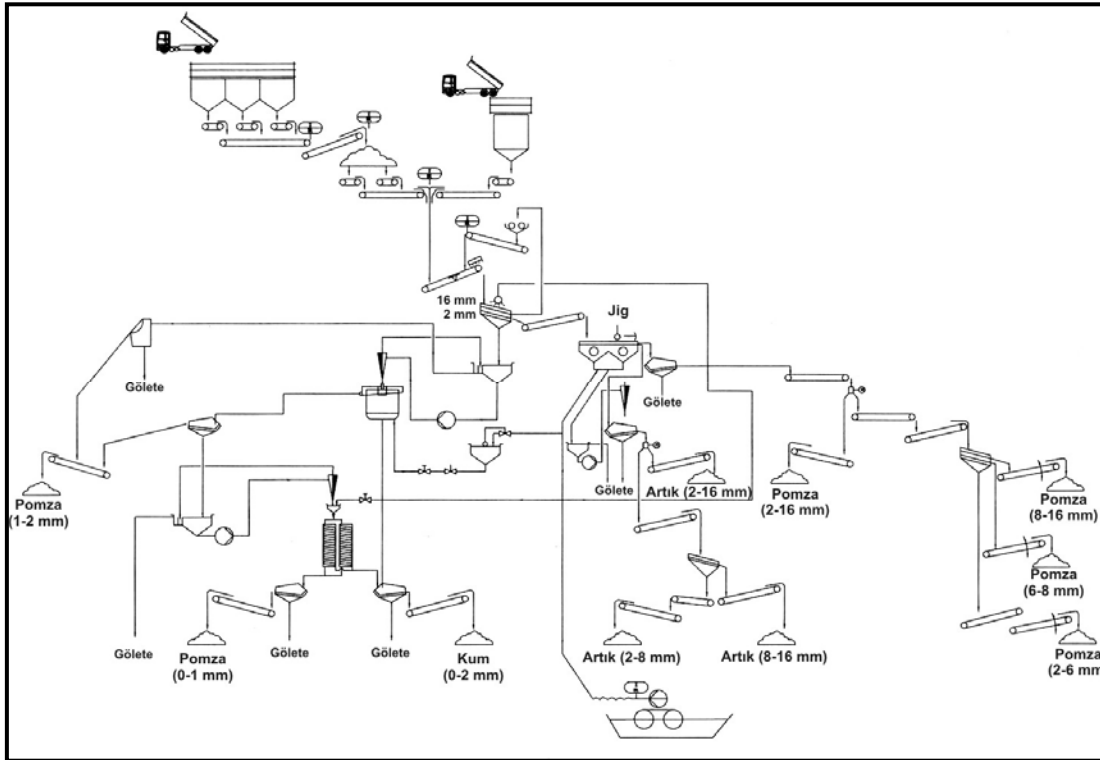
Tablo 3. Isparta Gelincik pomzasının kullanım alanına göre tane boyut dağılımı (Davraz, 2005)

Tane iriliği, mm	%Ağ
+50	0,30
-50+30	1,71
-30+25	1,22
-25+15	5,76
<b>Toplam Tekstil Amaçlı Ürün</b>	<b>8,99</b>
-15+11	0,14
-11+7	1,61
-7+3	9,30
<b>Agrega Amaçlı ürün</b>	<b>11,07</b>
<b>Çimento katkı ürünü (Puzolan)</b>	<b>68,30</b>
<b>Yabancı Taş (Andezit,+3 mm)</b>	<b>8,76</b>

Kirlilik	2,88
TOPLAM	100



Şekil 3. Hava kumandalı jig kullanıldığı örnek tesis akım şeması (Neumann ve Grotjohann, 1998)



Şekil 4. 100 t/h kapasiteli pomza konsantresi üretimine yönelik tesis akım şeması (Fink ve diğer., 2001)

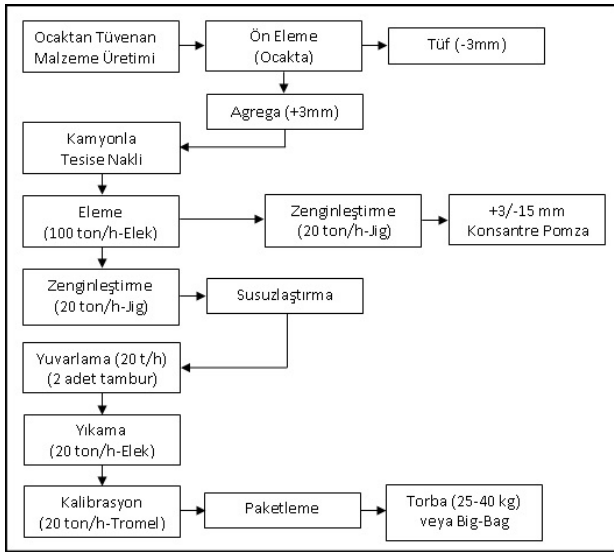
Tablo 3'de görüldüğü gibi, Isparta Gelincik pomzasının %8,99'u tekstil amaçlı kullanılmaktadır. Bu amaçla, Şekil 5'de de görüldüğü gibi, ön elemeden geçirilen pomza, eleme tesisinde +15 mm ve -15+3 mm tane boyutlarına sınıflandırılmakta ve her iki ürün ayrı ayrı jig ile

zenginleştirilmektedir. Bu yolla, pomza konsantrelerinin nemi %35-40'dan %15-25'e düşürülmektedir. Pomza, tekstil sektörüne hazırlanmak üzere otojen yuvarlama tamburlarına beslenmekte ve tromel ekte sınıflandırılmaktadır. Isparta Gelincik işletmesinde +3 mm tane boyutlu



tüvenan pomzanın zenginleştirilmesi ile %65 oranında muhtelif boyutta pomza kazanılmakta, %35 oranında ise yabancı taş+kirillik atılmaktadır. Kuru hacim ağırlığı  $550 \text{ kg/cm}^3$  olan -11+3 mm boyutlu tüvenan pomzadan,  $375 \text{ kg/cm}^3$  kuru hacim ağırlığında pomza konsantresi üretilmektedir.

Başka bir araştırmada, -50+25 mm, -25+12 mm ve -12+3 mm tane boyutlarına sınıflandırılan Isparta Gelincik pomzasının yıkanabilirliği ve Bendalari jiginin ayırma performansı araştırılmıştır (Deniz ve Umucu, 2005). -50+12 mm ve -12+3 mm tane boyutlu pomzanın jigle zenginleştirilmesinde, jigin ayırma performansının -12+3 mm tane boyutunda daha yüksek olduğu bulunmuştur. -50+12 mm boyutlu pomzanın ise -50+20 ve -20+12 mm boyutlarına sınıflandırılarak beslenmesinin jig performansını arttıracığı saptanmıştır.



Şekil 5. Isparta-Gelincik tüvenan pomzasının tekstil sektöründe kullanımına yönelik hazırlama ve zenginleştirme akım şeması (Davraz, 2005)

Yapılan diğer bir araştırmada (Deniz ve diğer., 2004; Deniz ve Umucu, 2005; Umucu ve diğer., 2005) ise -50+30 mm, -30+20 mm ve -20+10 mm tane boyutuna sahip Isparta Karakaya pomzalarının orta yoğunluklu (pomza ve andezite göre) trakiandezit içermesi nedeniyle Nevşehir pomzalarına göre daha zor yüzdüğü ve jigle zenginleştirilmesinde etkin bir ayırma sağlanamadığı saptanmıştır. Benzer şekilde Kars yöresi ile yapılan yüzdürme batırma

testlerinde ise Hırsızpınarı pomzasının yüzebilirliğinin Tekçam pomzasına göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aynı pomza örnekleri, Isparta ve Nevşehir pomzalarının zenginleştirildiği jiglerde zenginleştirildiğinde, farklı mineralojik yapıya ve serbestleşme tane boyutuna sahip olmaları nedenleriyle başarı sağlanamamıştır (Umucu ve diğer., 2008).

Yine pomza cevheri (Menderes-İzmir) kullanarak yapılan araştırmada (Aksay Kılınç, 2005), çeşitli gravite (jig, sallantılı masa ve multi gravite separatörü) ve manyetik zenginleştirme yöntemleri ile daha kaliteli ve temiz pomza ürünlerinin üretilebilme koşulları araştırılmış ve örnek tesis akım şemaları geliştirilmiştir.

#### 4. Sonuç

Son yıllarda pomzanın çeşitli endüstri dallarında oldukça talep edilen bir endüstriyel hammadde olduğu açıkça görülmektedir. Pomza cevherinin farklı sektörlerdeki kullanımı arttıkça, cevher hazırlama ve zenginleştirme yöntemlerine olan ihtiyaç da artmaktadır. Çünkü ülkemiz endüstrisinin dış ülkelerin endüstrisi ile yarışabilir duruma gelebilmesi için, boyut ve kalite yönünden nitelikli ürünlere ihtiyacı vardır. Ancak pomzanın gözenekli yapısı ve yüksek silis içeriği kırma, eleme ve öğütme süreçlerinde seçici olmayı gerektirmektedir. Kırmada çeneli, konik ve merdaneli kırıcılar, elemelerde poliüretan elekler, öğütmede ise bilyalı değirmenlerin kullanılması daha uygundur. Pomza cevherinin gang mineralleri ile olan yoğunluk farkı, gravite yöntemleri ile kolayca zenginleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Pomza cevherinin iri boyutlarda zenginleştirilmesi jiglerle olmakta ve özellikle hava kumandalı jigler tercih edilmektedir. Pomza cevherindeki birbirine yakın özgül ağırlıktaki minerallerin varlığında veya geniş tane aralığında besleme yapılması durumunda oldukça etkin bir ayırma sağlanmaktadır. İnce boyutlu pomza cevherinin zenginleştirilmesinde ise sallantılı masa, spiraller ve koniler başarıyla kullanılmaktadır. Dolayısıyla pomza cevherinin tüketileceği sektöre uygun olarak hazırlanması ve/veya

zenginleştirilmesi niteliğini ve katma değerini arttıracaktır.

#### Kaynaklar

- Aksay Kilinc, E., 2005. İzmir-Menderes Yöresi Pomza Cevherinin Kullanımına Yönelik Teknolojik Özelliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, s.278, İzmir.
- Aksay Kilinc, E., Akar, A., Cocen, I., Kaya, E., 2009, Technological Properties of Menderes-Izmir Pumice Ores, *The Journal of Ore Dressing*, Vol 11 (21), s.1-13.
- Anapalı, Ö., Örs, S., 2005. Topraksız Bitki Yetiştiriciliğinde Pomza ve Zeolit Karışımı, (Ed.) L. Gündüz ve V. Deniz, 2. *Pomza Sempozyumu*, s.307-312, Isparta.
- Chang, L.L.Y., 2002. Industrial Mineralogy: Materials, Processes, and Uses, ISBN: 0-13-917155-X, Prentice-Hall, p.472, New Jersey.
- Davraz, M., 2005. Isparta Gelincik Yöresi Pomzalarının Endüstriyel Önemi. (Ed.) L. Gündüz ve V. Deniz, 2. *Pomza Sempozyumu*, s.23-32, Isparta
- Deniz, V., 1997. Isparta Yöresi İki Farklı Pomzanın Kırılma Özelliklerinin İncelenmesi. (Ed.) L. Gündüz, 1. *Pomza Sempozyumu*, s.207-210, Isparta.
- Deniz, V. Umucu, Y., Yılmaz, İ., 2004. Soylu Endüstriyel Mineraller A.Ş.'nin Pomza Zenginleştirme Tesisindeki Jig Performanslarının Değerlendirilmesi. (Ed.) A. Akar ve A. Seyrankaya, 5. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, s.307-312, İzmir.
- Deniz, V., 2005a. Pomzanın Ufalanma Özelliği ve Çok İnce Pomzanın Kullanımı. (Ed.) L. Gündüz ve V. Deniz, 2. *Pomza Sempozyumu*, s.51- 61, Isparta.
- Deniz, V., 2005b. Breakage Properties of Porous Materials by Ball Milling. (Ed.) A. H. Onur, M. Tanrıverdi, *The 19th International Mining and Congress and Fair of Turkey*, p.207-211, İzmir, Turkey.
- Deniz, V., 2005c. Investigation of Breakage Behavior of Two Different Pumice in Respect To Their Mineralogical Composition. *European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection*, Vol 4, No 2, p.154-159
- Deniz, V., Umucu, Y., 2005. Isbaş A.Ş.'nin Yeni Kurulan Jig Zenginleştirme Tesisinin İlk Performans Sonuçları. (Ed.) L. Gündüz ve V. Deniz, 2. *Pomza Sempozyumu*, s.63-69, Isparta.
- Deniz, V. , Umucu, Y., 2005. Interpretation using sink-float data by simple recovery equations for two different pumices, *Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, Vol. 114, s.109-114.
- Elmastaş, N., 2012. Türkiye ekonomisi için Önemi Giderek Artan Bir Maden: Pomza (Sünger Taşı), *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt 5, Sayı 23, s.197-206.
- Fink H., Bruder, U., Kellner, G., 2001. Pumice Processing Based on The Example of Rotec's New Plant in The Neuwied Basin. *Aufbereitungs Technik*, 42(9), p.432-437.
- Erkoyun, H., 2005. Pomzanın Türkiye'deki Yeri ve Önemi, (Ed.) L. Gündüz ve V. Deniz, 2. *Pomza Sempozyumu*, s.1-8, Isparta.
- Geitgey, R.P., 1994. Industrial minerals and rocks. 6. th Edition, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc. Littleton, p.803-813, Colorado.
- Gündüz, L. (ed.), Sarıışık, A., Tozaçan, B., Davraz, M., Uğur, İ. ve Çankıran, O., 1998. Pomza Teknolojisi (Pomza Karakterizasyonu), Cilt 1, s.285, Isparta.
- Gür, K., Zengin M. Ve Uyanöz R., 1997. Pomzanın Tarım ve Çevre Açısından Önemi, 1. *Isparta Pomza Sempozyumu*, s.125-132, Isparta.
- Köse, H., Pamukçu, Ç., Yalçın, N., Seçer, T., 1997. Pomza ve Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Olanakları. (Ed.) H. Köse, V. Arslan, 2. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, s.97-105, İzmir.
- Neumann, T., Grotjohann, P., 1998. Pumice Processing in The Neuwied Basin with Alljig Air Pulsed Jigs. *Aufbereitungs Technik*, 39(5), p.234-238.
- Sarız K., Nuhoğlu İ., 1992. Endüstriyel Hammadde Yatakları ve Madenciliği, Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir.
- Sezgin, M., Davraz, M., Gündüz, L. 2005. Pomza Endüstrisine Sektörel Bakış, (Ed.) L. Gündüz ve V.Deniz, 2. *Pomza Sempozyumu*, s.9-22, Isparta.
- Şahin, Ü., Hanay, A., Anapalı, Ö., 1997. Seralarda Topraksız Kültürde Pomzanın Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma, 1. *Isparta Pomza Sempozyumu*, s.133-140, Isparta.
- Umucu, Y., Deniz, V., 2005. Isparta Yöresi (Karakaya) Pomzalarının Simülasyon ile Gravite Zenginleştirme Olanaklarının Araştırılması. (Ed.) L. Gündüz ve V.Deniz, 2. *Pomza Sempozyumu*, s.71-76, Isparta.
- Umucu Y., Deniz, V., Çayırılı, S., 2008. Investigation of Gravity Beneficiation Possibilities by Simulation of Kars Pumice Using Sink-Float Results of Two Different Jig Plants, *Proceeding of 11th International Mineral Processing Symposium*, s.235-241, Antalya.