

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2019, 56 (3):327-335
DOI: [10.20289/zfdergi.507140](https://doi.org/10.20289/zfdergi.507140)

Hüseyin YÜRDEM ^{1a*}

Arzu YAZGI ^{1b}

Vedat DEMİR ^{1c}

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Bornova-İzmir

^{1a} Orcid No:0000-0003-2711-2697

^{1b} Orcid No:0000-0003-0141-8882

^{1c} Orcid No:0000-0001-8341-9672

*sorumlu yazar: huseyin.yurdem@ege.edu.tr

Anahtar Sözcükler:

Filtrasyon, disk filtre, yük kaybı, filtre elemanı

Keywords:

Filtration, disc filter, pressure loss, filter element

Damla Sulama Sistemlerinde Kullanılan Farklı Süzme Geometrisine Sahip Disk Filtre Elemanlarında Yük Kayıplarının İncelenmesi

Investigation of Head Losses in Disc Filter Elements with Different Filtration Geometry Used in Drip Irrigation Systems

Alınış (Received): 02.01.2019

Kabul Tarihi (Accepted): 26.02.2019

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, damla sulama sistemlerinin filtrasyon ünitelerinde yaygın olarak kullanılan disk filtrelerde yer alan farklı süzme geometrisine sahip disk filtre elemanlarının, filtrede meydana gelen yük kayıplarına etkilerinin incelenmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışmada, farklı firmalar tarafından imal edilen, farklı süzme etkinliğine sahip doğrusal yivli ve dalgalı tipte süzme yapısına sahip disk filtre elemanları kullanılmıştır. Denemelerde farklı özellikteki bu disk elemanları aynı filtre gövdesi içine ayrı ayrı yerleştirilmiş ve farklı su geçiş debilerinde yük kayıpları ölçülmüştür.

Bulgular: Debi-yük kaybı ilişkileri dikkate alındığında, dalgalı tip süzme yapısına sahip disk filtre elemanlarının aynı debi koşullarında doğrusal yivli süzme yapısına sahip disk filtre elemanlarına göre daha düşük yük kaybına neden olduğu saptanmıştır.

Sonuç: Çalışma sonuçları filtre elemanı seçiminin, sulama sisteminin işletme enerjisi üzerinde önemli derecede etkili olduğunu göstermektedir.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to determine the head losses due to different type of disc filter elements used in drip irrigation systems, commonly.

Material and Methods: In this study, different disc filter elements with linear grooved and curly grooved manufactured by different companies and having different filtering efficiency were used. In the experiments, each disc filter element type was placed separately into the same filter body and the head losses were measured at different water flow rates.

Results: Considering the flow - head losses relationships, lower head losses were obtained in the disc filter elements having the curly grooved type filter structure compared to the disc filter elements with linear grooved filter structure in the same flow rate conditions.

Conclusion: The results of the study show that the selection of the filter element is a significantly effective parameter on the operational energy of the irrigation system.

GİRİŞ

Damla sulama sistemin en önemli elemanı olan damlaticıların yapısında mevcut olan su geçiş yolları, suyun enerjisini azaltıp, çıkış basıncını düşürmek amacıyla oldukça küçük kanallar halinde imal edilmektedir. Bu durum boru içerisine yerleştirilen damlaticıların kısmen veya tamamen tıkanma riskini artırmaktadır. Damla sulama sistemindeki damlaticıların kısmen veya tamamen tıkanması sulama yapılan alan üzerindeki eş su dağılımını bozmakta bu da ürün kalitesi ve miktarında kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca bir lateral üzerindeki damlaticıların tümünün tıkanması, damla sulama lateralinin işlevinin sona ermesi anlamına gelmektedir.

Damlaticıların tıkanmalarının sebeplerinin başında organik ve inorganik parçacıklar, mikrobiyal kalıntılar ve kimyasal çökeltiler gelmektedir. Tıkanma sonucu ortaya çıkabilecek sorunlar, filtrasyon ve kimyasal uygulamalar yoluyla azaltılabilmektedir ([Gilbert and Ford, 1986](#); [Ravina et al., 1990](#)). Filtrasyon; su içinde askıda olan katı maddelerin fiziki özelliklerinden yararlanılarak ayrılması olarak tanımlanır ([Andin and Alon, 1986](#)).

Damla sulama sistemlerinin düzgün çalışmasını sağlamak için hidrosiklon filtreler, granül (kum-çakıl) filtreler, elek ve disk filtreler veya bunların kombinasyonları olarak kullanılmaktadır ([Douglas and Bruce, 1985](#); [Keller and Bliesner, 1990](#); [Demir and Uz, 1994](#)).

Basıncılı bir sulama sisteminde yer alan herhangi bir eleman, yapısal özelliğine bağlı olarak bir yük kaybına neden olmakla birlikte, filtrelerde de önemli düzeyde yük kayıpları oluşturmaktadır. Yük kaybı üzerinde; filtrenin yapısı, filtre elemanının özellikleri, filtre içindeki filtreleme alanı, filtreden geçen suyun fiziksel özellikleri ve debinin miktarı önemli oranda etkili olmaktadır ([Gilbert ve Ford, 1986](#)).

[Ravina et al., \(1990\)](#) yaptıkları çalışmada filtre performans kriterlerinin belirlenmesinde; filtre temizken oluşan yük kaybının, filtrede yer alan parçaların yük kayıp oranlarının, temizleme ihtiyacı gösterme zamanı ve filtrelerin temizliği için harcanan zamanın önemli bir yer tuttuğunu bildirmişlerdir. [Zeier and Hills \(1987\)](#), herhangi bir filtrenin temiz durumdaki maksimum yük kaybının 13.7 kPa olması gerektiğini bildirmiş olup, sulama suyu ile çalışmada yük kaybının 44.1 kPa değerine ulaşması durumunda filtrenin teknik olarak tıkanmış kabul edilebileceğini belirtmişlerdir.

[Uz et al., \(1994\)](#), temiz su ve iki değişik kum-toprak konsantrasyonundaki suyla, 2" giriş-çıkış çaplı elek, disk ve hidrosiklon filtrelerde debi-yük kaybı değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar, her bir deneme koşulunda en düşük yük kaybının elek filtrede oluştuğunu saptamışlardır. Araştırmada; 2.4-12 m³h⁻¹ debi aralığındaki yük kayıpları, elek filtrede 0.9-4.0 kPa, disk filtrelerde 0.9-13 kPa ve hidrosiklon filtrede ise 1.66-22 kPa arasında bulunmuştur.

[Demir et al., \(2009\)](#) damla sulama sistemlerinde kullanılan filtre gövdelerinin ve disk şeklindeki filtre elemanlarının yapısal özelliklerinin yük kayıpları üzerinde önemli oranda etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmada daha düşük yük kaybı açısından teğetsel girişli filtreler ile dalgalı tip disk filtre elemanlarının kullanılması önerilmiştir.

[Bulancağ et al., \(2006\)](#) tarafından damla sulama

sistemlerinde kullanılan çeşitli filtre ve filtrasyon sistemleri üzerine gerçekleştirilen çalışmada, dört farklı tip disk filtrede temiz su kullanıldığında 15-20 m³h⁻¹ debi aralığındaki yük kayıplarının 18-26 kPa aralığında olduğu bulunmuştur. Araştırmada, disk filtrelerin etkinlikleri %54-60, elek filtrelerin ise %61-64 aralığında bulunmuştur. Hidrosiklon ve kum seperatöründe ise sırasıyla %37 ve %36 etkinlik değerleri saptanmıştır. En yüksek etkinlik değeri %81 ile granül filtrede bulunmuştur.

Özellikle filtrelerin etkinlikleri üzerinde yoğunlaşan [Puig-Bargues et al., \(2005\)](#) çalışmalarında disk, elek ve kum-çakıl filtrelerindeki yük kaybını hesaplamak için matematiksel eşitlikler geliştirmişlerdir. Yurdem et al., (2008) ise, disk filtrelerindeki yük kayıplarını tahmin etmek amacıyla Buckingham'ın pi-teoremini kullanarak boyutsal analiz yöntemi ile bir matematiksel model geliştirmişlerdir.

[Jung et al., \(2017\)](#), çalışmalarında, farklı tip doğrusal yivlere sahip disk filtre elemanlarının yük kaybına etkisini araştırmışlardır. Denemelerde, eliptik ve üçgen kesitli doğrusal yivlere sahip iki disk filtre elemanı kullanılmıştır. Deney sonuçları, yarı eliptik kesitli doğrusal yivlere sahip olan disk filtre elemanının, üçgen kesitli doğrusal yivlere sahip disk filtre elemanından daha az yük kaybına sahip olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmaların yanında disk ve elek filtrelerde etkinliklerin belirlenmesi üzerinde, geri yıkama durumundaki çalışma koşulları üzerinde de sınırlı sayıdaki araştırmacı tarafından çalışmalar yürütülmüştür ([Adin and Alon, 1986](#); [Duran-Ros et al., 2009](#); [Arbat et al., 2014](#); [Ghaffari and Soltani, 2016](#); [Khan et al., 2017](#); [Liu et al., 2017](#)).

[Duran-Ros et al., \(2014\)](#), mikro sulama sistemlerinde kullanılan elek, disk ve elek-disk filtre kombinasyonunun performansı ve otomatik geri yıkama verimliliğini 300 ve 500 kPa giriş basınçlarında incelemişlerdir. Disk filtreler, verimli otomatik geri yıkamalar için bu giriş basınçlarında sırasıyla % 1.47 ve % 0.76 daha fazla su tüketmiştir. Elek filtresi, geri yıkama için 300 kPa'da % 0.30 ile % 0.39 arasında ve 500 kPa'da % 0.24 ile % 0.40 arasında su tüketmiştir.

Disk filtrelerin tasarımı 2. Dünya Savaşı yıllarına dayanmaktadır. Bir İngiliz firması 1936 yılında ağır bombardıman uçağında kullanılmak ve hidrolik akışkanı süzmek amacıyla küçük, hafif ve dayanıklı bir filtre tasarlamakla görevlendirilmiştir. Firma tarafından üst üste dizilmiş disklerden oluşan, ortası boş, silindirik şeklinde yeni bir filtre tasarlanmıştır. Disklerin yüzeylerinde işlenmiş çok ince kanallar vardır. Disk malzemesi olarak paslanmaz çelik ve pirinç kullanılmıştır. Daha sonra 1960'lı yıllarda bir sulama firması bu filtre tasarımını zirai sulamada kullanılmak üzere geliştirmiştir. Paslanmaz çelik ve pirinç malzeme yerine enjeksiyon kalıplaması ile üretilen plastik disklerle geçilerek maliyet azaltılmış ve otomatik ters yıkama sistemi geliştirilerek sahada kullanımı kolaylaştırılmıştır ([Allhands and Prochaska, 2002](#)). Günümüzde filtrasyon sistemlerinde yaygın olarak kullanılan disk filtre elemanları süzme alanının artırılması amacıyla farklı çaplarda ve farklı şekillerde su geçiş kanallarına sahip olarak imal edilmektedir.

Bu çalışmada, damla sulama sistemlerindeki filtrasyon

ünitelerinde yaygın olarak kullanılan disk filtrelerde yer alan, çeşitli tipte imal edilmiş disk filtre elemanlarının, filtrenin yük kaybına etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

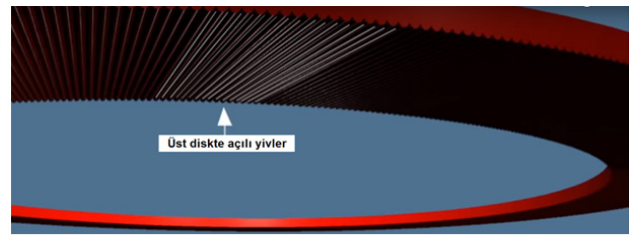
Çalışmada farklı firmalar tarafından plastik malzemeden imal edilen beş farklı model disk filtre elemanı kullanılmıştır. Kullanılan disk filtre elemanlarının üçü doğrusal yivli tip süzme yapısına sahip olup Y1, Y2 ve Y3 olarak isimlendirilmiş, ikisi ise dalgalı tip süzme yapısına sahip olup D1 ve D2 olarak isimlendirilmiştir.

Denemelerde kullanılan doğrusal yivli disklerin her iki yüzeyi de aynı olup yivler disk eksenine paralel olarak açılacak şekilde imal edilmiştir (Şekil 1a, 1b). İki disk üst üste gelecek şekilde paralel olarak yerleştirildiği zaman yivler çapraz olarak konumlanmaktadır (Şekil 1c). Bu şekilde üretilmiş diskler üst üste dizildiğinde, iki disk arasında birbiri ile kesişen su yolları oluşmaktadır. İki disk arasında kalan bu su yolu kesiti kanal boyunca değişim göstermektedir (Şekil 1d). Çapraz kanallardan gelen su akımları belirli noktalarda kesişmekte ve bu durum su akışında türbülansa neden olmaktadır. Filtrenin etkin süzme çapından küçük mükemmel küresel şekilli parçacıklar filtreye takılmadan kanallardan geçebilmektedir. Ancak, gerçekte su içindeki asılı parçacıklar mükemmel küresel şekilli olmayıp, şekilleri bozuktur. Böyle bir parçacığın, uzun eksenli laminar akışta olduğu gibi akış yönüne paralel olsa da, parçacık 2 boyutlu bir filtreden geçebilecektir. Ancak, birbiri ile kesişen çapraz kanallar türbülansa neden olduğundan bu gibi parçacıklar su kanalları içinde yuvarlanarak, dönerek hareket ederler ve filtre içinde bir sonraki kesişim noktasında filtreye yakalanırlar (Şekil 1e, 1f). Bu şekilde filtrenin tutma kapasitesi önemli ölçüde artırılmış olur.

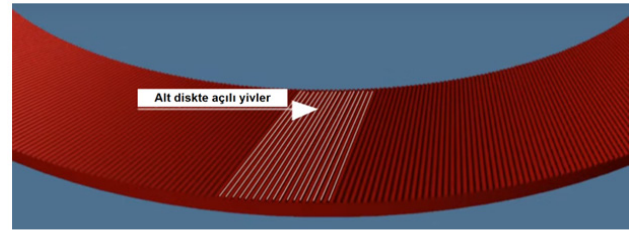
Dalgalı tipteki disklerin alt yüzeyinde diskin çevresi boyunca açılmış çok ince dairesel çıkıntılar bulunmaktadır (Şekil 2a). Üst yüzeyinde ise disk çevresi boyunca dalgalı bir form oluşturan ince bir çıkıntı yer almaktadır (Şekil 2b). Diskler üst üste yerleştirildiklerinde, disklerin kenarlarında ön

temizlemeyi yapan ve büyük katı cisimleri yakalayan açıklıklar oluşmaktadır (Şekil 2c). Bu açıklıklardan disklerin arasına giren su, yüzeylerin biri birilerine temas ettikleri yerde suyun filtrenmesi amacıyla oluşan küçük kanalcıkların arasından geçmektedir (Şekil 2d). Bu kanalcıklar filtrenin süzme etkinliğini belirlemekte ve süzme alanının artırılmasını da sağlamaktadır. Bu kanalcıkların oluşmasında etkili olan faktör dairesel çıkıntı yüksekliğidir.

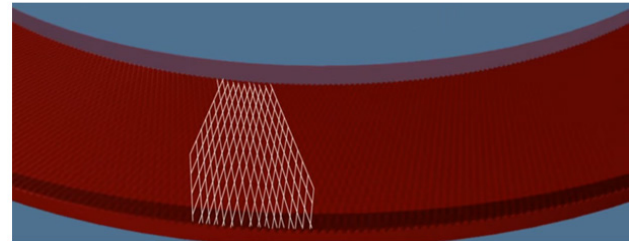
Çalışmada ele alınan disk filtre elemanlarının teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Ölçülerin alınmasında çözünürlüğü 5 Megapixel (2592×1944) olan AD7013MZR(R4) model Dino – Lite Digital Microscope ve DinoCapture 2.0 yazılımı kullanılmıştır.



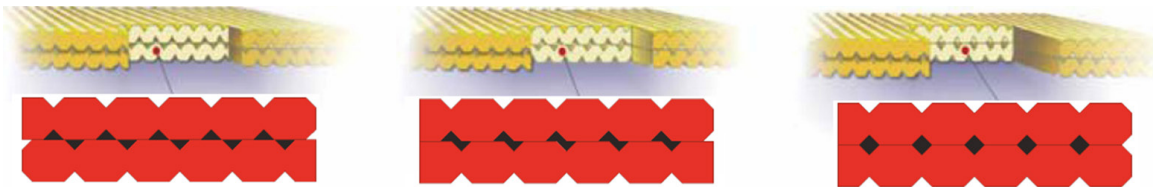
(a) Disk alt yüzeyi



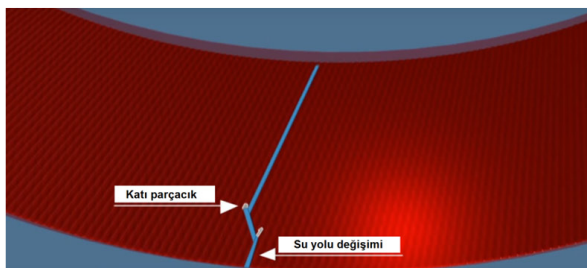
(b) Disk üst yüzeyi



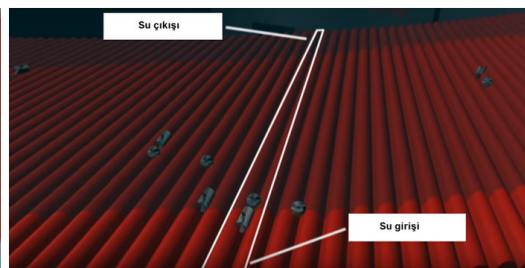
(c) Çapraz yivler



(d) Su yolu kesiti değişim

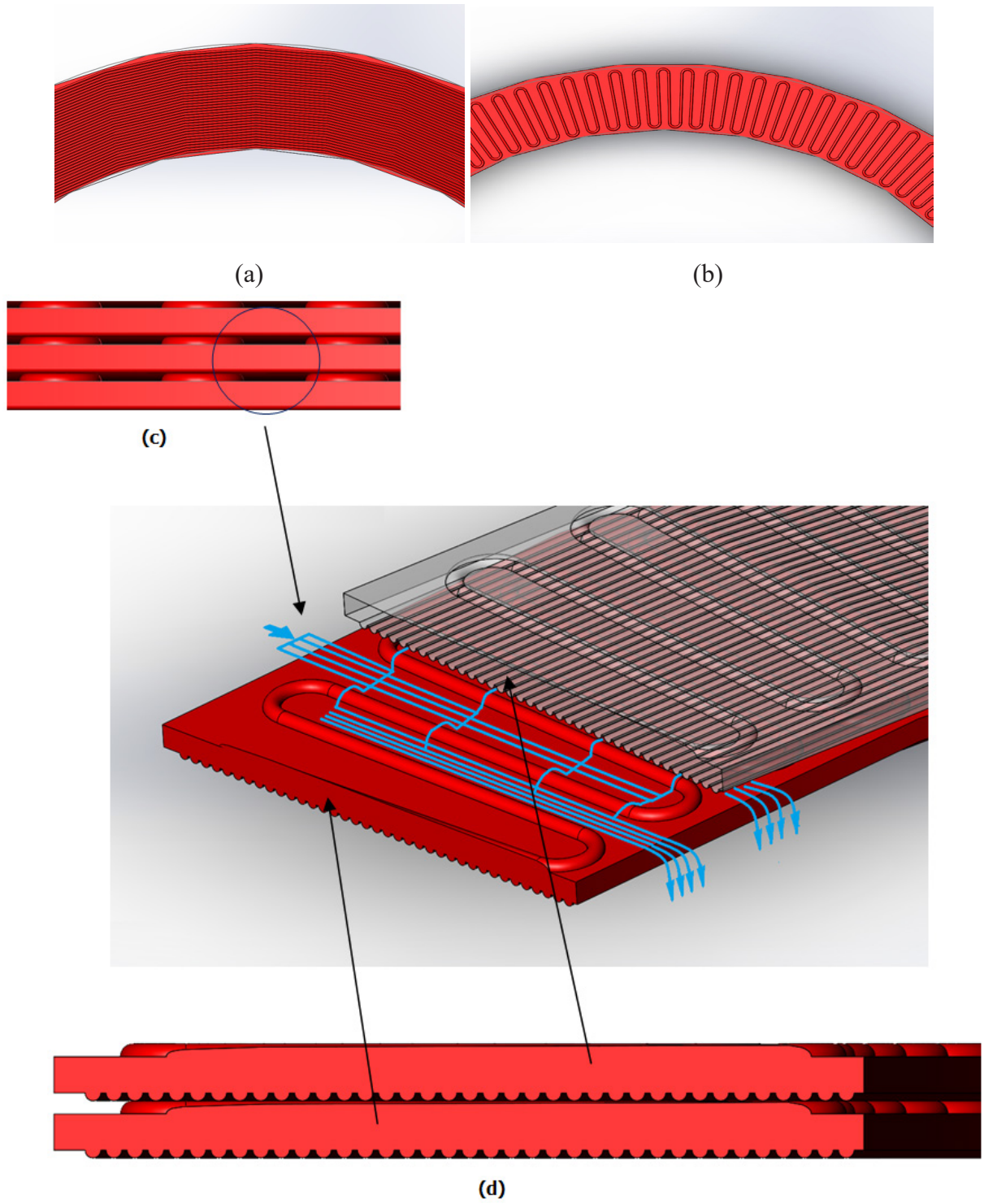


(e)



(f)

Şekil 1. Doğrusal yivli tip disk filtre elemanlarının görünüşleri
Figure 1. General view of the linear groove type disc filter elements



Şekil 2. Dalgalı tip disk filtre elemanlarının genel görünüşü
Figure 2. General view of the curly groove type disc filter elements

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan disk filtre elemanlarının teknik özellikleri
Table 1. General properties and specifications of disc filter elements used in study

Filtre elemanı tipi	Modeli	Alt görünüş	Üst görünüş	Filtre elemanı geometrisi				Disk kalınlığı		Yiv geometrisi				Filtre elemanı özellikleri							
				Filtre elemanındaki disk sayısı	Filtre elemanının uzunluğu	Disk dış çapı	Disk iç çapı	Yiv sayısı	Yiv eksenini ile disk eksenini arasındaki açı	Yiv uzunluğu	Max yiv genişliği	Yiv yüksekliği	Yiv Yan yüzey açısı	Dairesel çıkıntı sayısı	Dairesel çıkıntı yüksekliği	Dairesel çıkıntular arası mesafe	Dalga sayısı	Su giriş kanalı genişliği	Dalga uzunluğu	Dalga çıkıntı yüksekliği	
				Adet	L_f (mm)	d_o (mm)	d_i (mm)	h_d (mm)	Adet	α_L (°)	L_y (mm)	w_T (mm)	h_y (mm)	α_y (°)	Adet	h_{pd} (mm)	w_d (mm)	Adet	w_o (mm)	L_o (mm)	h_p (mm)
Doğrusal yivli	Y1			221	314	159	129	1.42	651	23.5	16.40	0.28	0.60	42.9	-	-	-	-	-	-	-
	Y2			204	314	161	130	1.54	432	33.2	17.69	0.9	0.52	56.8	-	-	-	-	-	-	-
	Y3			203	314	165	128	1.55	600	22.8	13.77	0.91	0.26	50.1	-	-	-	-	-	-	-
Dalgalı	D1			170	314	164	128	1.85	-	-	-	-	-	-	12	0.12	1.03	144	1.30	12.17	0.60
	D2			159	314	162	130	1.97	-	-	-	-	-	-	35	0.19	0.43	110	1.80	10.89	0.90

Yöntem

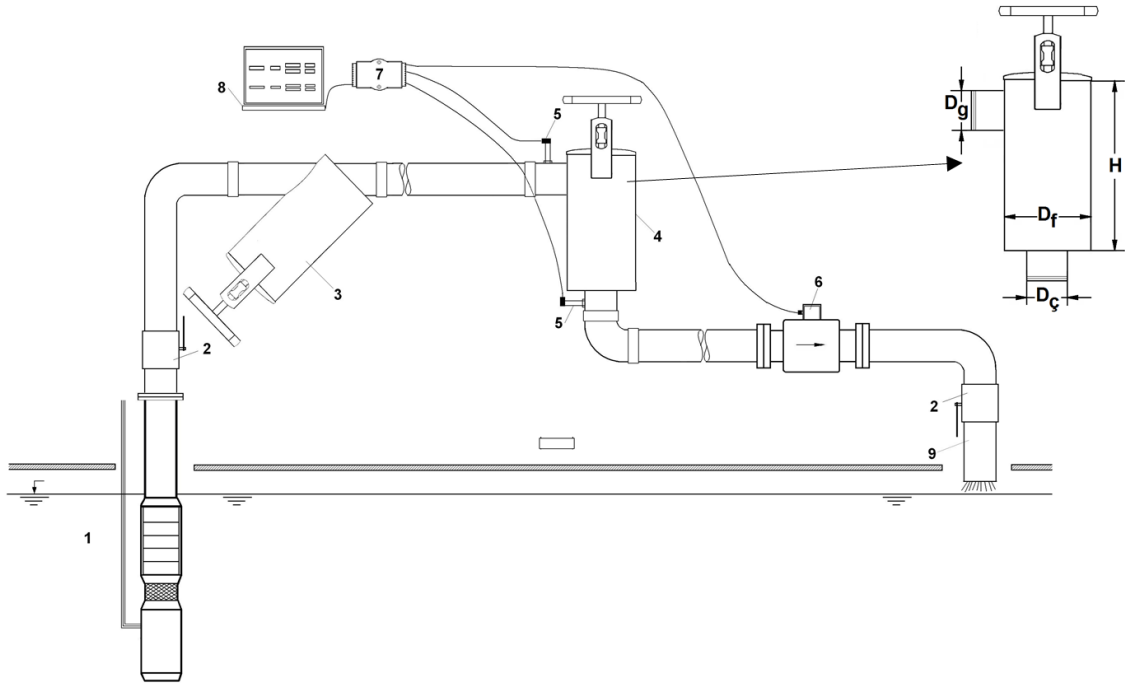
Farklı disk filtre elemanlarının farklı debi değerlerinde meydana getirdiği basınç (yük) kaybı değerlerinin belirlenmesi amacıyla bir deneme düzeni oluşturulmuştur (Şekil 3).

Denemeler esnasında filtre ana gövdesinin etkisini ortadan kaldırmak amacıyla tüm filtre elemanları aynı tip filtre gövdesi ($D_g = D_ç = 3''$; $D_f = 6''$; $H = 350$ mm) içine yerleştirilmiştir (Şekil 3). Üst üste yerleştirilen disklerin merkezlerinin aynı eksende olmasını sağlamak amacıyla teleskopik yapıdaki plastik bir çatıdan yararlanılmıştır. Filtre elemanı ile ana gövde arasına sızdırmayı önlemek amacıyla filtre elemanının alt ve üst kısmına bir sızdırmazlık contası yerleştirilmiştir.

Denemelerde temiz su kullanılmakla birlikte suya karışabilecek olası herhangi bir katı maddenin etkisini ortadan

kaldırmak amacıyla deneme filtresi önüne ikincil bir filtre daha yerleştirilmiştir. Deneme düzenine su dalgıç pompa yardımıyla sağlanmış ve debi değerleri vanalar yardımıyla ayarlanmıştır. Debi ölçümlerinde hassasiyeti %0.5 olan manyetik debimetre (EMD-C100F-BASS-ELA, spol. sro., CZ) ve basınç ölçümlerinde ise filtrenin su girişi ve çıkışına yerleştirilen hassasiyeti %0.2 olan basınç sensörleri (PD21-Keller, Switzerland) kullanılmıştır.

Yapılan ölçümler GeniDAQ 4.25 yazılımı ve Adam 4017+ ve Adam 4520 veri toplama kartları (Advantech Automation Corp., USA) yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Denemeler esnasında su sıcaklığı ölçülmüş ve sıcaklık 18 ve 22°C civarında bulunmuştur. Her bir ölçümde elde edilen çok sayıda verinin ortalaması alınarak debi - yük kaybı ilişkisi ortaya konulmuştur.



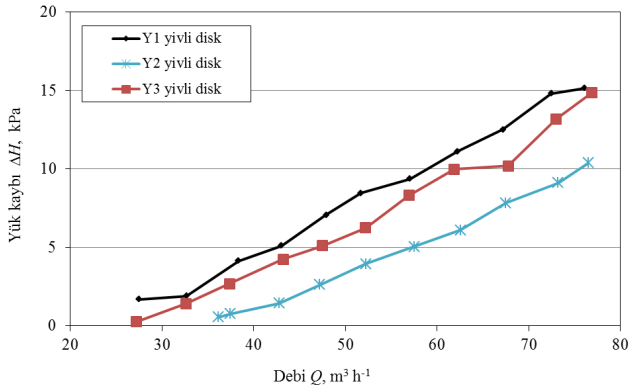
Şekil 3. Deneme düzenini şematik görünümü: (1) dalgıç pompa ve su giriş borusu; (2) kontrol vanaları; (3) ön temizleme için disk filtre; (4) disk filtre elemanları için test filtresi; (5) basınç sensörleri; (6) manyetik-debimetre; (7) veri algılama-kayıt sistemi; (8) bilgisayar; (9) su çıkış borusu

Figure 3. Schematic representation of the test apparatus: (1) submersible pump and water inlet pipe; (2) control valves; (3) disc filter for pre-filtering; (4) test filter for disc filter elements; (5) pressure sensors; (6) magnetic-inductive flow meter; (7) data acquisition system; (8) computer; (9) water outlet pipe

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmada ele alınan üç farklı model (Y1, Y2 ve Y3) doğrusal yivli tip disk filtre elemanı için farklı debi değerlerinde ($27.5-76.9 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) gerçekleştirilen ölçümlere ilişkin sonuçlar Şekil 4'te verilmiştir. Şekil incelendiğinde Y1 model filtre elemanının tüm debilerde en yüksek yük kaybına (1.7-15.2 kPa) neden olduğu görülmektedir. Filtre elemanlarının teknik ölçüleri incelendiğinde Y1 model filtre elemanının disk çapı diğerleri ile yaklaşık aynı değerde olmasına karşılık disk üzerindeki yiv sayısı (651 adet) daha

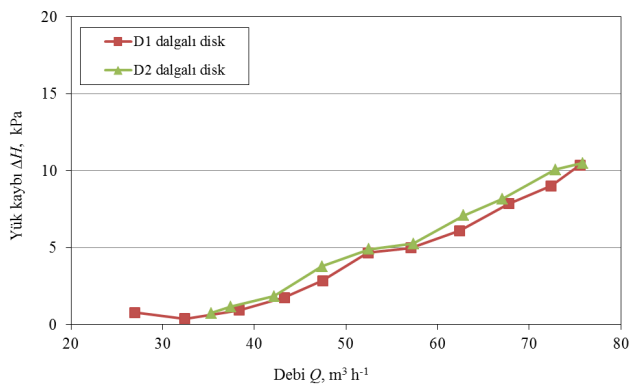
fazla ve yivlerin maksimum genişliği ($w_y=0.28$ mm) daha azdır. Bu nedenle Y1 model filtre elemanında bulunan her bir yiv kesiti diğer doğrusal yivli filtre elemanlarına göre daha küçük olacağından, yük kaybının yüksek olması bu durum ile açıklanabilir. Çalışılan debi aralıklarında ikinci yüksek yük kaybı değeri ise Y3 model filtre elemanında elde edilmiştir (0.3-14.9 kPa). Bu filtre elemanının diskleri incelendiğinde ise disk çapının diğerlerinden daha büyük olmasına rağmen, disk üzerindeki yiv sayısının (600) daha az olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Doğrusal yivli tip disk filtre elemanlarının debi-yük kaybı ilişkisi
Figure 4. Head losses versus flow rates for linear groove type of disc filter elements

Çalışmada ele alınan iki farklı model (D1 ve D2) dalgalı tip disk filtre elemanı için farklı debi değerlerinde ($26.9-75.8 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) gerçekleştirilen ölçümlere ilişkin sonuçlar Şekil 5'te verilmiştir. Şekil incelendiğinde D1 ve D2 model filtre elemanının farklı debilerdeki yük kaybı değerlerinin birbirlerine oldukça yakın ve $0.4-10.5 \text{ kPa}$ aralığında olduğu görülmektedir. Dalgalı tip disklerin yüzeylerinin birinde yer alan ve süzme etkinliğini ortaya çıkaran dairesel çıkıntı yüksekliğinin (h_{pd}) D1 modelinde daha küçük (0.12 mm) olması nedeniyle süzme etkinliğinin daha yüksek olduğu ve bu nedenle yük kaybında az da olsa fazlalık bulunduğu söylenebilir.

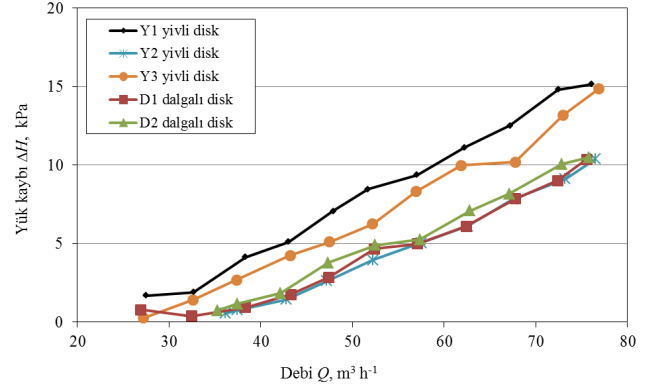
Çalışmada ele alınan tüm filtrelerde temiz su ile çalışmada en yüksek debi değerlerinde filtre elemanına bağlı olarak 10.5 ve 15 kPa yük kaybı değerleri ölçülmüştür. Bu değerler, Zeier and Hills (1987) tarafından belirtilen, herhangi bir filtrenin temiz durumdaki maksimum yük kaybının 13.7 kPa değerine oldukça yakın bulunmuştur.



Şekil 5. Dalgalı tip disk filtre elemanlarının debi-yük kaybı ilişkisi
Figure 5. Head losses versus flow rates for curly groove type of disc filter elements

Dalgalı tip süzme yapısına sahip iki farklı model ile doğrusal yivli tip süzme yapısına sahip üç farklı model filtre elemanının yük kaybı açısından karşılaştırıldığı Şekil 6 incelendiğinde, doğrusal yivli tip disk filtre elemanlarının daha yüksek yük kaybına neden olduğu görülmektedir. Dalgalı tip süzme yapısına sahip filtre elemanlarında süzme yüzeyi dalgalar

sayesinde arttırıldığı için yük kaybı da bir ölçüde azalmıştır (Şekil 2). Y2 model doğrusal yivli süzme yapısına sahip filtre elemanın da dalgalı tip süzme yapısına sahip filtre elemanları ile benzer yük kaybı göstermesi ise Y2 model filtre elemanının yiv kesitinin büyük, dolayısıyla süzme etkinliği açısından daha düşük bir yapıya sahip olması şeklinde açıklanabilir.



Şekil 6. Çalışmada ele alınan tüm disk filtre elemanlarının debi-yük kaybı ilişkisi
Figure 6. Head losses versus flow rates for all type of disc filter elements

Doğrusal yivli tip disk filtre elemanlarında hassas süzme yapan aktif alan disk çevresi iken dalgalı tip disk filtre elemanlarında hassas süzme yapan aktif alan bir dalga için toplam su giriş kanalı uzunluğu boyunca olması nedeniyle tüm filtrenin aktif alanı daha genişler (Şekil 2d). Bu durum aynı çapa sahip Y2 ve D2 diskleri örnek alınarak incelenmiştir. Bu amaçla her iki disk filtre elemanın aktif yüzey uzunlukları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Y2 diskinin aktif yüzey uzunluğu (disk çevresi) $= \pi \times d_o = 3.14 \times 161 = 505 \text{ mm}$

D2 diskinin aktif yüzey uzunluğu = Bir dalga için toplam su giriş kanalı uzunluğu $(2 \times L_o) \times \text{dalga adedi} = 2 \times 10.89 \times 110 = 2395.8 \text{ mm}$

Aktif yüzey uzunlukları karşılaştırıldığında D2 model dalgalı tip filtre elemanının aktif yüzey uzunluğu, Y2 model doğrusal yivli disk filtre elemanının aktif yüzey uzunluğuna göre yaklaşık 4.7 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum hassas süzme alanını arttırmakta ve yük kaybının bir ölçüde düşmesine neden olmaktadır. Ancak disk çevresinde yer alan ve dalga çıkıntı yüksekliği (h_p) ile su giriş kanalı genişliği (w_o) tarafından oluşturulan su giriş kesiti (Şekil 2c) ve hassas süzme etkinliğini belirleyen dairesel çıkıntıların aralığı (w_p) ve yüksekliği (h_{dp}) tarafından belirlenen kesitler (Şekil 2d) yük kaybını belirleyen önemli unsurlardır.

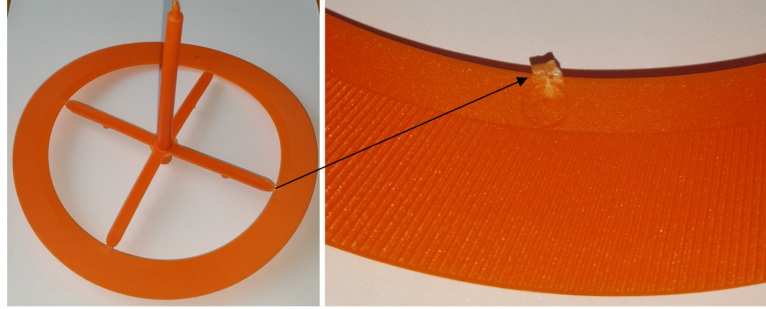
Dalgalı tip disk yüzeyine sahip filtre elemanlarının kullanılması durumunda aynı disk çapında yük kayıplarında doğrusal yivli tipe göre azalmalar olmaktadır. Enerji tasarrufu sağlanması açısından disk filtre imalatçıları ile uygulayıcıların filtre seçiminde bu konuları dikkate alması, ülkemiz kaynaklarının etkin kullanımında büyük önem taşımaktadır.

Enjeksiyon sisteminde disklerin imalatında kullanılan kalıpların içine plastik malzemenin girdiği yer genellikle diskin iç kısmında ve yan yüzeyindedir. Disk imal edilip parça çıkarıldıktan sonra fazlalıklar temizlenir ve genellikle sadece

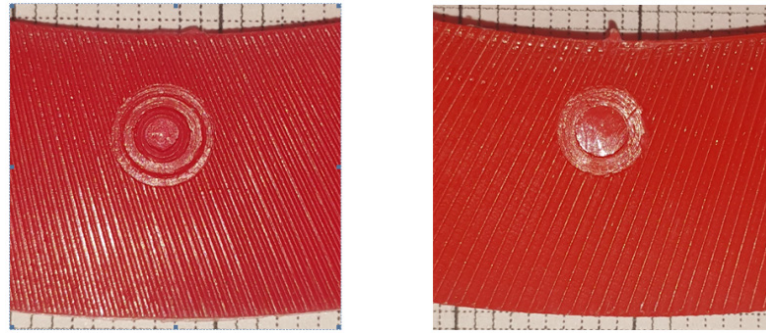
bu noktada küçük bir iz kalır (Şekil 7). Bazı doğrusal yivli disk filtre elemanlarının imalatında kullanılan kalıplarda ise yivlerin bulunduğu yerde kalıp izleri ortaya çıkmaktadır. Bu izler disk yüzeyinde engellerin oluşmasına dolayısıyla filtrasyonun olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir (Şekil 8).

Dalgalı tip disk filtre elemanlarında imalattan kaynaklanan bir hata ise dairesel çukurlukların, dalgalı çukurluklarla tam olarak örtüşmemesi sorunudur. Şekil 9a da görüldüğü gibi

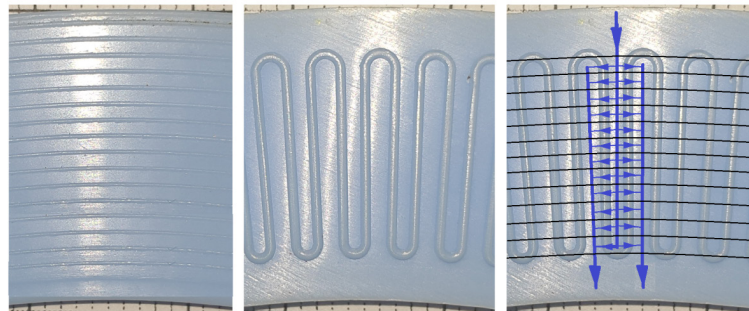
dairesel çukurlukların yüzeyin tamamında olması durumunda diskler üst üste yerleştirildiklerinde, dalgalı çukurluklar aktif yüzeyinin tamamı kullanılabilir ve etkin bir filtreleme gerçekleştirilebilmektedir. Şekil 9b de görüldüğü gibi dairesel çukurlukların yüzeyin tamamında olmaması durumunda ise diskler üst üste yerleştirildiklerinde, dalgalı çukurlukların sadece bir bölümünün üzerine dairesel disk çukurlukları yerleşmektedir ki bu durumda suyun bir kısmı hassas filtreleme yapılmadan filtreden geçmektedir.



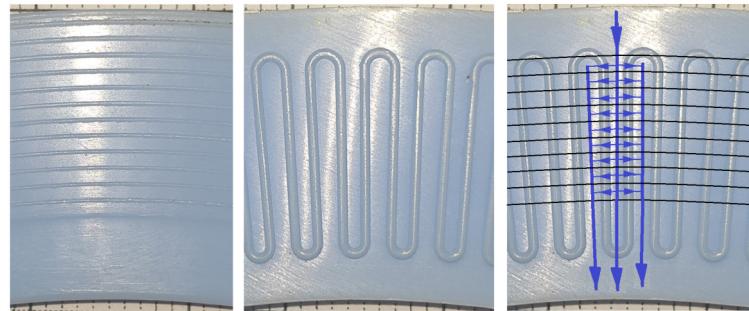
Şekil 7. Disk imalatı sırasında ortaya çıkan kalıntılar
Şekil 7. The manufacturing residue on the discs



Şekil 8. Doğrusal yivli tip disklerin imalatında yüzeyde meydana gelen hatalar
Figure 8. The manufacturing errors on surface of linear groove type disc filter elements



(a) Tamamı dairesel çukurluğa sahip disk yüzeyi



(b) Eksik dairesel çukurluğa sahip disk yüzeyi

Şekil 9. Dalgalı tip disk filtre elemanlarının imalatında meydana gelen hata
Figure 9. The manufacturing error on the curly groove type disc filter elements

SONUÇ ve ÖNERİLER

Doğrusal yivli disklerin her iki yüzünün de aynı olması nedeniyle ters yerleştirilme riski bulunmamaktadır. Dalgali disklerin her iki yüzünün farklı yapıda olması nedeniyle disklerin ters koyulma riski bulunmaktadır. Yapılabilecek bir yanlışlık filtrelemede sorun çıkarabileceğinden dikkat edilmesi gerekir.

Dalgali tip disk yüzeyine sahip filtre elemanlarının kullanılması durumunda aynı disk çapında yük kayıplarında yivli tipe göre azalmalar olmaktadır. Bu durum, filtre elemanı seçimi, su ve enerji gibi önemli ülke kaynaklarının etkin kullanımı açısından ve ülke ekonomisine getireceği fayda açısından dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Adin A, Alon G. 1986. Mechanisms and process parameters of filters screens. *J Irrig Drain Eng ASCE*, 112(4): 293-304.
- Allhands M, Prochaska J. 2002. Disc filtration: Something old, something new. K-State Research and Extension, <https://www.ksre.k-state.edu/sdi/abstracts/discfiltration.pdf> , Erişim: Kasım 2018.
- Arbat G, Puig-Bargues J, Duran-Ros M, Ramirez de Cartagena F, Pujol T, Montor L, Barragan J, 2014. An experimental and analytical study to calculate pressure drop in sand filters taking into account the effect of the auxiliary elements. Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 06-10.07.2014 Ref: C0405, 1-8.
- Bulancak S, Demir V, Yürdem H, Uz E. 2006. Damla sulama sistemlerinde kullanılan çeşitli filtre ve filtre kombinasyonlarının açık kanal sularında kullanılmasındaki etkinliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniv Ziraat Fak Derg*, 43(1): 85-96.
- Demir V, Uz E. 1994. Damla sulama sistemlerinde kullanılan filtreler. *Ege Üniv Ziraat Fak Derg*, 31(2-3): 177-184.
- Demir V, Yürdem H, Yazgı A, Degirmencioglu A. 2009. Determination of the head losses in metal body disc filters used in drip irrigation systems *Turk J Agric For* 33(3): 219-229.
- Douglas A, Bruce P E. 1985. Filtration analysis and application. Proceedings of the Third International Drip/Trickle Irrigation in Action, ASAE, pp 58-68, St.Joseph, Michigan.
- Duran-Ros M, Puig-Bargues J, Barragan J. 2014. Effect of filtration level and pressure on disc and screen filter performance in micro irrigation systems using effluents. Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 06-10.07.2014 Ref: C0406, 1-7.
- Duran-Ros M, Puig-Bargues J, Arbat G, Barragan J, Ramirez de Cartagena F. 2009. Performance and backwashing efficiency of disc and screen filters in microirrigation systems. *Biosyst Eng* 103(1): 35-42.
- Ghaffari M, Soltani J. 2016. Evaluation and comparison of performance in the disc filter with sand filters of filtration equipment in micro irrigation systems. *Modern Applied Science* 10(8): 264-271.
- Gilbert R G, Ford H W. 1986. Operational principles-emitter clogging (Chapter 3). In: Trickle Irrigation for Crop Production (Nakayama, G S and Bucks, D A eds). Elsevier Science Publishers, Netherland.
- Jung SY, Choi W, Choi J Y. 2017. Analysis of head loss in disk filters due to geometry of disk filter media in drip irrigation system. ASABE Annual International Meeting 1701568.
- Keller J, Bliessner R D. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. 651 pp. An Avi Book, Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA.
- Khan T A, Rehman A U, Jamal M N. 2017. To investigate the performance of disc filter in retaining clay and sand particles. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS)*, 3(4): 87-92.
- Liu G, Jiang H, Liao D, Deng Y. 2017. Comparative experiments on the technological performance of disc filters. IOP Conf. Series: *Materials Science and Engineering* 207: 1-7.
- Puig-Bargues J P, Barragan J, Ramirez de Cartagena F. 2005. Development of equations for calculating the head loss in effluent filtration in microirrigation systems using dimensional analysis. *Biosyst Eng* 92(3): 383-390.
- Ravina I, Paz E, Soler E, Sagi G, Yechialy Z, Lavi Z, Marcu A. 1990. Filtration Requirements for Emitter Clogging Control. Proceedings of the 5th International Conference on Irrigation, Agritech, Tel-Aviv, Israel, 223-229.
- Uz E, Demir V, Eren M. 1994. Damla sulama sistemlerinde kullanılan filtreler üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 15.Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, 572-581, Antalya.
- Yürdem H, Demir V, Degirmencioglu A. 2008. Development of a mathematical model to predict head losses from disc filters in drip irrigation systems using dimensional analysis. *Biosyst Eng* 100(1): 14-23.
- Zeier KR, Hills D Y. 1987. Trickle irrigation screen filter performance as affected by sand size and concentration. *T ASAE* 30(3): 735-739.