

Demir ve Mangan Gideriminde Saf ve Kaplı Pomza Kullanılması

Hüseyin Cahit SEVİNDİR¹, Nazlı BALDAN PAKDİL^{2*}

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü / ISPARTA

²Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü / BOLU

Alınış Tarihi:30.11.2005, Kabul Tarihi:23.03.2009

Özet:Demir ve mangan yeraltı sularında bolca bulunan iki elementtir. Sulardan demir ve mangan giderimi için oksidasyon ve filtrasyon işlemleri uygulanmaktadır. Yeraltı sularında yüksek karbon dioksit ve düşük çözülmüş oksijen konsantrasyonu nedeniyle; demir ve mangan +2 değerliklerine sahiptir (Fe^{+2} , Mn^{+2}). +2 değerlikli çözülmüş demir ve mangan formları çözünmeyen formlara dönüştürmek üzere okside edilirler ve oksitlenmiş olan demir ve mangan (Fe^{+3} , Mn^{+4}) filtre edilerek sulardan ayrılırlar. Kum, mangan yeşil kum, antrasand, pirolusit gibi filtre materyalleri filtrasyon işleminde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada pomza taşı, sularda hem çözülmüş hem de çözünmez halde bulunan demir ve mangan formlarını gidermek için filtre materyali olarak araştırılmıştır. Filtrasyon işlemi için iki farklı tip pomza kullanılmıştır. İlk pomza tipi herhangi bir işleme tabi tutulmamış saf pomza, ikinci pomza tipi ise MnO_2 tabakası ile üzeri kaplanan kaplı pomzadır. Saf ve kaplı pomza kullanılarak hazırlanan pomza filtrelerine farklı demir ve mangan konsantrasyonları uygulanmıştır.

Saf pomza kullanılarak yapılan çalışmada demir giderim verimi demir konsantrasyonlarının artmasıyla % 80 ile 86 arasında değişim gösterdiği, mangan giderim veriminin ise % 62 ile 81 arasında olduğu gözlenmiştir. Demir için giderim veriminin, saf pomzada olduğu gibi kaplı pomzada da yaklaşık olarak %81-84 arasında değiştiği görülmüştür. Kaplı pomzanın kullanıldığı mangan giderme çalışmasında konsantrasyon değerlerinin artmasıyla verim değerlerinin de 250 mg/L mangan konsantrasyonuna kadar arttığı ve tüm konsantrasyonlarda giderme verimlerinin %12 ile 87 arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir. Filtre sistemine düşük (12,5 mg/L) konsantrasyonda +2 değerlikli demir içeren çözelti ile çalışıldığında, demir ve mangan gideriminin hem saf pomza hem de kaplı pomza ile yaklaşık olarak aynı seviyelerdedir. İlave olarak demir giderimi verimi filtre çalışma süresi boyunca kaplı pomza ile çalışıldığında daha kararlı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pomza, Demir Giderimi, Mangan Giderimi

Using Coated and Pure Pumice in Iron and Manganese Removal

Abstract: Iron and manganese were two elements which are abundantly found in groundwater. Oxidization and filtration processes have been applied to remove iron and manganese from waters. These elements are present as the divalent ferrous iron, Fe^{+2} , and the divalent manganese ion, Mn^{+2} in ground waters due to its high carbon dioxide and low dissolved oxygen concentration. Soluble ferrous and manganese are oxidized to form insoluble (Fe^{+3} and Mn^{+4} valence) and then oxidized iron and manganese are filtrated to separate from waters. Different filter materials like sand, manganese green sand, anthrasand, pyrolusite have been used in filtration process.

In this study, pumice stone was investigated to usable as a filtration material for iron and manganese which are found both soluble and insoluble form from waters. Two pumice types were utilized to remove iron and manganese by using filtration process. First pumice type is pure pumice which wasn't subjected to process, and second type is coated pumice which covers with $MnO_2(s)$ layer. Different iron and manganese concentrations was applied pumice filters which prepared by using pure and coated pumice.

In experimental studies done by using pure pumice, it was observed that iron removal efficiency changed range from 80-86 % by increasing concentrations of iron solutions; manganese removal efficiency was 62-81% by increasing concentrations of manganese solutions. Iron removal efficiency changed range from 81-84 %, whereas manganese removal efficiency increased up to 250 mg/L manganese concentration in filter system which uses coated pumice. Manganese removal efficiency changed range from 12-87 % at all manganese concentrations was observed. When low ferrous iron concentration (12.5 mg/L) solutions applied to filter systems, iron removal was approximately equal both coated pumice and pure pumice. In addition, iron removal efficiency was stable during filtration process with coated pumice was determined.

Keywords: Pumice, Iron Removal, Manganese Removal

Giriş

Pomza; akıcı lavların püskürmesinde içinde bulundurduğu gazların ani soğuması sırasında kütlelen ayrılması ile oluşan çok gözenekli volkanik bir camdır (Gündüz vd., 1998). Pomzanın dünyada ve ülkemizde en yaygın kullanım alanı inşaat sektörüdür. Ülkemiz, birçok endüstriyel hammadde ve yeraltı kaynakları yönünden bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte resmi olarak elde edilen verilere göre, 15 milyar m^3 civarında olan pomza rezervlerinin yaklaşık %20'sine (3 milyar m^3 den fazla) sahiptir. (DTP, 2001; Sezgin vd., 2005). Bugün

ülkemizde işletilen pomza sahaları açısından İç Anadolu bölgesi başı çekmekle birlikte, Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde önemli miktarda üretim faaliyetleri yapılmaktadır (Sezgin vd., 2005).

Pomza gözle görülebilecek boyutlardan mikroskobik boyutlar arasında değişen gözenekler den oluşmaktadır.

Her bir gözenek diğerinden cam yapıda bölmeyle ayrılmıştır. Bu nedenle pomza hafif, suda uzun süre yüzebilen, izolasyonu yüksek bir kayaç özelliğine

sahiptir. Mohs ölçeğine göre pomzanın sertliği 5-6'dır (Özkan ve Tuncer, 2001). Pomza; asidik ve bazik olarak iki türde karşımıza çıkar. Bazik pomza (Scoria) kahverengimsi, siyahımsı; asidik pomza ise beyaz ve grimsi beyaz renkte gözükür. Asidik pomzaların yoğunluğu 0,5-1 gr/cm³ (Şekil 1), baziklerin (siyahların) ise 1-2 gr/cm³ tür (Önem, 1997).



Şekil 1. Asidik Pomza Görüntüsü (Gündüz vd., 1998)

Asidik ve bazik pomza farklı kimyasal kompozisyonlara sahiptirler. Asidik ve bazik pomza, oluşma süreçlerindeki farklılıklar nedeni ile kimyasal kompozisyonlarında aynı bileşimleri değişik oranlarda içermektedir (Tablo1).

Demir ve mangan, yeraltı ve yüzeysel sulara bolca bulunan iki elementtir. Bu elementler, suların endüstriyel veya içme suyu amaçlı olarak kullanılması durumunda problem yaratmaktadırlar. Sanayi için kullanılan su temininde, imalatta kullanılan sudaki demir ve mangan daha büyük bir önem kazanmaktadır. Dokuma, kâğıt, deri, plastik gibi sanayilerde kullanılan suda, demir ve mangan konsantrasyonlarının yüksek olması, ürünlerin görünüşünü ve rengini bozmaktadır. Bazı gıda sanayinde ise ürünün renginin ve tadının değişmesine sebep olmaktadır.

Tablo 1. Asidik ve bazik pomza kimyasal kompozisyonları (Gündüz vd., 1998)

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
Ateş Kaybı	3	1

İçme suyunda demir ve mangan iyonlarının fazla oluşu, insan bünyesinde zararlı etkiler yapmamaktadır. Ancak demir suya karakteristik bir tat verir (Şengül ve Müezzinoğlu, 1995). Yüzeysel sulara demir genellikle ferrik formda (Fe⁺³), yeraltı sularında ise ferrous formda (Fe⁺²) bulunur. Yeraltı sularında ferrous formda bulunma sebebi, yeraltı sularının oksijensiz bir ortam oluşturmalarıdır. Ayrıca yeraltı suyundaki demirin durumu suyun sahip olduğu pH değerine ve redoks potansiyeline de bağlıdır (Dimitrakos vd., 1997). Mangan da anaerobik koşullar altında (yeraltı suları gibi) manganous formda (Mn⁺²) bulunurlar. Toprakta organik maddeleri tüketen organizmalar tarafından ortama salınan karbondioksit, su ile reaksiyona girerek karbonik asidi oluşturur. Karbonik asit, pH değerini düşürerek manganın suda çözünmesini sağlar (Kub, 2003).

Avrupa birliği standartlarında (80/778/EEC) maksimum kabul edilebilir konsantrasyon demir için 200 µg/L (0,2 mg/L) ve mangan için ise 50 µg/L (0,05 mg/L) olarak verilmektedir (http://www.nfgws.ie/images/pdf/Directive_80-778-EEC.pdf). Ülkemizde ise kıta içi su kaynakları dört kalite sınıfına ayrılmıştır ve bunların her biri için sahip olabileceği demir ve mangan seviyeleri Tablo1'de verilmiştir (Su Kirliliği Kontrolü, 2004).

Tablo 2. Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre Kalite Kriterlerine göre demir ve mangan seviyeleri

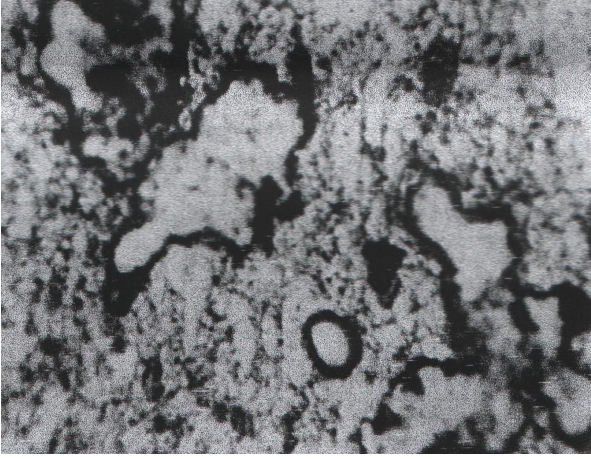
Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV
15. Demir (µg Fe/l)	300	1000	5000	>5000
16.Mangan (µg Mn/l)	100	500	3000	>3000

Yönetmeliklerce istenilen demir ve mangan konsantrasyon değerlerine ulaşmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılan en bilinen yöntem; demir ve mangani çeşitli oksidantlar (oksijen, klor, potasyum permanganat, ozon gibi) kullanılarak okside etmek, ardından da filtrasyona tabi tutularak giderme yöntemidir. Filtrasyon basamağında; kum, mangan yeşil kum, antrasand, pirolisit gibi çeşitli filtre materyalleri kullanılmaktadır (Sommerfeld, 1999).

Bu çalışmada demir ve mangan filtrasyon adımıyla farklı bir filtre materyali olarak pomza taşı kullanılabilirliği araştırılmıştır. Kullanılan pomza taşı hem saf olarak hem de MnO₂ tabakası ile kaplanarak kullanılmıştır. Her iki pomza türü kullanılarak hazırlanan filtreler ile; çeşitli konsantrasyon seviyelerinde demir ve mangan içeren sular filtre edilmiştir.

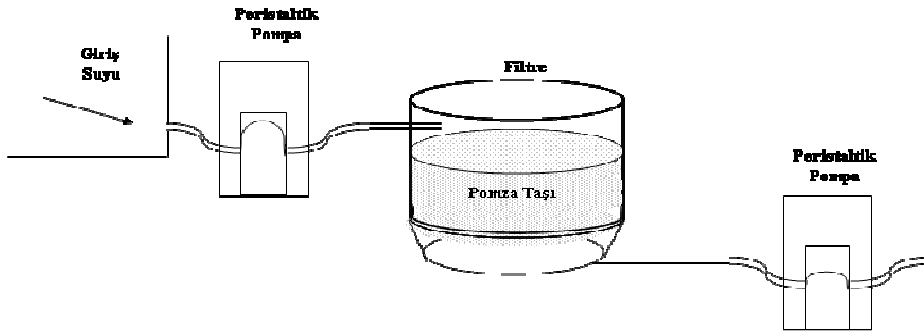
Materyal ve Yöntem

Isparta Gölcük yöresinden temin edilen pomzanın cevher/gang oranı %66-75 Pomza, %34-25 Andezit, Traki Andezit, Kuvarsit vd. oluşmaktadır. Gölcük bölgesi pomzasının ince kesit görünümü (Şekil 2) incelendiğinde kapalı boşluklu bir yapıda olduğu ve süngerimsi bir özellik gösterdiği belirlenmektedir (Gündüz vd., 1998).



Şekil 2. Gölçük Bölgesi pomzasının ince kesit görünümü (Gündüz vd., 1998)

1,1 gr/cm³ birim hacim ağırlığına sahip olan pomzalar, laboratuvar ortamına getirildikten sonra filtrasyon işlemi için hazırlanmıştır. Oluşturulacak filtreyi çok ince pomza tanelerinin tıkamaması amacıyla, pomza taşı önce saf suyla üç kere yıkanmıştır. İki saat süreyle sularının iyice süzülmesi için bekletildikten sonra üç saat süreyle etüvde 103⁰C'de kurutulmuştur. Soğutularak eleme işlemine alınmıştır. Eleme işleminde ASTM standardına göre hazırlanmış elek kullanılmıştır (U.S.A. Standard Sieves ASTM Specification). Pomzalar elendikten sonra çok ince tanelerin tamamen temizlenmesi amacıyla saf suyla tekrar yıkanmış ve kurutulmuştur. Pomzanın bir kısmı saf halde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Diğer kısmı ise MnO₂ tabakası ile kaplanmak üzere daha önceden hazırlanmış olan Mn⁺² çözeltisi içerisinde bir saat süreyle bekletilmiştir. Ardından karışıma KMnO₄ çözeltisi ilave edilmiştir (Sommerfeld, 1999).



(a)



(b)

Şekil 3. Çalışmada kullanılan filtre düzeneği (a,b)

Bir saat daha bekletildikten sonra pomzalar çözülden süzülerek ayrılmıştır. Kurutulmak amacıyla etüvde 103⁰C'de bir gün süreyle bırakılmıştır. Daha sonra filtre düzeneğine yerleştirilmiştir. Çalışmada farklı boyutlarda pomza boyutu kullanılmıştır. Bunlar bulgular ve tartışma bölümünde her bir deney için verilmektedir. Çalışmada giriş ve çıkış suyu için demir ve mangan konsantrasyon

değerleri spektrofotometre (DR2000-Hach) kullanılarak belirlenmiştir.

DeneySEL çalışma için Şekil 3'de verilen pomza filtresi ve peristaltik pompalardan oluşan sistem hazırlanmıştır (Baldan, 2001). Filtre yatağı plastik malzemeden ve filtre destek malzemesi de seramikten yapılmıştır. Filtreye giriş çıkışı sağlamak amacıyla 1, 0,7 ve 0,5 mm iç çapına sahip

plastik borular kullanılmıştır. Filtrelenecek suyun ve geri yıkama suyunun filtreye verilmesi ve geri çekilmesi için iki adet peristaltik pompa kullanılmıştır. Düzenekte filtre teşkili; pomza malzemesinin, iki tane etkili boyut ve destek malzemesi olması dikkate alınarak yapılmıştır. Her deney aşamasında farklı pomza boyutu kullanılmıştır. Bu nedenle sabit sisteme her seferinde farklı boyuttaki pomzalar yerleştirilmiştir. Etkili boyuta göre de destek malzemesi seçilmiştir.

Deneysel çalışmada kullanılacak olan sentetik su, içme suyunda bulunan demir ve mangan seviyeleri dikkate alınarak saf suya $KMnO_4$ ve $FeCl_3$ ilave edilerek hazırlanmıştır. Suyu ilave edilen kimyasal miktarları deney etaplarında gerekli olan sudaki demir ve mangan konsantrasyonlarına göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

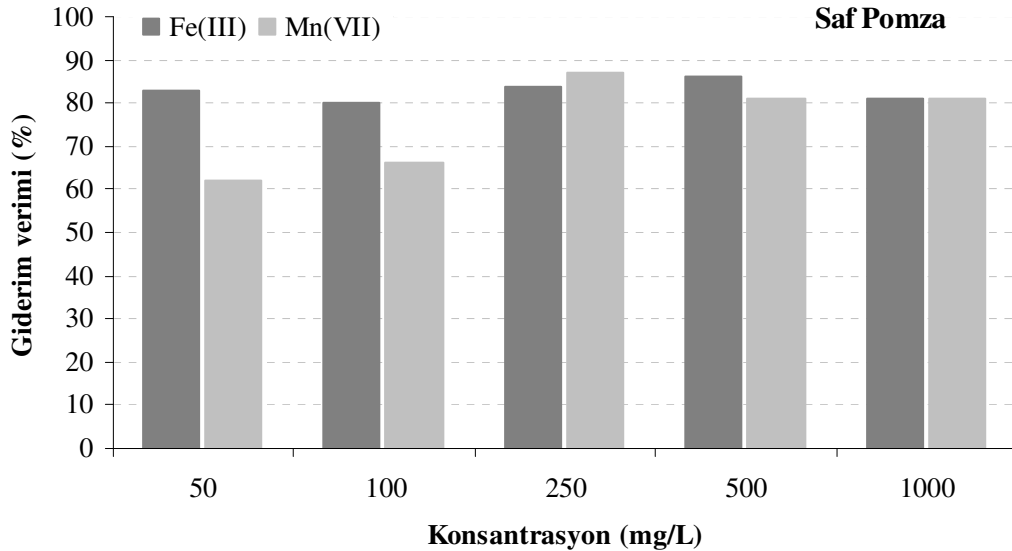
Çalışmanın ilk basamağında yüzeysel sularda demirin +3 değerliğe (Fe^{+3}) manganın ise +4 değerliğe (Mn^{+4}) sahip oluşu dikkate alınarak çeşitli konsantrasyonlarda (50, 100, 250, 500, 1000 mg/l) hem demir hem de mangan içeren sentetik su örneği hazırlanmıştır.

Sentetik su örneği saf pomza ile hazırlanmış olan filtreye, aynı deneysel şartlar sağlanarak kaplı pomza ile hazırlanmış olan filtreye verilmiştir. Sistemden 100 ml filtrat alındıktan sonra yeni konsantrasyona geçilmiştir.

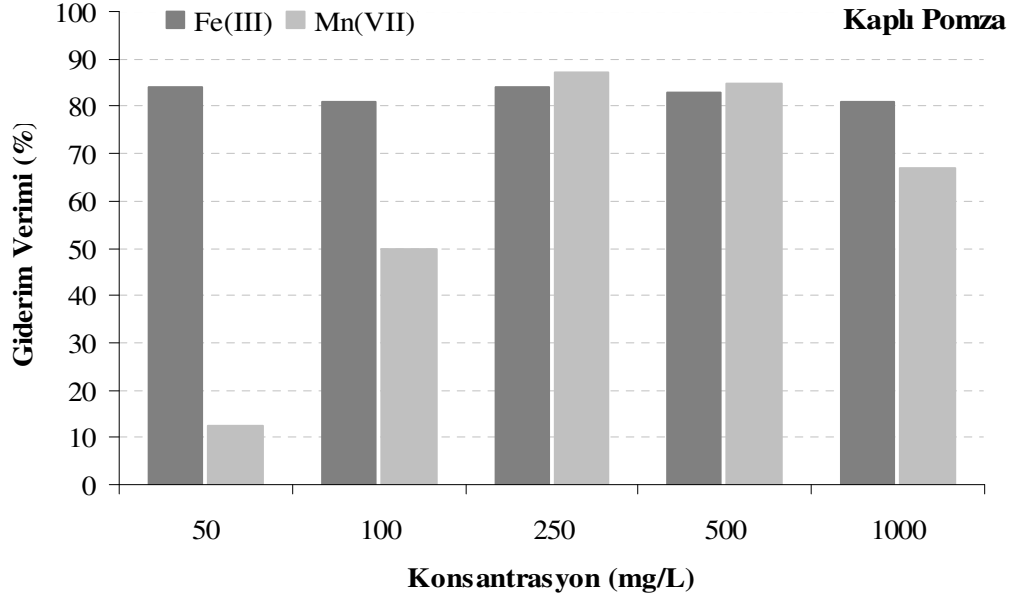
Şekil 3 ve 4’de saf pomza ve kaplı pomza için bulunan demir ve mangan giderme verimleri sunulmuştur.

Şekil 4’den de görüldüğü üzere demir giderme verimlerinin konsantrasyon değerlerinin artışı ile büyük bir değişim göstermediği yaklaşık olarak % 80–86 değerleri arasında kaldığı; mangan giderme verimlerinin ise % 62–81 arasında değiştiği gözlenmiştir. Şekil 5’de ise demir için giderim veriminin, saf pomzada olduğu gibi kaplı pomzada da yaklaşık olarak %81-84 arasında değiştiği görülmüştür. Buna ilaveten kaplı pomzanın kullanıldığı mangan giderme çalışmasında konsantrasyon değerlerinin artmasıyla verim değerlerinin de 250 mg/L mangan konsantrasyonuna kadar arttığı ve tüm konsantrasyonlarda giderme verimlerinin %12 ile 87 arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir. Buradan 50 ile 1000 mg/L lik demir ve mangan konsantrasyonuna sahip çözeltilerle çalışıldığında demir giderme veriminin kaplama işleminden çok fazla olumlu veya olumsuz yönden çok etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Mangan giderme veriminde ise saf pomza ile çalışıldığında önemli bir verim artışı kaydedilemediği ancak, kaplı pomza ile çalışılması durumunda verimin 250 mg/L mangan konsantrasyon değerine kadar arttığı daha sonra ki konsantrasyonlar da ise sabit bir giderim verimine ulaşıldığı belirlenmiştir.



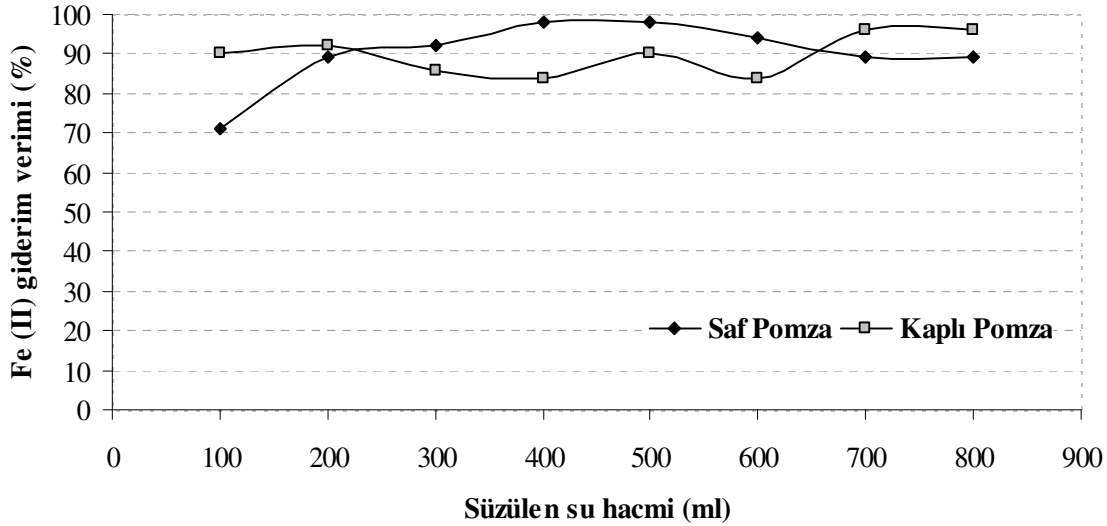
Şekil 4. Saf pomza ile elde edilen demir ve mangan giderme verimleri



Şekil 5. Kaplı pomza ile elde edilen demir ve mangan giderme verimleri

Çalışmanın ikinci aşamasında 12,5 mg/l Fe^{+2} konsantrasyonuna sahip sentetik çözeltisi hazırlanmıştır. Bu analizde 0,5-1,0 mm boyutlara sahip olan pomza taşları kullanılmıştır. Bu boyuttan biraz daha büyük olan 1,19-1,41 mm arasındaki boyutlardaki pomzalar da filtreye destek malzemesi olarak yerleştirilmiştir. Peristaltik pompa kullanılarak hazırlanan çözelti 10 ml/dk hızla sisteme verilmiştir. Çalışmada önce saf pomza

sisteme yerleştirilmiş, demir giderme verimleri belirlenmiş ve daha sonrada aynı şartlar sağlanarak kaplı pomzalar yerleştirilmiştir. 100 ml hacim süzöntü suyu alındıktan sonraki demir konsantrasyonu değerleri tespit edilmiştir. Aşağıda deneysel çalışma sonucunda elde edilen saf ve kaplı pomzanın demir giderme verim yüzdeleri verilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Saf ve kaplı pomzaların Fe^{+2} giderme verimlerinin karşılaştırılması

Çalışmanın bu aşamasında da demirin herhangi bir oksitleme işlemine tabi tutulmadığında elde edilecek filtrasyon verimini bulunması amaçlanmıştır. Şekil 6'da görüldüğü gibi kaplı ve saf pomza için verim değerleri büyük değişim göstermemektedir. Kaplı pomza ile

çalışıldığında demir giderme seviyesinin çok fazla verimde değişiklik oluşturmadığı ancak filtre sisteminin sürekli çalıştırılması halinde daha sabit bir verim grafiği sergilediği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Gündüz, L., Sarışık, A., Tozaçan, B., Davraz, M., Uğur, İ., Çankıran, O. 1998. Pomza Teknolojisi (Pomza Karakterizasyonu), SDÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi, ISBAŞ Isparta Belediyesi BIMS Yapı Elemanları A.Ş., Isparta.
- D.P.T. 2001. XIII. Beş yıllık Kalkınma Planı, “Pomza” Çalışma Grubu Raporu, Ankara.
- Sezgin, M., Davraz, M., Gündüz, L. Pomza Endüstrisine Sektörel Bir Bakış, 2005. Türkiye Pomza Sempozyumu ve Sergisi 2005, 15-17 Eylül 2005, Isparta, Editörler L. Gündüz , V. Deniz, 9-22.
- Önem, Y. 1997. Sanayi Madenleri (Tanımları, Bulunuşları, Dünya ve Türkiye Rezervleri, Yıllık Üretimleri, İhraç ve İthal Miktarları), Ankara,368.
- Şengül, F., Müezzinoğlu, A. 1995. Çevre Kimyası, DEU Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir, 243.
- Dimitrakos, M. Martinez, N., Vayenas, D.V., Lyberatos, G. 1997. Removal of Iron from Potable Water Using a Trickling Filter, Water Research, 31(5), 991-996.
- Kub, T.C. 2003. Optimizing Manganese Removal Process in Water Treatment Plants, Yüksek Lisans Tezi, South Dakota State University, USA.
- <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/consleg/1980/L/01980L0778-19950101-en.pdf>. Council Directive of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption (80/778/EEC). (Erişim Tarihi: 02/2008)
- Sommerfeld, E.O. 1999. Iron and Manganese Removal Handbook, American Water Works Association, Denver, USA, 158.
- Baldan, N. 2001. Pomza taşı ile Su ve Atıksulardan Demir ve Mangan Giderimi, Yüksek Lisans Tezi, SDÜ Isparta, 67.
- <http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/ecd070e606afbf0ek.pdf> . Özkan, Ş. G., Tuncer, G.. 2001. Pomza Madenciliğine Genel Bir Bakış 4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 18-19 Ekim, İzmir. s: 200-207. (Erişim tarihi: 07/2007)
- <http://www.advantechmfg.com/pdf/standardstable.pdf> U.S.A. Standard Sieves ASTM Specification E-11. (Erişim tarihi: 06/2007)
- <http://www.cevreorman.gov.tr/yasa /y/ 25687. doc>. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Yayımlandığı Resmi Gazete: Tarih 31 Aralık Cuma 2004 Sayı:25687. (Erişim tarihi: 07/2007)