

## ATIK SU ARITMADA FİLTRE MALZEMESİ OLARAK PUMİS KULLANIMI

Zeki GÖKALP\*, Furkan Ömer KANARYA

Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 38039, Talas, Kayseri

\*sorumlu yazar: zekigokalp@yahoo.com

Derleme / Review

### Yayın Bilgisi

Geliş Tarihi: 31.12.2019  
Revizyon Tarihi: 06.01.2020  
Kabul Tarihi: 13.01.2020

### Anahtar Kelimeler

Pumis, Atık Su, Filtre Malzemesi

### Keywords

Pumice, Waste Water, Substrate Material

### Özet

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisi ile her geçen gün daha da kısıtlı hale gelen su kaynaklarımızın daha etkili kullanılabilmesi için atık suların da arıtılarak tekrar kullanılması gerekmektedir. Atık su arıtmada konvansiyonel sistemlerin yanı sıra doğal arıtma sistemleri, özellikle de yapay sulak alanlar, sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Doğal arıtma sistemlerinde farklı tip ve boyutta granüle filtre malzemeleri kullanılarak atık sulardan kirlilik unsurları giderilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla pümis atık sulardan kirlilik parametrelerinin giderilmesi için filtre malzemesi olarak kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada pumisin teknik özelliklerine ve atık sulardaki kirlilik parametrelerinin giderimi üzerine yapılan çalışmalara yer verilmiş olup arıtma sektöründe ekonomik avantajlar sağladığı ve başarılı sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir.

### Potential Use of Pumice as a Filter Material in Wastewater Treatment Systems

#### Abstract

Together with potential impacts of global warming and climate change, water resources are depleted continuously. For an efficient use of water resources, waste waters should be treated and reused. Besides conventional wastewater treatment systems, natural treatment systems, especially constructed wetlands, are also widely used. Different type and size of granulated materials are used to remove pollutants from wastewaters. For this purpose, pumice is also widely used as a substrate or filter material in natural treatment systems. In this study, technical characteristics and potential use of pumice as a substrate material were assessed and advantages and successful outcomes were pointed out.

## 1. GİRİŞ

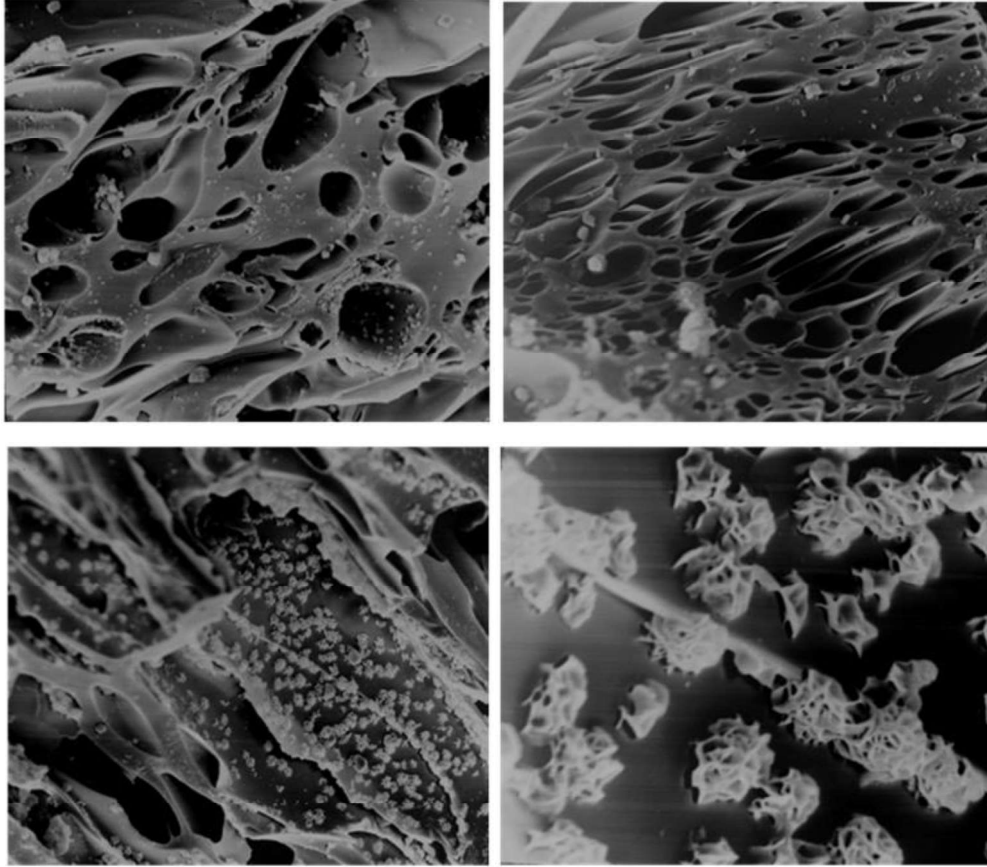
Pumis, volkanizma faaliyetleri esnasında aniden gerçekleşen soğuma ve meydana gelen gazların ortamdan aniden uzaklaşması neticesinde oldukça gözenekli bir yapıya sahip, dünya ve ülkemiz sanayisinde değeri yeni anlaşılmaya başlanan volkanik kökenli bir madendir (Şekil 1). Bünyesinde bulunan gözenekler birbirleriyle bağlantısı olmayan boşluklu yapıdadır. Bu özelliğinden ötürü ısı ve ses iletkenliği oldukça azdır. Mohs skalasına göre sertliği 5.5-6 arasındadır. Kimyasal etkisi olmayıp %75 civarında silisyum oksit içermektedir (Anonim, 2019).

Pumis terimi farklı dillerde değişik kelimelerde isimlendirilmiştir. Örneğin; Fransızca'da Ponce, İngilizce'de iri taneli olanına Pumice, ince tanelisine Pumicite, Almanca'da iri tanelisine Bims, ince tanelisine Bimstein adları verilmektedir. Türkçe'de ise süngertaşı, köpüktaşı, hışırtaşı, nasırtaşı, küvek, kisir gibi adlarla anılmaktadır. Diğer dillerin ve teknoloji ithalinin etkisiyle Türkçe'ye Pomza, Ponza, Bims, Pumis ve Pumisit terimleri olarak yerleşmiştir (MTA, 2019).

Pumis, kendisine özgü bazı özellikleri ile benzer volkanik camı kayalardan (perlit, obsidyen, peks-tayn) ayrılmaktadır. Bu özelliklerden renk ve gözeneklilik ile

pratik olarak ayrılmaktadır. Pumislerin muhteva ettiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan mikroskobik boyutlara kadar sayısız miktarda olup her bir gözenek diğer bir gözenekten camı yapıda bir zarla ayrılmıştır. Bu nedenle hafif, suda uzun süre yüzebilen ve izolasyonu yüksek bir kayadır (MTA, 2019).

Kayacın içerdiği  $\text{SiO}_2$  oranı, aşınma özelliği kazandırmaktadır. Bu nedenle çeliği kolaylıkla aşındırabilecek bir kimyasal yapıya sahiptir. Bünyesinde muhteva ettiği  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bileşiği ise ateşe ve ısıya yüksek dayanım özelliği kazandırmaktadır (Gündüz ve Yılmaz, 2001). Volkanik faaliyetler sonucunda asidik ve bazik olmak üzere iki farklı tür pumis meydana gelmektedir. Bazaltik pumis, koyu renkli, kahverengimsi, siyahımsı olabilmektedir (Tablo.1). Özgül ağırlığı 1-2  $\text{gr/cm}^3$  civarındadır. Dünyada en yaygın olarak bulunabilen ve kullanılabilen türü olan asidik pumis, beyaz, kirli görünümde ve grimsi beyaz renktedir. Asidik magmanın yoğunluğu bazik magmaya göre daha düşük olduğundan yoğunluğu yaklaşık 0.5-1  $\text{gr/cm}^3$  civarındadır (Tablo.2). Silisyum, alüminyum, potasyum ve sodyum içeriğinden dolayı açık renkli bir görünüm sergilemektedir (MTA, 2019).



Şekil 1. Pumis volkanik materyalinin taramalı elektron mikroskopisi (SEM) görüntüleri

Tablo.1. Pumis tiplerinin kimyasal kompozisyonu (Kılınç ve ark., 2016)

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

Tablo 2. Bir pumis örneğinin genel fiziksel özellikleri (Kılınç ve ark., 2016)

Özellik	Açıklama
Renk	Asidik pumis: Beyaz/Kirli beyaz Bazik pumis: Kahverengi/Siyah
Yığın Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	0,5-1 (asidik pumis) 1-2 (bazik pumis)
Özkütle (gr/cm <sup>3</sup> )	2,5
Sertlik (Mohs)	5-6
Gözeneklilik (%)	45-70
pH	7
Suda çözünen madde miktarı (%)	Düşük
Asitte çözünen madde miktarı (%)	2,9
Asitle tepkime (HF hariç)	Yok
Toksik özellik	Yok

Pomzanın milattan çok önceki dönemlerde ilk olarak Yunanlılar ve daha sonra da Romalılar tarafından kullanıldığı bilinmektedir. Eski Yunanlıların ve Romalıların görkemli yapılarının birçoğunda hala bu malzemelerin kullanıldığı görülmektedir. Roma döneminin duvar inşaatlarında, su kanallarında ve diğer tarihi eserlerinde kullanılmışlardır. Amerika'da ise pumis, Kaliforniya'da 1851'den bu yana bina inşaatlarında kullanılmaktadır. Almanya ise 1980'den önce kendi madenlerinden ve bu tarihten sonra da madenlerinin tükenmesiyle ithal

ederek temin ettiği pumisi inşaat sektöründe kullanmışlardır (Anonim, 2019). Ülkemizde ise toplam rezerv miktarı 3 milyar m<sup>3</sup>'ün üzerinde olup 1980'li yıllarda toplam üretim 250 000 ton iken 2018 yılı sonu itibariyle 5 600 000 tona ulaşarak dünyadaki en yüksek üretim miktarına sahip olmuştur (USGS, 2019).

Tablo 3. Türkiye'deki Pumis Rezervleri (Gündüz ve Yılmaz, 2001)

İller	Rezerv Miktarları (m <sup>3</sup> )
Ankara	8 070 000
Ağrı	54 687 000
Bitlis	1 310 000 000
İsparta	30 983 250
Kars	53 750 000
Kayseri	596 750 000
Nevşehir	449 074 000
Van	160 575 000
Toplam	3 113 639 250

## 2. PUMİSİN KULLANIM ALANLARI (mta, 2019)

- İnşaat sektörü
- Dolu veya boşluklu hafif yapı elemanları
- Prefabrik yapı elemanları
- Çatı ve dekoratif kaplama elemanları
- Hafif hazır sıva ve harç
- Hafif beton
- Çatı ve döşeme izolasyon dolgusu.
- Tekstil sektörü
- Yaygın olarak kot taşlama olarak bilinen işlemden ve kot kumaşlarının renklerinin açılması, ağartılması ve kumaşın yumuşatılması işlemlerinde.
- Tarım endüstrisinde
- Toprak ıslahında,
- Az topraklı veya topraksız ortamlarda bitki yetiştiriciliğinde,
- Su beslenimi kısıtlı tarımsal- yeşil alanlarda.
- Kimya ve Diğer Endüstri Alanlarında Kullanımı
- Çimento üretiminde puzzolonik malzeme olarak,
- İzolatif duvar boyası, pürüzlü kaplama, motifli boya, astar macunu ve vernik dolgusu, aşınmayan trafik boya ve kaplamalarında
- Plastik sanayi ve kağıt sanayisinde dolgu elmanı olarak,

- Seramik endüstrisinde seramiklerin ısı yalıtım değerlerini arttırmada, pürüzlü seramik ve absorpsiyonlu seramik tanelerinin imalinde,
- Gübre imalinde topraklanmayı önleyici katkı olarak,
- Asfaltlarda bitüm kusmayı önleyici katkı olarak,
- Ağır ve kirli ortamlarda yağ vs. akışkanları absorbe edici malzeme olarak,
- Tavuk çiftliklerinde taban sergisi olarak,
- Kaymaz tip oto lastik yapımında,
- Farklı süs eşyalarının pürüzlülüğünün giderilmesi ve cilasında parlatici olarak,
- Tarım ilaçlarının toz halde kullanılmasında taşıyıcı eleman olarak,
- Su, atık su arıtma ve hava temizleme teknolojisinde katkı elemanı olarak kullanılmaktadır.

### 3. Pumisin Atık Sulardan Kirlilik Parametrelerinin Arıtılmasında Kullanımı

Atık suların arıtılmasında genellikle kum içeren filtreler kullanılmaktadır. Bu filtreler sularda askıda bulunan tortullar ve özellikle organik maddelerin tutulmasında oldukça etkili olup, çok ince olan katı maddelerin (<10 µm) ve bakterilerin tutulmasında etkili değillerdir (James, 1988). Ancak atık suların arıtılması için filtre malzemesi olarak pumisin kullanılması diğer filtre malzemelerine oranla bazı teknolojik üstünlükler de sağlamaktadır. Bu üstünlükler ise;

- Pumisin gözenekli yapısı sebebiyle yüksek adsorpsiyon kapasitesine sahip olması ve yüksek oranda bulanıklık giderimi sağlaması,
- Daha az enerji kullanarak geri yıkama yapılabilmesi ve uzun yıllar üst üste kullanılabilmesi,
- Yoğunluğunun az olması nedeniyle, sistemdeki basınç kaybının daha az olmasıdır (Ekmekyapar ve Örs, 2005; Farizoglu ve ark., 2003).

Filtre malzemeleriyle askıdaki (kolloidal) tortulların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri filtrasyon aşamasına yardımcı olmaktadır. Tortullarla filtre malzemesi arasında gerçekleşen kimyasal tepkimeler ya da fiziksel çekim kuvvetleri filtrasyon performansını arttırmaktadır. Bu nedenle adsorpsiyon, filtrasyon aşamasının temel mekanizmasıdır (Cheremisnoff, 2002; EPA, 1995). Son yıllarda pumisin atık suların arıtımında doğal filtre malzemesi olarak kullanımının yanında adsorpsiyon kapasitesinin artırılmasına yönelik araştırmalar da artış göstermektedir. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda doğal pumis kullanımının yanı sıra aktifleştirilerek veya yüzeyi çeşitli metallere kaplanarak kullanımına eğilim gösterilmektedir.

**Atık sulardan bulanıklığın giderilmesi:** Pumisin kullanılarak içme sularındaki bulanıklığın (katı

partiküllerin) giderilmesi için yapılan çalışmalarda (Farizoglu ve ark., 2003), kum ve 0,5-1 mm boyutlu pumis kullanılarak bulanıklık giderim performansları sırasıyla %85-90 ile %98-99 olduğu tespit edilmiştir.

**Atık suların yumuşatılması:** Pumisin atık suların yumuşatılmasında adsorban olarak kullanımı için yapılan çalışmalarda (Sevindir, 2005), NaOH çözeltisi ile ön işlemden geçirilen pumisin, 90 gr pumis kullanımında 4.266 mg/gr CaCO<sub>3</sub> uzaklaştırılmıştır. İçme suyuna sertlik veren Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup> iyonların pumis kullanılarak yumuşatılması amacıyla yapılan çalışmalarda ise sertlik giderimi için uygun olduğu belirlenmiştir.

**Atık sulardan fosforun giderimi:** Pumis kullanılarak atık sulardaki fosfor giderimi için yapılmış olan çalışmalarda (Onar ve ark., 1997), fosfor adsorplama kapasitesinin pumisin muhtevasında bulunan kalsiyuma bağlı olduğu belirlenmiş ve düşük pH değerlerinde fosfor giderim performansının %98 civarında olduğu saptanmıştır.

**Atık sulardan flor giderimi:** Pumis kullanılarak atık sulardan flor giderilmeye çalışılan araştırmada ise pH'nın 7 civarında olduğu seviyelerde atık sulardan pumisin flor giderim performansı %85,75 olarak tespit edilmiştir (Malakootian ve ark., 2011). Öte yandan, pH'nın 6 civarında olduğu seviyelerde ise giderim performansı %96 olarak belirlenmiştir (Asgari ve ark., 2012).

**Atık sulardan arsenik giderimi:** Yüzeyi alüminyum, demir ve mangan ile kaplanmış pumis kullanılarak atık sulardan arseniğin giderilmesi üzerine yapılan çalışmalarda ise pH'nın 7 civarında olduğu seviyelerde sırasıyla %70, %98 ve %87 performans sağladığı görülmüştür (Nasseri ve Heidari, 2012; Far ve ark., 2012).

**Atık sulardan ağır metal giderimi:** Atık sularda bulunan kadmiyum, nikel, kurşun ve bakırın giderilmesi için pumisin kullanıldığı çalışmalarda ise %90'ın üzerinde giderim performansı olduğu belirlenmiştir (Mıhıoğlu, 2019).

**Atık sulara renk veren maddelerin giderimi:** Atık sulardan pumis kullanılarak sulara renk veren demir ile manganın gideriminin araştırıldığı çalışmalarda ise Fe<sup>+2</sup> %96-99, Fe<sup>+3</sup> %80-86, Mn<sup>+2</sup> %56-63, Mn<sup>+4</sup> ise %63-86 arasında değişen performanslar sergilediği belirlenmiştir (Sevindir ve Pakdil, 2005).

**Atık sulardan organik maddelerin giderimi:** Pumisin yüzeyi demir kaplanarak atık sulardan organik maddelerin giderilmeye çalışıldığı araştırmalarda %90'varan başarı elde edilmiştir (Kitis ve ark., 2007).

## SONUÇ

Atık suların arıtılmasında hem verimliliğin yüksek olması hem de maliyetin ve enerji giderlerinin düşük olması istenmektedir. Bu durum dünya ülkelerini ucuz ve nitelikli maden arayışına sevk etmiştir. Bugüne kadar bu konuda yapılan çalışmalar neticesinde pumisin özelliğini kaybetmeden tekrar kullanılabilirdiği sonucuna varılmış olması da bu materyali kıymetli hale getirmiştir. Ülkemiz rezerv bakımından dünyada

3. sırada olması bu madenin oldukça kolay bir şekilde temin edilebileceği anlamına gelmektedir. Bu nedenle pumisin atık suların çeşitli kirlilik parametrelerinin gideriminde filtre malzemesi olarak kullanılması önerilmektedir.

### KAYNAKLAR

- Anonim, 2019. İnternet Kaynağı, <https://www.xing.com/communities/posts/pomza-pumice-bims-kullanim-alanlari-1002324363> Erişim Tarihi: 15.11.2019
- Asgari, G., Roshani, B., Ghanizadeh, G., "The investigation of Kinetic and Isotherm of Fluoride Adsorption onto Functionalize Pumice Stone", *Journal of Hazardous Materials*, 217–218, s.123- 132, 2012.
- Cheremisinoff, N.P., "Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies", Butterworth- Heinemann, p.63, 2002.
- Ekmekeçapar F., Örs, S., "Filtrasyon İşleminde Pomzanın Üstünlükleri ve Kullanılabilirliği", 2. Isparta Pomza Sempozyumu, Isparta, 2005.
- Environmental Protection Agency (EPA), "Water Treatment Manuals-Filtration", The Environmental Protection Agency-Ireland, p.80, 1995.
- Far, L.B., Souri, B., Heidari, M., Khoshnavazi, R., "Evaluation Of Iron And Manganese-Coated Pumice Application For The Removal Of As(V) From Aqueous Solutions", *Iranian Journal of Environmental Health Sciences & Engineering*, 9:21, 2012.
- Farizoglu B., Nuhoglu, A.,Yıldız, E., Keskinler, B., "The Performance Of Pumice As A Filter Bed Material Under Rapid Filtration Conditions", *Filtration+Seperation*, s.41-46, (2003).
- Gündüz, L., Yılmaz, İ., Türkiye 17 Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, Orta Anadolu Pomza Oluşumlarının Endüstriyel Olarak Kullanılabilirlik Ölçütleri, 2001.
- James, L.G., "Principles of Farm Irrigation System Design", John Wiley and Sons, New York, 1988.
- Kılınç Aksay, E., Cöcen, İ., Akar, A., Pomzanın Su Arıtımında Filtre Malzemesi Olarak Kullanımındaki Gelişmeler, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, sf. 63-72, 36-2016.
- Kitis, M., Kaplan, S.S., Karakaya, E., Yigit, N.O., "Civelekoglu G. Adsorption Of Natural Organic Matter From Waters By Iron Coated Pumice", *Chemosphere*, 66(1), s.130–138, 2007.
- Malakootian, M., Moosazadeh, M., Yousefi, N., Fatehizadeh, A., "Fluoride Removal From Aqueous Solution By Pumice: Case Study On Kuhbonan Water", *African Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 5(4), s.299-306, 2011.
- Mihoğlu, N., *Pumis ve Zeolit Atık Suların Ağır Metal Giderim Performansı, Yüksek Lisan Tezi, Erciyes Üniversitesi*, 2019
- MTA, 2019. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/pomza> Erişim Tarihi: 17.11.2019
- Nasseri S., Heidari, M., "Evaluation And Comparison Of Aluminum-Coated Pumice And Zeolite In Arsenic Removal From Water Resources", *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 9:38, 2012.
- Onar, A.N., Balkaya, N., Öztürk, B., "Pomza Taşının Su Arıtım Teknolojisinde Kullanımı", (Ed.) L.Gündüz, I. Isparta Pomza Sempozyumu, s.31-38, Isparta, 1997.
- Sevindir, H.C., "Pomza Taşı Kullanılarak Suyun Yumuşatılması", L.Gündüz ve V. Deniz (Ed.), 2. Pomza Sempozyumu, s.327-333, Isparta, 2005.
- Sevindir, H. C., Pakdil, N.B., "Pomza Taşı Kullanarak İçme Sularından Demir ve Mangan Giderilmesi", L. Gündüz ve V.Deniz (Ed.), 2. Pomza Sempozyumu, s.321-325, Isparta, 2005.
- USGS, U.S. Geological Survey, 2019. <https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mcs-2019-pumic.pdf> Erişim Tarihi: 28.11.2019