

Damla Sulama Sisteminde Kum-Çakıl Filtre Etkinliğinin Belirlenmesi

Özet

Bu çalışma, damla sulama sistemi kontrol biriminde çapı 2, 3 ve 4 mm olan kuvars ve kum ile bunları katmanlayarak oluşturulan filtrelerin etkinliğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, 0.1 mm'den daha küçük parçacıklar içeren sedimente sahip 400 L su, 0.5 atm basınçta filtrelerden geçirilerek 3 yinelemeli olarak test edilmiştir. Çapı 2, 3 ve 4 mm olan kuvars ve kum filtrelerin ortalama etkinliği sırasıyla, %27.1 ve %33.9, %20.5 ve %23.6, %19.4 ve %16.5. Bu kumlardan oluşturulan katmanlı kuvars ve kum filtrenin ortalama etkinliği ise %21.5 ve %36.1 olarak bulunmuştur. Kum filtre etkinliğinin, kuvars filtre etkinliğinden yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca kum çapı azaldıkça filtre etkinliğinin arttığı gözlenmiştir. Filtrelerden çıkan suyun Langelier Saturasyon İndeksi (LSI) değeri negatif olduğundan damlatıcılarda karbonatlı bileşenlerin herhangi bir çökelti oluşturmayacağı belirlenmiştir. Kumun, kuvarsdan daha ucuz olması ve suda neredeyse hiç çözülmemesi nedeniyle damla sulama kum-çakıl filtre malzemesi olarak kullanılması önerilebilir.

Anahtar Sözcükler: Damla sulama; Kum ve kuvars; Filtre; Etkinlik; LSI; Sediment

Determination of Media Filters Efficiency in Drip Irrigation System

Abstract

This study was carried out to determine efficiency of media filter of quartz and sand at the control unit of drip irrigation system. In the experiments, 400 L water with 1000 ppm concentration including particules less than 0.1 mm was filtered at 0.5 atm pressure through media filter of quartz and sand particules with sizes of 2, 3 and 4 mm and the other media filter making layers that all particules. The average efficiency of media

26 filters with 2, 3 and 4 mm quartz and sand were 27.1 and 33.9%, 20.5 and 23.6%, 19.4
27 and 16.5%, respectively. The average efficiency of media filters with layers including
28 quartz and sand were 21.5 and 36.1%, respectively. The results of study showed that
29 the efficiency of sand media filters was higher than quartz media filters. In addition, the
30 filter efficiency increased as the diameter of filter materials decreased. It was concluded
31 that there was not any accumulation of carbonate compounds in drip path due to
32 negative Langelier Saturation Index (LSI) values measured by water outlet from media
33 filters. In conclusion, it can be recommended that using of the sand as a filter material in
34 practice is more useful than quartz because both quartz is more expensive than sand and
35 they did not dissolve.

36

37 Keywords: Drip irrigation; Sand and quartz; Media filter; Efficiency; LSI; Sediment

38

39 **Giriş**

40 Yarı kurak iklim kuşağında yer alan ülkemizde nüfusun ve sanayinin artmasıyla su
41 kaynaklarına olan talep artmakta ve diğer yandan artan nüfus ve büyüyen sanayi de su
42 kaynaklarının hızla kirlenmesine neden olmaktadır. Son yıllarda atmosfere atılan sera
43 gazı miktarlarının hızla artması sonucunda küresel ısınma felaketi ile karşı karşıya
44 kalınmıştır. Küresel ısınma sonucunda iklim değişimleri yaşanmaya başlanılmıştır. Bu
45 iklim değişimleri ülkemiz gibi kurak ve yarı kurak alanlarda yer alan ülkelerde kendisini
46 daha fazla hissettirmeye başlamıştır. İklim değişimi sonucunda yaz aylarının daha kurak
47 ve kış aylarının ise şiddetli ve düzensiz yağışlı geçmesi beklenmektedir. Küresel ısınma,
48 buharlaşma ve terlemeyi arttırdığı için suya olan gereksinim artmaktadır. Buharlaşma ve
49 terlemenin artması sonucunda mevcut su kaynakları azalmakta veya bazıları

50 kurumaktadır. Yetkililer, mevcut su kaynaklarının daha etkin kullanılması amacıyla
51 sulama randımanı yüksek olan yağmurlama ve damla sulama gibi modern sulama
52 tekniklerine destek vermektedirler ve bunun sonucunda bu gibi sulama sistemleri hızla
53 yayılmaktadır. Geleneksel yüzey sulama yöntemlerinin sulama etkinliği yaklaşık % 40
54 iken modern sulama teknolojilerinin kullanımı ile bu oran yağmurlamada % 70, damla
55 sulamada ise % 90'a çıkmıştır (Wolf & Stein 1999). Damla sulama sistemleri
56 geleneksel sulama sistemlerine göre, verim artışı, su tasarrufu ve gübrenin su ile
57 verilmesi gibi avantajlara sahip olmasına karşın sulama suyu içindeki fiziksel, kimyasal
58 ve biyolojik atıklar damlatıcıları tıkanabilmektedir. Bu da damla sulama sisteminin
59 günlük bakımında önemli sorunlar oluşturmaktadır (Haman et al 1994). Damlatıcı akış
60 yollarındaki küçük orandaki tıkanmalar dahi eş su dağılım uniformitesini düşürmektedir
61 (Nakayama et al 1982). Tıkanan damlatıcılar ihtiyaç duyulan suyu kök bölgesine
62 veremediklerinden bitkilerin büyümesini ve gelişmesini olumsuz etkilemektedir. Damla
63 sulama sisteminde, sulamanın sürekliliği ve uniformitesi açısından sulama suyunun
64 uygun bir şekilde filtre edilmesi gerekmektedir (Şahin et al 1998). Bunun için damla
65 sulama sistemlerinde, kontrol birimi önemli bir yere sahiptir. Sulama sularının
66 filtrasyonunda değişik birçok filtre kullanılmasına karşın kum-çakıl filtreler daha
67 ekonomik olup kolay işletilmektedirler (Ravina et al 1990). Kum-çakıl filtreler, sulama
68 suyunda bulunabilen ve hidrosiklonda tutulamayan, mil, kil gibi sediment ile yosun, ot,
69 çöp, yaprak, yabancı ot tohumu, böcek gibi canlı cansız yüzücü cisimleri tutmaktadır.

70

71 Damla sulama sistemlerinin su dağıtım etkinliğinin artırılması ve sürdürülebilir
72 işletmeciliği açısından daha fazla kum-çakıl filtre etkinlik çalışmalarına ve bilgilerine
73 gereksinim vardır.

74

75 Bu nedenlerle çalışmanın amacı, farklı kuvars ve kum çaplarında kum-çakıl filtre
76 etkinliğini test etmek ve LSI değerlerini kullanarak, karbonatlı bileşiklerin damlatıcı
77 akış yollarında çökelip çökelmeyeceğini belirlemektir.

78

79 **Materyal ve Yöntem**

80 Deneme düzeneği, su giriş ve çıkış tankı, kum-çakıl filtre tankı, invertörlü motopomp ve
81 diğer bağlantı parçalarından oluşmaktadır. Su giriş ve çıkış tankının boyutları
82 63x71x101 cm, kum-çakıl filtre tankının ise çapı 55 cm ve yüksekliği 90 cm'dir. Kum-
83 çakıl filtre tankının çıkış borusu delinerek etrafı 1 mm eleklerle sarılmıştır. Su miktarını
84 belirlemek için su tankları içerisine 100, 200, 300 ve 400 L'lik su seviyeleri
85 işaretlenmiştir. Bağlantı parçalarında Ø63 mm'lik PE borular ve kaplinler
86 kullanılmıştır. Çıkış tankından giriş tankına suyu tekrar döndürmek için 6 m
87 uzunluğunda Ø63 mm'lik plastik boru kullanılmıştır. Sistemde 5.5 kW'lık invertörlü
88 motopomptan yararlanılmıştır. İvertör, motopompun dönme hızını ayarlama
89 kullanılmıştır. İvertörde okunan 50 frekans, motopompun 5.5 kW'lık gücüne eşittir.
90 Denemede invertör 37.4 frekansa ayarlanmakta ve bu değer 0.5 atm basınca denk
91 gelmektedir.

92

93 Testlerde kullanılan su C₂S₁ sınıfına girmektedir. Sulama açısından herhangi bir sorun
94 oluşturmamaktadır.

95

96 ASAE (1994) kum-çakıl filtre standartlarında, kum-çakıl filtre malzemesi ezilmiş
97 granit, silis ve özel parçacık boyutlarında elenmiş kuvarsdan oluşabileceğini

98 belirtmiştir. Bu çalışmada da kum-çakıl filtre malzemesi olarak, çapı 2, 3 ve 4 mm'lik
99 kuvars ile kum kullanılmıştır.

100

101 Kum, açıklık çapları 2, 3, 4 ve 5 mm olan elekler ile elenmiştir. Kum-çakıl filtre
102 malzemesi olarak kullanılan kum, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar
103 Yerleşkesi içerisinde bulunan beton santralinden sağlanmıştır. Açıklık çapı 2 ile 3 mm
104 olan elek arasında kalan 2 mm'lik, 3 ile 4 mm arasında kalan 3 mm'lik ve 4 ile 5 mm
105 arasında kalan ise 4 mm'lik kum olarak adlandırılmıştır. Aynı yöntemle elenmiş 2, 3 ve
106 4 mm'lik çaplara sahip kuvars ise satın alınmıştır. Her çaptaki kum içerisinde bulunan
107 kil, silt ve diğer yabancı maddeler tamamen temizlenene kadar 6-7 kez şebeke suyu ile
108 yıkanmıştır.

109

110 Denemede, bulanık su elde etmek için, organik madde içermeyen toprak (sediment)
111 önce 1 mm elekten, daha sonra 0.1 mm elekten elenmiş ve etüvde 105 °C kurutulularak
112 fırın kuru ağırlığa getirilmiştir. Sediment olarak kullanılan toprağın bünye analizi
113 Bouyoucus Hidrometre Yöntemi ile yapılmıştır (Bouyoucus 1951). Analiz sonucunda,
114 %9.8 silt, %36.2 kil ve %54.0 kum oranları elde edilmiştir. Bu oranlara göre sediment
115 olarak kullanılan toprağın bünyesi kumlu-kil olarak bulunmuştur.

116

117 Çalışmada kullanılan sedimentin parçacık boyutu ince kum ve daha küçük tane
118 boyutlarını içermektedir. İnce kumun parçacık boyutu 0.25-0.05 mm ve siltin 0.05-
119 0.002 mm arasında değişmektedir. Kilin parçacık boyutu ise 0.002 mm'den küçük
120 parçacıkları kapsamaktadır (Howell et al 1983).

121

122 Hem kuvars hem de kum ayrı ayrı çaplarda filtre tankına Şekil 1’de görüldüğü gibi tek
123 katman halinde; ayrıca, çapları 2, 3 ve 4 mm olan kuvars ve kumlar Şekil 2’de
124 görüldüğü gibi katmanlar halinde filtre tankına doldurulmuştur. Böylece 8 farklı filtre
125 test konusu oluşturulmuştur. Her bir testten önce filtre tankına doldurulan kuvars ve
126 kumlar filtre içerisinde tekrar temiz su ile bulanıklık tamamen gidene kadar 3-5 kez
127 yıkanmıştır.

128

129 Çalışmada, 1000 ppm’lik sediment içeren sular kullanılmıştır. Bu konsantrasyonu
130 oluşturmak için 400 L suya 400 g sediment hesaplanmıştır. Teste başlamadan önce giriş
131 tankına 400 L su doldurulmuştur. Bu tank içerisindeki suya, fırın kuru ağırlığa getirilen
132 400 g sediment katılmış ve su bir çubuk yardımıyla iyice karıştırılmıştır. Karıştırmadan
133 hemen sonra inventör frekansı 37.4 ayarlanarak motopomp çalıştırılmış ve 0.5 atm
134 basınçla su filtre tankından geçirilerek çıkış tankına alınmıştır. Testin tam ortasında
135 çıkış tankına su veren borudan filtrenin etkililiğini ve filtre malzemesinden suya karışan
136 herhangi bir eriyiğin olup olmadığını belirlemek için üzerleri etiketlenmiş 0.5 L’lik
137 kaplarla su örneği alınmıştır. Böylece birinci tekerrür bitirilmiştir. İkinci tekerrür için
138 çıkış tankındaki su düzenek yardımıyla tekrar giriş tankına alınmıştır. Bu işlem 8 test
139 konusu için 3 tekerrürlü olarak yinelenmiştir. İkinci teste başlamak için filtre tankı
140 içerisindeki kuvars ve kum boşaltılarak diğer bir kuvars ve kum çapı yukarıda
141 anlatıldığı gibi temizlenmiş ve teste tabi tutulmuştur.

142

143 Çalışmada kullanılan su örneklerinin içerisindeki sediment derişimi gravimetrik yöntem
144 kullanılarak bulunmuştur.

145

146 Gravimetrik yöntemde, 250 mL su örnekleri, daraları alınmış kaplarda buharlaştırılarak
147 kurutulmuştur. Kurutulan örnekler tekrar tartılmış ve alüminyum kapların daraları
148 çıkarılıp sediment miktarı saptanmıştır.

149

150 Filtre etkinliğini belirlemek için tartılan değerler aşağıda verilen Eşitlik 1’de yerine
151 konularak filtre etkinliği belirlenmiştir (ASAE 1994).

$$152 \quad E_r = 100x \left(1 - \frac{S_{çıkış}}{S_{giriş}} \right) \quad (1)$$

153 Eşitlikte; E_r , Filtre etkinliği (%); $S_{çıkış}$, Filtre sonrası sediment miktarı($g L^{-1}$); $S_{giriş}$, Filtre
154 öncesi sediment miktarı ($g L^{-1}$).

155

156 Langelier Saturasyon İndeksi (LSI) testte kullanılan konsantrasyondan çözülmüş
157 haldeki karbonatlı bileşiklerin damlatıcılarda çökelp çökelmeme durumunu saptamak
158 amacıyla belirlenmiştir (Nakayama & Bucks 1986; Kanber et al 1992).

159

160 Kum çeşitlerinin ve çapların filtre etkinliği üzerine etkisinin olup olmadığını belirlemek
161 amacıyla ANOVA testi (Efe et al 2000) yapılmıştır.

162 **Bulgular ve Tartışma**

163 *Filtre Etkinliği*

164 Kum-çakıl filtrede, filtre malzemesi olarak 2, 3, 4 mm ve bu çaplardan elde edilen
165 katmanlı kuvars ve kum kullanılarak elde edilen filtre etkinlik değerleri Çizelge 1’de
166 verilmiştir.

167

168 apı 2, 3 ve 4 mm olan kuvars ile yapılan filtre testlerinde, filtre etkinliği sırasıyla,
169 ortalama %27.1, %20.5, %19.4 ve anılan kumlarla oluşturulan katmanlı filtre testi
170 sonucunda filtre etkinliği ortalama %21.5 bulunmuştur.

171

172 Kuvars ile yapılan testlerde 2 mm kuvars filtresinin ortalama etkinliği %27.1 ile en
173 ysek bulunmuştur. Kuvars katmanlı filtrenin ortalama etkinliği %21.5 ile ikinci
174 sırada, 3 mm'lik kuvarsın ortalama filtre etkinliği %20.5 ile nc ve 4 mm'lik
175 kuvarsın ortalama filtre etkinliği %19.4 ile dördüncü sırada yer almıştır. Kuvars apı 4
176 mm'den 2 mm'ye azaldığında ortalama filtre etkinliği de %67.7'lik bir artış
177 göstermiştir. Ayrıca, katmanlı, 3 ve 4 mm'lik kuvars filtrelerinin ortalama etkinlikleri
178 birbirlerine çok yakın bulunmuştur.

179

180 apı 0.1 mm'den küçük olan parçacıklardan elde edilen sediment içeriği
181 konsantrasyonu uygulamalardan sonra azalmasına rağmen, çapları 2, 3, 4 mm ve bu
182 aplardan elde edilen katmanlı kuvars filtrelerde, filtre etkinliğinin fazla değişmediği
183 gözlenmiştir.

184

185 apı 2, 3 ve 4 mm olan kum filtre ile yapılan filtre testlerinde, filtre etkinliği ise
186 sırasıyla, ortalama %33.9, %23.6, %16.5 ve bahsedilen kumları kullanarak oluşturulan
187 katmanlı kum filtre ortalama etkinliği %36.1 bulunmuştur.

188

189 Kum ile yapılan testlerde, katmanlı kum filtresinin ortalama etkinliği %36.1 ile en
190 ysek bulunmuştur. 2 mm'lik kum filtre etkinliği, %33.9 ile ikinci sırada, 3 mm'lik
191 kum filtre etkinliği %23.6 ile nc sırada ve en son olarak da 4 mm'lik kum filtre

192 etkinliği %16.5 ile dördüncü sırada yer almıştır. Kum çapı 4 mm'den 2 mm'ye
193 indiğinde, filtre etkinliği de %19.6'lık bir yükseliş göstermiştir.

194

195 Kuvars ve kum filtrelerin, çapı 0.1 mm'den küçük parçacıkları temizleme etkinlikleri
196 karşılaştırıldığında, 2 mm'lik çapta kuvarsın ortalama filtre etkinliği %27.1, kum
197 filtrenin ise %33.9; 3 mm'lik çapta kuvars filtrenin ortalama etkinliği %20.5, kum
198 filtrenin ise %23.6; 4 mm'lik çapta kuvars filtrenin ortalama etkinliği %19.4, kum
199 filtrenin ise %16.5 ve filtre tankına katmanlı olarak koyulan kuvars filtresinin ortalama
200 etkinliği %21.5, kum filtresinin etkinliği ise %36.1 olarak belirlenmiştir.

201

202 Çapı 2, 3 mm ve katmanlı kum çaplarında kum filtre ortalama etkinliğinin kuvars filtre
203 etkinliğinden daha fazla olduğu saptanmıştır. Sadece çapı 4 mm olan kuvars filtre
204 ortalama etkinliği aynı çaptaki kum filtre etkinliğinden daha yüksek çıkmıştır.

205

206 Yapılan ANOVA testi sonucunda kum çeşitlerinin ($p=0.343$) ve kum çaplarının
207 ($p=0.367$) istatistiksel olarak filtre etkinliğine herhangi bir etkisinin olmadığı
208 belirlenmiştir.

209

210 Kum-çakıl filtre etkinliğinin belirlenmesinde kuvars filtre ve kum filtre testlerinin her
211 ikisinde kum çapı küçüldükçe filtre etkinliğinin arttığı gözlenmiştir.

212

213 Kum-çakıl filtrede, pomzanın kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla 1000 ppm
214 yoğunluğunda sediment içeren su örneği kum-çakıl filtrede süzölmüş ve Güngör &
215 Yıldırım (1992)'de önerdiği geleneksel kum-çakıl filtreye göre çıkan sedimet miktarı

216 %74.5 daha az bulunmuştur. Tıkanma süresi ise kum-çakıl filtreye göre %38 daha geç
217 olmuştur (Şahin et al 1998).

218

219 Ravina et al (1997) parçacık çapı 0.1 mm'den küçük olan 30-140 mg L⁻¹ ve 14-48 mg L⁻¹
220 toplam sediment içeren iki su örneğinde, kum-çakıl filtre ve diğer filtre etkinliklerini
221 test etmişlerdir. Çapı 2 mm olan kum-çakıl filtre ile yapmış oldukları testlerde, filtreden
222 sonra çıkan sediment miktarı %1'den daha az olmuştur. Tutulan sedimentin genellikle
223 ayrılmış veya agregat halinde bulunan büyük katı parçacıklar olduğu görülmüştür.

224

225 Puig-Bargues et al (2005) süzgeçlerle yapmış oldukları etkinlik testlerinde kum-çakıl
226 filtrede kum çapı 0.65 mm olan malzeme kullanıldığında, toplam 176 mg L⁻¹ (parçacık
227 çapı> 0.045 mm) sediment içeren suyun süzülmesinde filtre etkinliği %68.9, toplam
228 24.4 mg L⁻¹ (parçacık çapı>0.025mm) sediment içeren suyun süzülmesinde filtre
229 etkinliği ise %2.7 olarak hesaplanmıştır. Suyun içersinde bulunan sedimentin parçacık
230 çapı azaldıkça filtre etkinliğinin azaldığını belirlemişlerdir. Bu araştırmacılar, sediment
231 içeriği azaldıkça filtre etkinliğinin azaldığını tespit etmişlerdir. Ancak, bu çalışmada
232 sediment içeriği azaldıkça filtre etkinliğinin fazla değişmediği gözlenmiştir.

233

234 Duran-Ros et al (2009) çapı 0.40 ve 0.27 mm kum ile doldurulan kum-çakıl filtrelerin
235 etkinliğini test etmeye çalışmışlardır. Çapı 0.40 mm kum-çakıl filtrede toplam 10.03 mg
236 L⁻¹ sediment içeren su, kum-çakıl filtreden süzüldüğünde, filtre etkinliği %47.3, çapı
237 0.27 mm olan kum-çakıl filtrede toplam 6.49 mg L⁻¹ sediment içeren su örneği filtreden
238 süzüldüğünde ise filtre etkinliği %66.6 olarak belirlenmiştir. Bu araştırmacılar, filtre

239 malzemesi çapı azaldıkça filtre etkinliğinin arttığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın
240 sonuçları ile bu araştırmacıların sonuçları paralellik göstermektedir.

241

242 Yapılan testlerde elde edilen filtre etkinlik değerleri ile önce yapılan çalışmalardaki
243 filtre etkinlik değerleri karşılaştırıldığında, kum-çakıl filtrenin etkinliğini değiştiren
244 etmenlerin, filtrede kullanılan malzemenin çapı, kullanılan su içerisindeki sedimentin
245 çapı, sediment içeren suyun konsantrasyon miktarı olduğu görülmüştür.

246

247 Bu çalışmanın sonuçlarına göre kum-çakıl filtrede kullanılan malzemenin çapı
248 azaldıkça, filtre etkinliğinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca suyun içerisindeki sediment
249 miktarının değişmesiyle filtre etkinliğinin de değiştiği görülmektedir.

250 *Kirecin Çökmesinin Belirlenmesi*

251 Test malzemesi olarak kullanılan kuvars ve kumdan eriyerek suya geçen çözeltilerin
252 damlatıcılarda çökme oluşturup oluşturmayacağını belirlemek amacıyla LSI
253 belirlenmiştir (Çizelge 2).

254

255 Kuvars filtrede, filtre öncesi hesaplanan ortalama LSI değerleri -0.99 ile -0.71 arasında,
256 filtre sonrası -0.97 ile -0.70; kum filtrede ise filtre öncesi hesaplanan ortalama LSI
257 değeri -1.01 ile -0.88, filtre sonrası ise bu değer -1.01 ile -0.87 arasında değişmiştir. LSI
258 = 0 olduğunda bileşenlerin dengede olduğu, LSI < 0 olduğunda çökelmenin olmayacağı
259 ve LSI > 0 olduğunda ise karbonatlı bileşiklerin çökme oluşturacağı belirtilmiştir
260 (Nakayama & Bucks 1986). Kabul edilebilir LSI değeri -0.5 ile +0.5 arasındadır. LSI < 0
261 olduğunda suyun çözücü özelliği vardır. İstenen optimum LSI değeri ise “0”dır. Ayrıca
262 çökme potansiyelinin sıcaklığa (T), Ca ve Cl iyonları ile alkaliliğe bağlı olduğu

263 belirtilmiştir (Kutty et al 1992). Kuvars ve kum filtrede bulanık suyun filtre edilmeden
264 önceki ve filtre edildikten sonraki LSI değerleri negatif olduğundan kireçli bileşikler
265 damlatıcılarda çökelmeyeceği söylenebilir.

266 **Sonuçlar**

267 Bu çalışmanın sonuçlarına göre istatistiksel önemli farklar olmamasına rağmen kumun
268 filtre etkinliğinin kuvarstan daha yüksek bulunması, LSI değerinin negatif çıkması,
269 kuvars maliyetinin fazla olması ve kolay bulunamayan bir malzeme olması nedeniyle
270 maliyeti daha az ve daha kolay bulunabilen kumun, damla sulama sistemi kum-çakıl
271 filtrede kullanılması önerilebilir.

Kısaltmalar

<i>L</i>	litre
<i>Ca</i>	kalsiyum
<i>Cl</i>	klor
<i>pH</i>	hidrojen iyonlarının negatif logaritması
<i>mm</i>	milimetre
<i>cm</i>	santimetre
<i>ppm</i>	milyonda bir kısım
<i>mL</i>	mililitre
<i>atm</i>	atmosfer
<i>mg L⁻¹</i>	miligram Litre
<i>g</i>	gram
<i>g L⁻¹</i>	gram litre
<i>°C</i>	santigrat derece
<i>kW</i>	kilowatt

272

273 **Kaynaklar**

274 ASAE (1994). Media filters for irrigation- testing and performance reporting standard.

275 ASAE, St. Joseph, MI.

- 276 Bouyoucus G J (1951). A calibration of the hydrometer method for making mechanical
277 analyses of soils. *Argon Journal* **43**: 434-438.
- 278 Duran-Ros M, Puig-Bargués J, Arbat G, Barragán J & Ramírez De Cartagena F (2009).
279 Effect of filter, emitter and location on clogging when using effluents.
280 *Agricultural Water Management* **96** (1): 67-79.
- 281 Efe E, Bek Y & Şahin M (2000). SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemleri II.
282 Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Yayın No:73, Ders
283 Kitapları Yayın No:9, Kahramanmaraş.
- 284 Güngör Y& Yıldırım O (1992). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat
285 Fakültesi Yayınları No:1155, Ankara.
- 286 Haman D Z, Smajstrla A G & Zazueta F S (1994). Media Filters for Trickle Irrigation in
287 Florida. Agricultural and Biological Department, Florida Cooperative Extension
288 Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- 289 Howell T A, Stevenson, D S, Aljibury J, Gitlin H. M, Wu I. P, Warrick A W & Raats P
290 A C (1983). Design and Operation of Trickle (Drip) Systems. In: M. E. Jensen
291 (Eds.) Design and Operation of Farm Irrigation Systems *ASAE*, 2950 Niles Road,
292 St. Joseph, MI, pp. 663-718.
- 293 Kanber R, Kırdı C & Tekinel O (1992). Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk
294 Sorunları. Çukurova Üniversitesi Yayınları No:125, Adana.
- 295 Kutty P C M, Nomani A A & Al-Sulami S (1992). Simple experimental method to
296 determine CaCO₃ precipitation tendency in desalinated water. In: *First Gulf Water*
297 *Conference*, October, 685-708, Dubai.

298 Nakayama F S, Bucks D A & Warrick W (1982). Principles, Practices and Potentialities
299 of Trickle (Drip) Irrigation. In: D. Hillel (Eds.), *Advances in Irrigation*, Academic
300 Press, New York, pp. 219-298.

301 Nakayama F S & Bucks D A (1986). *Trickle Irrigation for Crop Production. Design,*
302 *Operation and Management* Oxford, Amsterdam, Netherlands, USA.

303 Puig-Bargués J, Arbat G, Barragán J & Ramírez De Cartagena F. (2005). Effluent
304 particle removal by microirrigation system filters. *Spanish Journal of Agricultural*
305 *Research* **3** (2): 182-191.

306 Ravina I, Paz E, Sagi G, Yechialy Z, Sofer Z, Lavy Z & Marcu A (1990). Filtration
307 requirements for emitter clogging control. In: *Proceedings of the 5th International*
308 *Conference on Irrigation Agritech Proceedings*, 223-224, Israel.

309 Ravina I, Paz E, Sagi G, Yechialy Z, Sofer Z, Lavy Z & Marcu A (1997). Control of
310 clogging in drip irrigation with stored treated municipal sewage effluent.
311 *Agricultural Water Management* **33**(2-3): 127-137.

312 Şahin Ü, Anapalı Ö & Hanay A (1998). Kum-çakıl filtrelerde pomzanın
313 kullanılabilirliği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **29** (2): 209-218.

314 Wolff P & Stein T M (1999). Efficient and Economic Use of Water in Agriculture-
315 Possibilities and Limits. *Natural Resources and Development* **49**(50): 151-159.

316

317

318

319

320

321

ŞEKİL BAŞLIKLARI

322 Şekil 1. Kum-çakıl filtre tankının kesiti

323 *Fig. 1. Cross section area of media filter*

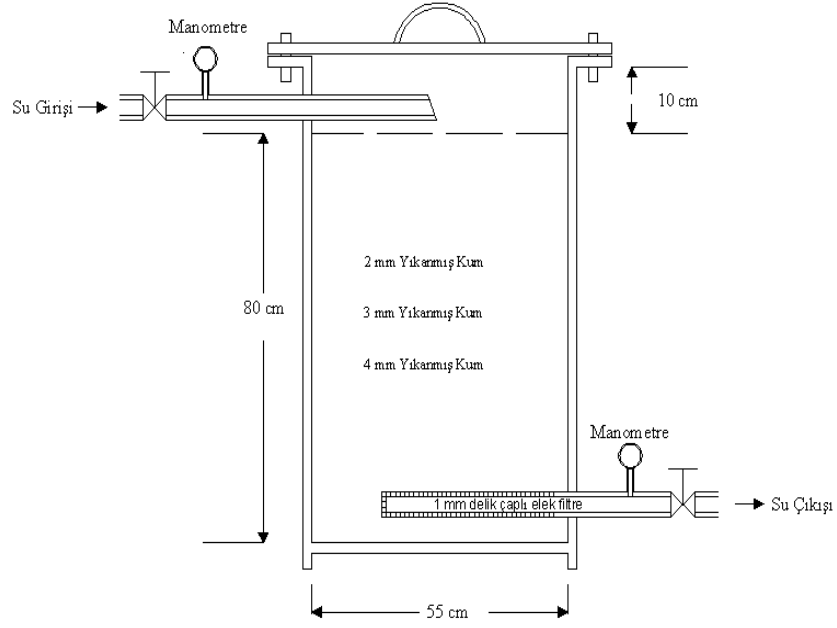
324

325 Şekil 2. Kum-çakıl filtre tankının katmanlı kesiti

326 *Fig. 2. Cross section area of the layered media filter*

327

328

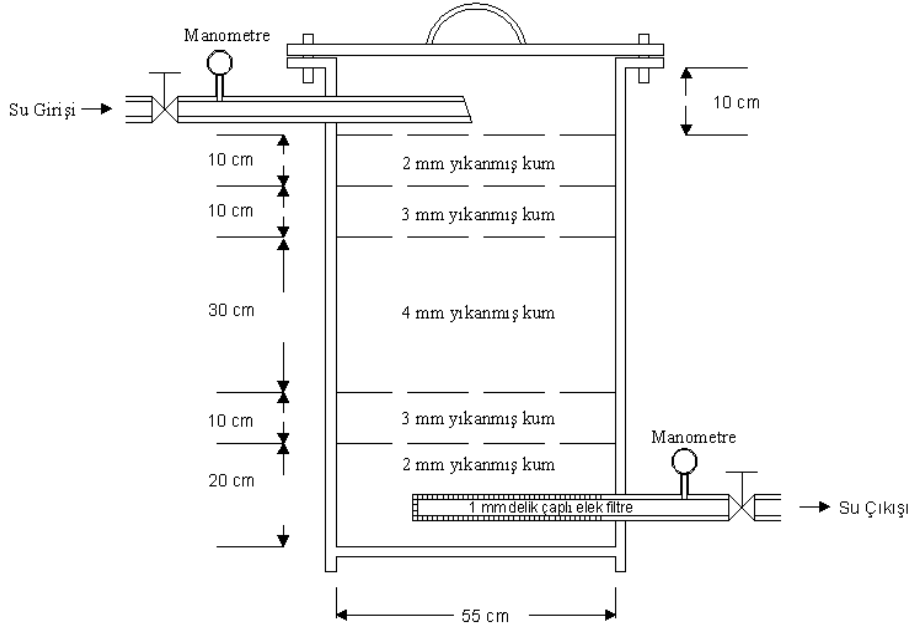


330

331 Şekil 1. Kum-çakıl filtre tankının kesiti

332 Fig. 1. Cross section area of media filter

333



334

335 Şekil 2. Kum-çakıl filtre tankının katmanlı kesiti

336 Fig. 2. Cross section area of the layered media filter

337

ÇİZELGE BAŞLIKLARI

338 Çizelge 1. Kuvars ve kum filtrelerin ortalama etkinlikleri ve standart hataları

339 *Table 1. Average efficiencies and standart errors of quartz and sand filters*

340

341 Çizelge 2. Kuvars ve kum filtrelerde suyun filtre öncesi ve sonrası ortalama LSI
342 değerleri ve standart hataları

343 *Table 2. Average LSI values and standart errors of inlet and outlet water of quartz and*

344 *sand media filters*

ÇİZELGELER

345

346 Çizelge 1. Kuvars ve kum filtrelerin ortalama etkinlikleri ve standart hataları

347 *Table 1. Average efficiencies and standart errors of quartz and sand filters*

<i>Kum Çapı (mm)</i>	<i>Kuvars Filtre Ortalama Etkinliği (%)</i>	<i>Kum Filtre Ortalama Etkinliği(%)</i>
2	27.1±8.99	33.9±11.49
3	20.5±3.59	23.6±3.23
4	19.4±0.61	16.5±1.44
Katmanlı	21.5±3.34	36.1±8.66

348

349

350 Çizelge 2. Kuvars ve kum filtrelerde suyun filtre öncesi ve sonrası ortalama LSI
351 değerleri ve standart hataları

352 *Table 2. Average LSI values and standart errors of inlet and outlet water of quartz and*
353 *sand media filters*

<i>Kum Çapı (mm)</i>	<i>Kuvars Filtre</i>		<i>Kum Filtre</i>	
	<i>Filtre Öncesi</i>	<i>Filtre Sonrası</i>	<i>Filtre Öncesi</i>	<i>Filtre Sonrası</i>
	<i>Ortalama LSI*</i>	<i>Ortalama LSI</i>	<i>Ortalama LSI</i>	<i>Ortalama LSI</i>
2	-0.89±0.04	-0.83±0.02	-0.97±0.05	-0.93±0.04
3	-0.77±0.05	-0.78±0.02	-0.88±0.00	-1.01±0.02
4	-0.71±0.09	-0.70±0.07	-0,96±0.06	-0.93±0.04
Katmanlı	-0.99±0.04	-0.97±0.04	-1.01±0.05	-0.87±0.06

354

*LSI**, Langelier saturasyon indeksi