

A research on the performance of the pumice media filter

Yasemin Kuşlu

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation 25240, Erzurum-Türkiye

Abstract

This study aimed to analyze the effectiveness of pumice and sand media in removing suspended solids from irrigation water. In the study, sand and pumice media passed through 0.05-1 mm and 1-2 mm sieve openings were used. Raw water with a sediment concentration of 150 mg/L was passed through the media filters under the operating pressure of 100 kPa. For each hour of process time, the discharge velocities are measured, and sediment contents are determined via the gravimetric method. Total cumulative flow volumes for sand and pumice media were 14349 L and 15218 L, respectively, after the 35 h operating period. The discharge velocities were changed between 47.71 m³/m²/h and 3.22 m³/m²/h for sand medium, and 49.46 m³/m²/h and 3.44 m³/m²/h for pumice media. At the end of the study, it can be concluded that the sediment contents and discharge velocities decreased as the total amount of treated water increased in both sand and pumice media filters. Layers of small size were more effective than the other layers at removing the solid particles. Based on the amount of sediment measured in the treated water, it can be said that the sand media was more effective than the pumice media.

Keywords: Irrigation water, media filter, pumice, sand, suspended solids

Pomza ortam filtresinin performansı üzerine bir araştırma

Özet

Bu çalışma, sulama suyundan askıda katı maddelerin uzaklaştırılmasında pomza ve kum ortamlarının etkinliğini analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışmada, 0.5 mm ve 1-2 mm elek açıklıklarından geçirilmiş kum ve pomza ortamları kullanılmıştır. 150 mg/L sediment konsantrasyonuna sahip ham su, 100 kPa çalışma basıncı altında ortam filtrelerinden geçirilmiştir. İşlem süresinin her saati için deşarj hızları ölçülmüş ve sediment içeriği gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. 35 saatlik çalışma süresinin ardından kum ve pomza ortamları için toplam kümülatif akış hacimleri sırasıyla 14349 L ve 15218 L olmuştur. Deşarj hızları, kum ortamı için 48,16 m³/m²/h ile 3,35 m³/m²/h arasında, pomza ortamı için ise 51,36 m³/m²/h ile 3,69 m³/m²/h arasında değişmiştir. Çalışmanın sonunda, hem kum hem de pomza ortamlı filtrelerde arıtılan suyun toplam miktarı arttıkça tortu içeriğinin ve deşarj hızlarının azaldığı sonucuna varılabilir. Boyutu küçük olan katmanlar, sediment ayırmada diğer katmanlardan daha etkili olmuştur. Arıtılmış suda ölçülen sediment miktarına dayanarak, kum ortamının pomza ortamından daha etkili olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Sulama suyu, ortam filtresi, pomza, kum, askıda katı madde

Giriş

Pomza, köpüklü lavın katılaşmasıyla oluşan doğal bir malzemedir. Kayaçların yüksek basınç ve aşırı ısınma koşullarında volkandan şiddetli bir şekilde püskürtülmesiyle oluşur. Ardından hızlı basınç düşmesi ve soğuma, pomzanın süngerimsi bir yapı oluşturmasına neden olur. Birbirine bağlı olmayan, büyük ve küçük gözeneklere sahip pomza, hafif ve inert bir malzemedir. Yüzey alanı, yüzeydeki derin ve sık boşluklar nedeniyle geniştir (Şekil 1). Anac ve Tamzok (2008), pomzanın dünya çapında yaklaşık 50 ülkede üretildiğini ve en büyük payın İtalya'da olduğunu bildirmiştir. Bu ülkeyi sırasıyla Yunanistan, Şili, İspanya ve Türkiye takip etmektedir.



Şekil 1. Pomza taşının ve yüzey yapısının mikroskopik görüntüsü



Sudaki istenmeyen bileşenleri gidermek için, çok farklı özelliklere sahip ortamlar filtre malzemesi olarak kullanılabilir. Bunlar organik malzemeler olabildiği gibi inorganik malzemeler de olabilir Suyun bu şekilde arıtılması birçok araştırmanın konusu olmuştur. (Abbaszadeh et al., 2016; Chen et al., 2018; Mor vd., 2016; Pushkar, 2019, Korkut et al., 2021).

Kum-çakıl filtreler, özellikle fiziksel arıtma olmak üzere su arıtımında kullanılan en bilinen ortamlardır (Capra ve Scicolone, 2007; Tripathi et al., 2016). Genellikle sulama suyundan askıdaki maddeleri uzaklaştırmak için kullanılırlar. Su arıtma teknolojisinde pomza ve zeolit gibi doğal malzemelerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Çiftçi ve Meriç, 2015). Bununla birlikte, bazı araştırmalar pomza ortamından oluşan filtrelerin de kullanılabileceğini ve bu amaçla olumlu sonuçlar elde edilebileceğini göstermektedir (Şahin vd., 1998; Farizoglu et al., 2003; Ghebremichael, 2004; Kuslu ve Şahin, 2013; Samarghandi et al., 2013; Ozmetin et al., 2017; Korkut et al., 2021).

Tarımsal sulamada kullanılan basınçlı sulama sistemlerinin ekonomik ömrü, sulama suyuna bağlıdır. Mikro sulama sistemindeki fiziksel tıkanma, sulama suyunda bulunan organik ve inorganik maddelerden kaynaklanmaktadır. Su kalitesi (Nakayama ve Bucks, 1991; Capra ve Scicolone, 1998; Nakayama et al., 2007; Tu ve Traver, 2018) 100 mg/L'den fazla askıda katı madde (AKM) içeriğine sahip sulama suyunun kullanılması tıkanma sorununu artırır. Fiziksel etkenlerden kaynaklanan tıkanma sorununun önlenmesinde çöktürme ve filtreleme önerilmektedir.

Bu çalışmada laboratuvar koşullarında pomza ve kum ortamı kullanılarak AKM konsantrasyonu 150 ppm olan ham su filtre edilmiş ve filtrelerin etkinliği araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada Dünya ve Türkiye'nin birçok bölgesinde kolay ve ucuz olarak sağlanabilen pomza ve kum kullanılmıştır. Erzurum Pasinler yöresinden alınan pomza ve Erzurum kum ocağından alınan 0.5, 1.0 ve 2.0 mm eleklerden elenerek iki tabakalı filtre ortamı hazırlanmış ve malzemeler kullanılmadan önce yıkama işlemine tabi tutulmuştur.

Filtre kolonunun uzunluğu 850 mm ve çapı 200 mm'dir. Filtrelerin merkez (ikinci) katmanını, toplam filtre kolonu uzunluğunun %50'sini kapsamakta 0.5 mm çapındaki malzemeden oluşmaktadır. Filtrenin giriş (birinci) ve çıkış (üçüncü) katmanları 1-2 mm tane büyüklüğündeki malzemeden ve filtre kolonu toplam uzunluğunun %25'i kadardır. Filtreleme işleminde 150 ppm konsantrasyonda ham su elde etmek için, toprak 75 µm açıklıkta elenmiş ve AKM olarak kullanılmıştır.

Filtrasyon işleminde çalışma basıncı su giriş hacmine bağlı olarak 100 kPa olarak seçilmiş ve sistem girişindeki manometre yardımı ile kontrol edilmiştir. Askı maddeleri filtre ortamında biriktiğinden, çalışma basıncının artacağı açıktır. Basıncı azaltmak için, filtreye giren su hacmi vanalar yardımı ile azaltılmıştır. Böylece, sistemin işletme basıncı süreç boyunca sabit tutulmuştur.

Filtrasyon işlemi toplam 35 saat ve üç tekrarlamaya şeklinde yürütülmüştür. Her bir saat filtrasyon işlemi sonunda çıkış hızı belirlenmiş, her gün sonunda sediment ölçümü yapılmıştır. Bu amaçla gravimetrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Filtre 35 saat çalıştırdıktan sonra her bir filtre tabakasından bir litre hacminde kum ve pomza malzemesi alınarak basınçlı su ile yıkanmıştır. Yıkamadan elde edilen su gravimetrik analize tabi tutularak filtre tabakalarındaki sediment birikimleri belirlenmiştir.

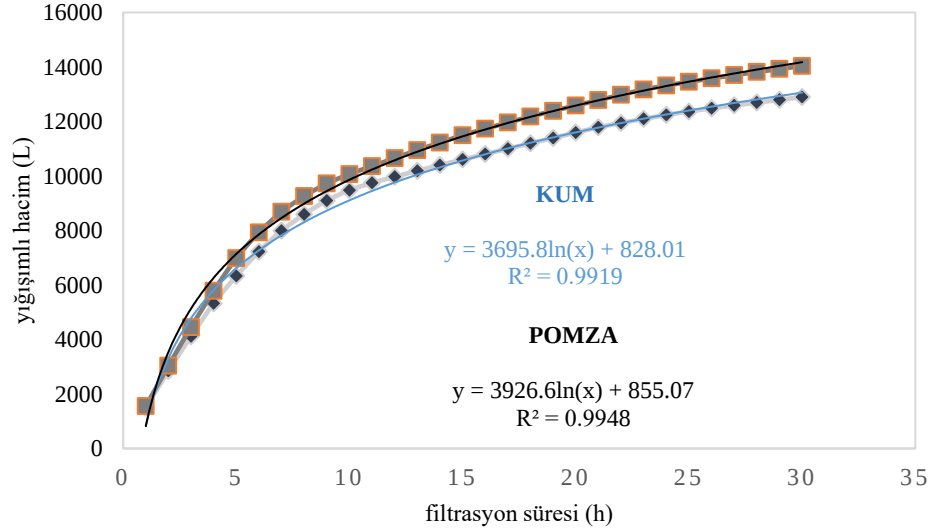
Araştırma Bulguları ve Tartışma

Filtrasyon işlemi sırasında yığılımlı akım hacmi Şekil 2'de gösterilmiştir. Filtrasyon süresi sonunda ortalama toplam çıkış hacmi kum filtre için 14.35, pomza filtre için ise 15.22 m³ olmuştur. Grafikten de anlaşılabileceği üzere pomza filtrenin akım hacmi zamanla artmaktadır. Bu, pomza ortamının porozitesi ve makro gözenek oranının yüksek olduğunun bir sonucudur (Kuslu & Sahin, 2013; Korkut et al., 2021).

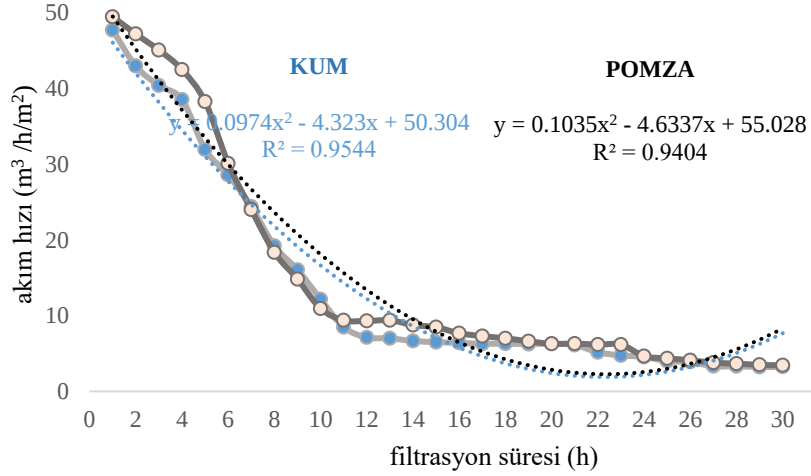
Filtrelerde akım hızının zamanla değişimi, Şekil 3'te görülmektedir. Filtrelerde akım hızı zamanla azalmış, bu azalma logaritmik özellik göstermiştir. Pomza ortam filtrelerinin akım hızının, pomzanın gözeneklilik oranının yüksek ve pürüzlü doğası nedeniyle yüksek olduğu söylenebilir. Akış hızı, gözenek boyutu küçüldükçe azalır. Bu nedenle filtre ortamının direnci, filtre malzemesinin gözenek büyüklüğü azaldıkça artar (Ghebremichael, 2004; Kuslu ve Sahin, 2013; Korkut et al., 2021).

Şekil 4, ortam filtreler için çıkış suyundaki AKM yoğunluğunu göstermektedir. Çıkış suyunda AKM yoğunluğu, filtrasyon deneme süresindeki artışla azalmıştır. Gill et al., (2009), Kuslu & Sahin (2013) ve Korkut et al. (2021), filtreleme yeteneğini azaltan faktörün daha yüksek akış hızları olduğunu bildirmiştir. Basınçlı akış koşulları, pomza filtrede çıkış suyunun AKM yoğunluğunu artırabilir çünkü pomza çok sayıda makro ve mikro gözeneğe sahip bir malzemedir. Pomza ortamı basınca maruz kaldığında, yüzey boşluklarında tutulan parçacıkların çıkışı daha fazla olmuştur.

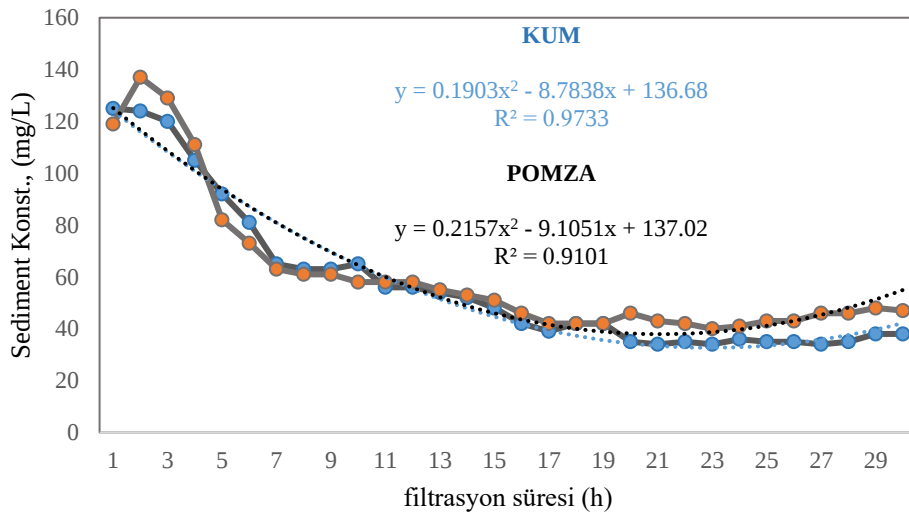




Şekil 2. Filtre ortamlarında toplam akım hacminin değişimi



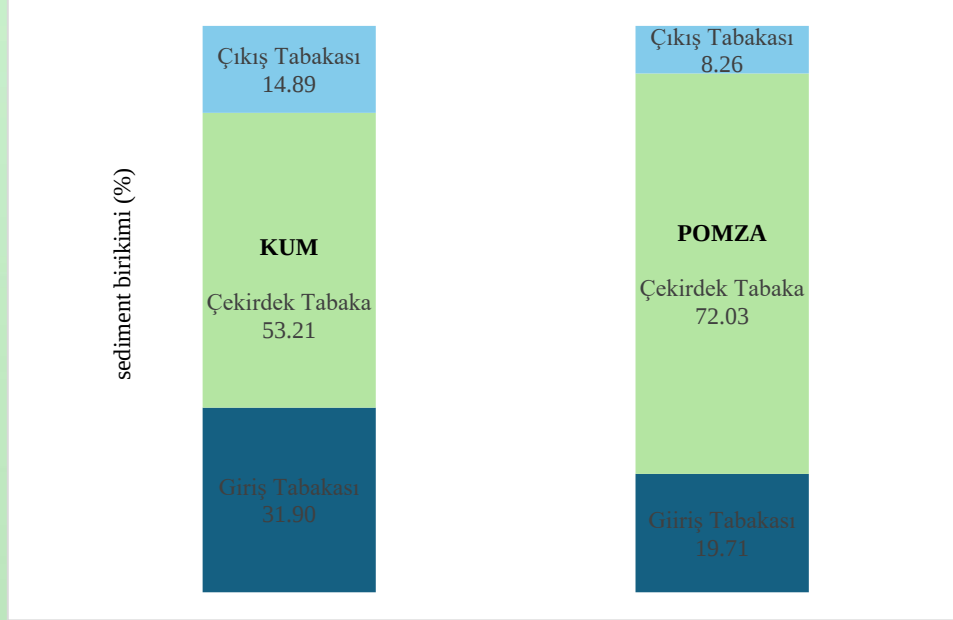
Şekil 3. Filtrelerin zamana bağlı akım hızı değişimi



Şekil 4. Filtrelerde çıkış suyunun zamana bağlı AKM yoğunluğu



Her katmanda biriken AKM yüzdesi, Şekil 5'te verilmiştir. Şekle göre, en yüksek AKM birikimi merkezi (ikinci) katmanda bulunmuştur. Bunu birinci ve üçüncü katmanlar izlemiştir. Bunun nedeni, merkezi katmanın daha ince tanecik boyutuna ve daha yüksek gözenekliliğe sahip olmasıdır (Singhal vd., 2008; Kuslu ve Sahin, 2013; Korkut et al., 2021). Nitekim araştırmalar, yüksek porozitenin AKM tutma üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Filtre katmanlarında AKM birikim oranları

Sonuç

Yapılan araştırmada pomza ortam filtrelerinde askıda katı madde giderimi irdelenmiştir. Pomza ortamının sulama sularında bulunan AKM giderimi amacıyla etkili bir şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir. Bu yönüyle pomza, kum-çakıl ortam filtrelerine alternatif olabileceği gibi yüksek porozite ve makro-mikro gözenek yoğunluğu ile daha iyi performans gösterebilecektir.

Filtrasyon amacıyla kullanılacak pomzanın daha küçük boyutlarının kullanılması filtrasyon kapasitesini artırıcı özellik katmaktadır. Özellikle düşük basınç gerektiren sulama sistemlerinin ekonomik ömrünü artırmada pomza filtreler önerilebilir.

Kaynaklar

- Anaç S & N Tamzok. 2008. Structural transformation in the Turkish mining industry, Proceedings Book of 21st World Mining Congress, Krakow-Poland, 7-11 Sept, Sobczyk and Kicki (eds), pp. 367–376.
- ASAE, 2005. Media Filters for Irrigation-Testing and Performance Reporting, ASAE Standards. St. Joseph, MI.
- Bulancak S, V Demir, H Yürdem & E.Uz. 2006. Determination of the efficiencies of different types of filters and filter combinations used in drip irrigation systems in open channel, Ege University, J.Faculty of Agriculture, 43(1): 85–96.
- Capra A & B Scicolone. 1998. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems, J. Agricultural Engineering Research, 70(4): 355–365.
- Capra A & B Scicolone. 2004. "Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation", Agricultural Water Management, 68(2): 135–149.
- Capra A & B Scicolone. 2007. Recycling of poor quality urban wastewater by drip irrigation systems, J. Cleaner Production, 15: 1529–1534.
- Demir V & E Uz. 1994. Filters using in the drip irrigation systems. Ege University, J.Faculty of Agriculture, 31(2-3): 177-184.
- Dockkoa S, HK Kima, Y Guanb & IHH Dockko. 2009. Characteristics of water quality and extracellular polymeric substances in trickling filter system using plastic fiber media, Desal. Wat. Treat., 2: 129–130.
- FAO, 1992. "Wastewater Treatment and Use in Agriculture" Rome, Italy, (Ed. M.B. Pescod). Irrigation and Drainage Paper 47.
- Farizoglu, B, A Nuhoglu, E Yildiz & B Keskinler. 2003. The performance of pumice as a filter bed material under rapid filtration conditions, Filtration & Separation, 40(3): 41–47.
- Ghebremichael KA.2004. Moringa Seed and Pumice as Alternative Natural Materials for Drinking Water Treatment, PhD dissertation, Royal Institute Technology (KTH), Stockholm, Sweden.
- James LG. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design, New York, John Wiley and Sons Inc., 543 p





- Şahin Ü, Ö Anapalı, & A Hanay.1998. Usability of pumice in sand-gravel filters, Atatürk University, J. Faculty of Agriculture, 29(2): 209–218.
- Gill L, C Doran, D Misstear & B Sheahan. 2009. The use of recycled glass as a filter media for on-site wastewater treatment, Desal. Wat. Treat., 4: 198–205.
- Hanson B, D May, T Hartz & G. Miyao. 2008. Drip Irrigation Processing Tomatoes, University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3506.
- Korkut, O., Kıymaz, S., & Kuşlu, Y., (2021). Elimination of suspended materials in irrigation water with different media filters. Fresenius Environmental Bulletin, 30 (7): 8070-8077.
- Kuslu Y, U Sahin. 2013. A comparison study on the removal of suspended solids form irrigation water with pumice and sand–gravel media filters in the laboratory scale, Desal. Wat. Treat.51: 2047–2054.
- Nakayama FS & DA Bucks. 1991. Water quality in drip/trickle irrigation: A review, Irrigation Science, 12: 187–192.
- Nakayama FS, BJ Boman & DJ Pitts. 2007. Maintenance. In: F. R. Lamm, J. E. Ayars, and F. S. Nakayama, Microirrigation for Crop Production. Design, Operation, and Management, Elsevier, Amsterdam, pp. 389–430.
- Remize PJ, JF Laroche, J Leparç, JC Schrotter Remize. 2009. A pilot-scale comparison of granular media filtration and low-pressure membrane filtration for seawater pretreatment, Desal. Wat. Treat., 5: 6–11.
- Singhal N, T Elefsiniotis, N Weeraratne & A Johnson. 2008. Sediment retention by alternative filtration media configurations in storm water treatment, Water Air Soil Pollut, 187:173–180.

