

BORUYA İÇTEN GEÇİK (IN-LİNE) VE DIŞTAN GEÇİK (ON-LİNE) DAMLATICILARDA YAPIM FARKLILIĞI KATSAYISININ SULAMA YEKNESAKLIĞINA ETKİSİ*

Gökhan ÇAMOĞLU

Muharrem Yetiş YAVUZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 17020, Çanakkale

Özet

Bu araştırmada, bazı Avrupa Ülkeleri, İsrail ve Türkiye’de üretimi yapılan farklı tip ve özellikteki boruya içten geçik (in-line) ve dıştan geçik (on-line) damlaticıların yapım farklılıklarının sulama yeknesaklığına olan etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda; içten geçik damlaticıların ortalama yapım farklılığı katsayısı (Cv) %2.89, damlama türdeşliği (EU) %96.43, Christiansen yeknesaklık katsayısı (Cu) %97.55 ve istatistiksel yeknesaklık katsayısı (Us) ise %96.97; dıştan geçik damlaticılara ilişkin ortalama yapım farklılığı katsayısı (Cv) %8.47, damlama türdeşliği (EU) %89.73, Christiansen yeknesaklık katsayısı (Cu) %93.24 ve istatistiksel yeknesaklık katsayısı (Us) ise %91.54 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Damlatıcı, Yapım Farklılığı, Damlatıcı Performansı, Sulama Yeknesaklığı

The Effect of Manufacturing Variation Coefficient on Irrigation Uniformity of In-Line and On-Line Drippers

Abstract

In this research, the effectiveness of manufacturing variation at different kind and characteristics of in-line and on-line drippers, produced by some European countries, Israel and Turkey, on irrigation uniformity was comparatively evaluated. According to this study; for in-line emitters the average manufacturing variation coefficient (Cv) was 2.89 %, the average emission uniformity coefficient (EU) was 96.43%, the average Christiansen uniformity coefficient (Cu) was 97.55 %, and the average statistical uniformity coefficient (Us) was 96.97%. For on-line emitters the average manufacturing variation coefficient (Cv) was 8.47 %, the average emission uniformity coefficient (EU) was 89.73%, the average Christiansen uniformity coefficient (Cu) was 93.24 % and the average statistical uniformity coefficient (Us) was 91.54%.

Key Words: Dripper, manufacturing variation, emitter performance, irrigation uniformity

1. Giriş

Üniform bir bitki gelişimini sağlamak için yeterli bir su uygulama yeknesaklığı gerekir (Howell ve ark., 1986). Damla sulama sistemlerinin değerlendirilmesi, sistem tasarımı ve işletiminin ne ölçüde yeterli olduğunun ve sistemde onarılması veya yenileriyle değiştirilmesi gereken sistem unsurlarının neler olduğunun saptanması amacıyla gerek mühendis gerekse sistemi kullananlar yönünden önemlidir (Bralts ve ark, 1987).

Projelene sulama sistemlerinin amacı, tarlaya uygulanan sulama suyunun yeknesak bir şekilde dağılımını sağlamaktır. O nedenle su dağılım yeknesaklığı, hemen hemen tüm sulama sistemlerinde projelene kriteri olarak kullanılmaktadır. Yüze sulama sistemleri için karık veya border

boyunca oluşan toplam infiltrasyonun yeknesaklığı, yağmurlama sulama sistemleri için örnek kaplarda toplanan suyun üniformitesi ve mikro sulama sistemlerde damlatıcı debilerinin yeknesaklığı en genel ölçümlerdir (Wu ve Baragan, 2000).

Yapım farklılıklarından dolayı aynı model damlaticılar aynı basınç ve sıcaklıkta test edildiğinde debilerinde farklılık olabilir. Bu farklılıklar ortalama debi değerleri çevresinde normal dağılım gösterir ve yapım farklılığı katsayısı ile ifade edilir (Özekici ve Sneed, 1995).

Damlaticı akış değişimine ve dolayısıyla sulama yeknesaklığının bozulmasına neden olan etmenlerden yapım farklılıkları dışındaki diğer faktörler uygulayıcılar tarafından alınacak bazı

*: Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür. ÇOMÜ Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

önlemlerle kontrol altına alınabilmektedir. Buna karşın, damlatıcı yapım farklılıkları ise damlatıcının üretimi sırasında oluşan yapım hatalarından kaynaklanmakta olup, daha sonra kontrol edilmesi veya düzeltilmesi olanağı bulunmamaktadır. Yapım farklılıklarının dikkate alınmadan projelene sistemlerde tüm etkenler optimum düzeyde sağlansa bile, sistemin su dağılım türdeşliği düşük değerlerle sonuçlanabilir. Buna bağlı olarak da arazideki bazı bitkilere gereğinden az, bazılarına ise gereğinden çok su uygulanmış olur (Bozkurt, 1996). Bu nedenle, uygulayıcılar ve projeyi yapanlar kullanacakları damlatıcıların yapım farklılıklarını dikkate almalıdırlar.

Bu çalışmada, Türkiye koşullarında yaygın olarak kullanılmakta olan bazı yerli yapım veya dış alım yoluyla ülkemize getirilen boruya içten geçik (in-line) ve dıştan geçik (on-line) damlatıcılarda, üretimden kaynaklanan yapım farklılığı katsayılarının sulama performanslarına olan etkisi araştırılmıştır.

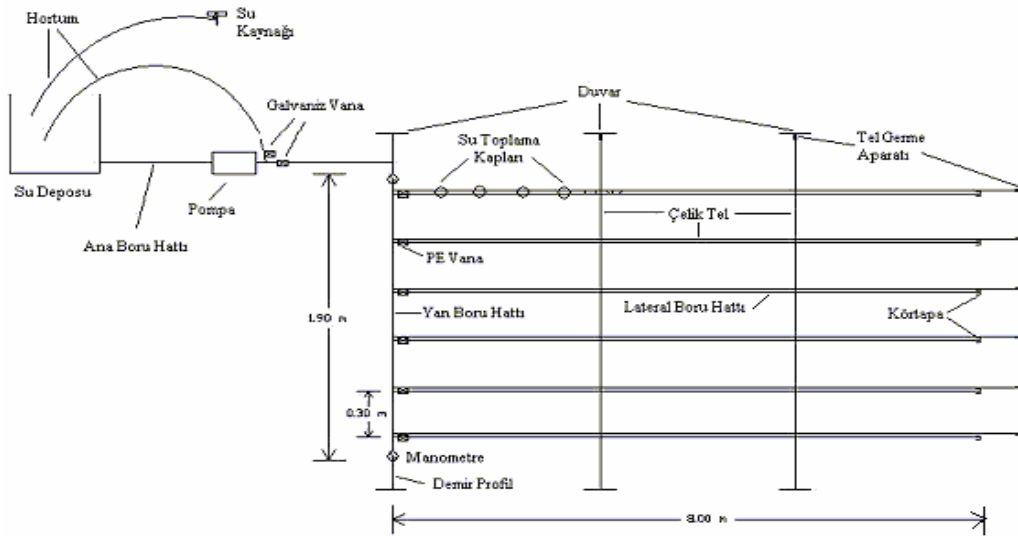
2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Hidrolik Laboratuvarında yürütülmüştür.

Denemede su kaynağı olarak şehir içme suyu kullanılmıştır. Plastik su deposuna alınan su, tel filtreler ile süzülerek ana boru aracılığıyla test düzeneğine verilmiştir. Test düzeneği karşılıklı olarak çelik profiller ile gerilmiş çelik tellerden oluşmuştur. Damlatıcı lateralleri tel askı üzerine eğimsiz olarak yerleştirilmiş ve su, damlatıcılar altına yerleştirilen toplama kapları ile toplanmıştır. Sistemde debi ve basınç denetimi ana boru hattı girişine, geri dönüşüm hattına ve lateral hatları girişine yerleştirilen vanalarla sağlanmıştır. Basınç ölçümleri ise ana boru hattı girişine, çıkışına ve lateral hatların sonuna yerleştirilen basınç ölçerler kullanılarak yapılmıştır (Şekil 1).

Denemede Türkiye’de üretilen ve dış alım yoluyla Türkiye’ye getirilen boruya içten geçik (in-line) ve dıştan geçik (on-line) damlatıcılar ele alınmıştır. Test edilen içten geçik damlatıcılara ilişkin bazı özellikler Çizelge 1’de, dıştan geçik damlatıcılara ilişkin bazı özellikler ise Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 1 ve 2’nin “Damlatıcı Simgesi” sütununda yer alan harfler yapımçı firmaları, rakamlar ise aynı yapımçıya ait farklı tipteki damlatıcıları temsil etmektedir.

Denemeler 0.5–3.0 atm değerleri arasında, 0.5 atm aralıkla 6 farklı basınç değerinde yürütülmüştür. Viskozite değişkenliğinin tespiti için su sıcaklığı test



Şekil 1. Test Düzeneği.

boyunca bir termometre yardımıyla ölçülmüştür. Ölçümler sırasında su sıcaklık değişimi ± 0.5 °C'yi geçmemiştir. Bu nedenle sıcaklık değişimlerinin debi değişimine olan etkisi hesaplara dahil edilmemiştir.

Damlaticı basınç-debi ilişkisinin belirlenmesi amacıyla her bir damlaticı tipi için 50 adet damlaticı seçilmiş ve 3 tekrarlı olarak debileri ölçülmüştür. Ölçümlere düzenekte yer alan laterallerin tamamında aynı anda başlanmış ve bitirilmiştir. Akış ölçümleri damlaticıların altına yerleştirilen su kapları ile yapılmıştır. Damlaticılarda su akışının sabitlenmesi için 2–5 dakika serbest akış beklendikten sonra hassas terazi yardımıyla ölçümler yapılmıştır. Damlaticı debilerinin hesaplanmasında ağırlık tespiti esas alınmıştır (Kapdaşlı ve ark., 1997).

Damlaticılara ilişkin kalite sınıflarının bulunmasında ASAE (1994, 2002) standartları kullanılmıştır (Çizelge 3).

Her bir damlaticı için elde edilen debi değerlerinden yararlanılarak akış rejimi, akış rejimine bağlı katsayı (x), akış katsayısı (k), korelasyon katsayısı (r), damlama türdeşliği (EU) (Keller ve Karmeli, 1975)'den, Christiansen yeknesaklık katsayısı (Cu) (Christiansen, 1942)'den istatistiksel yeknesaklık katsayısı (Us) (Bralts ve Kesner, 1983)'den ve yapım farklılığı katsayısı (Cv) (ASAE, 2002)'den alınan eşitliklerle hesaplanmıştır. Söz konusu eşitlikler Çizelge 4'de verilmiştir. Ayrıca Cv katsayısının basınca karşı değişimi de incelenmiştir.

Çizelge 1. Boruya İçten Geçik (In-Line) Damlaticılara İlişkin Özellikler.

Damlaticı Simgesi	Debisi (L/h) (1.0 atm)	Yerli/Yabancı	Boru Tipi
A	1.5	Yabancı	Yassı
B	1.98	Yerli	Yassı
C	1.30	Yabancı	Yassı
D	4.0	Yerli	Yuvarlak
E	1.32 (0.65atm)	Yabancı	Yassı
F	1.80	Yabancı	Yassı
G	4.0	Yerli	Yuvarlak
H ₁	4.87	Yerli	Yuvarlak
H ₂	3.90	Yerli	Yuvarlak
H ₃	1.38	Yerli	Yassı
H ₄	4.58	Yerli	Yuvarlak
I	2.0	Yerli	Yuvarlak
J	4.0	Yerli	Yuvarlak

Çizelge 2. Boruya Dıştan Geçik (On-Line) Damlaticılara İlişkin Özellikler.

Damlaticı Simgesi	Debisi (L/h)	Yerli/Yabancı	Boru Tipi
a ₁	4.0	Yerli	Yuvarlak
a ₂	4.0	Yerli	Yuvarlak
a ₃	4.0	Yerli	Yuvarlak
a ₄	6.0	Yerli	Yuvarlak

Çizelge 3. Cv, Us, EU Katsayılarının Önerilen Sınırları (ASAE, 1994,2002).

Kabul Edilen Sınıf	Cv (%)	Us (%)	EU (%)
Mükemmel	5	100-95	100-94
İyi	5 – 7	90-85	87-81
Orta (Sınırdaki)	7 – 11	80-75	75-68
Zayıf (Çok kötü)	11 – 15	70-65	62-56
Kabul edilemez	>0.15	< 60	< 50

Çizelge 4. Araştırmada Kullanılan Katsayılar ve Eşitlikleri.

Katsayı	Eşitlik
Akış rejimine bağlı kat. (x) ve akış katsayısı (k)	$q = kH^x$
Damlama türdeşliği (EU)	$EU = 100 \frac{q_n}{q_a}$
Christiansen yeknesaklık katsayısı (Cu)	$Cu = 100 \left(1 - \frac{\Delta q_o}{q_o}\right)$
İstatistiksel yeknesaklık katsayısı (Us)	$U_s = 100 \left(1 - \frac{Sq}{q}\right)$
Yapım farklılığı katsayısı (Cv)	$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$

q =Damlatıcı debisi (L/s), H =İşletme basıncı (m), q_n =Damlatıcılardan en düşük debili 1/4'ünün ortalaması (L/h), q_a =Tüm damlatıcı debilerinin ortalaması (L/h), Δq_o =Her bir damlatıcı yada lateral giriş debisinin ortalamadan olan mutlak sapmaların ortalaması, q_o =Ortalama damlatıcı yada lateral giriş debisi, Sq =Damlatıcı debilerinin standart sapması, \bar{q} =Ortalama damlatıcı debisi (L/h), \bar{X} =Damlatıcıların ortalama debisi (L/h), S =Damlatıcı debilerindeki standart sapma.

3. Bulgular

Deneme sonucu elde edilen akış cinsi, akış rejimine bağlı katsayı (x), akış katsayısı (k), korelasyon katsayısı (r) ve 1.0 atm basınçtaki debi (Q) değerleri boruya içten geçik damlatıcılar için Çizelge 5'de, dıştan geçik damlatıcılar için ise Çizelge 6'de özetlenmiştir.

Her iki damlatıcı grubunda korelasyon katsayıları 1'e çok yakın olduğundan basınç

ile debi arasında kuvvetli bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır (Püskülcü ve İkiz, 1986).

H_4 , a_2 ve a_3 damlatıcıları dışında diğer tüm damlatıcıların x değerleri 0.5'e çok yakın olduğundan akış cinsleri tam türbülanslı olarak kabul edilmiştir. Ancak H_4 ve a_2 damlatıcıları 0.5-1.0 arasında oldukları için kısmi türbülanslı ve a_3 damlatıcısı da 0 ile 0.5 arasında olduğundan kısmi basınç düzenleyicili olarak tanımlanmıştır (Von Bernuth ve Solomon, 1986; Bralts, 1986).

Çizelge 5. Deneme Sonucunda Elde Edilen Boruya İçten Geçik Damlatıcıların Özellikleri.

DS	Akış Cinsi	x	k	r	Q (ml/h)
A	Tam Türbülanslı	0.4986	2.6867	0.9975	1497
B	Tam Türbülanslı	0.5251	2.8131	0.9951	2142
C	Tam Türbülanslı	0.5339	2.6053	0.9845	1293
D	Tam Türbülanslı	0.5079	3.0719	0.9908	3630
E	Tam Türbülanslı	0.4322	2.7657	0.9977	1545
F	Tam Türbülanslı	0.4411	2.8327	0.9957	1800
G	Tam Türbülanslı	0.4985	3.1509	0.9977	4334
H_1	Tam Türbülanslı	0.4341	3.2561	0.9982	4830
H_2	Tam Türbülanslı	0.5045	3.0966	0.9982	3843
H_3	Tam Türbülanslı	0.4058	2.7166	0.9982	1286
H_4	Kısmi Türb.	0.6276	3.0300	0.9985	4368
I	Tam Türbülanslı	0.4915	2.9480	0.9963	2652
J	Tam Türbülanslı	0.5212	2.9939	0.9989	3183

Çizelge 6. Deneme Sonucunda Elde Edilen Boruya Dıştan Geçik Damlatıcıların Özellikleri.

DS	Akış Cinsi	x	k	r	Q (ml/h)
a_1	Tam Türbülanslı	0.5488	3.0820	0.9972	4107
a_2	Kısmi Türbülanslı	0.6049	3.0683	0.9845	4380
a_3	Kısmi Basınç Düzenleyicili	0.3327	3.3072	0.9950	4296
a_4	Tam Türbülanslı	0.4746	3.4488	0.9984	8147

Yapımcılardan alınan ideal işletme basıncındaki debi değerleri (Çizelge 1 ve 2) ile deneme sonucu elde edilen debi değerleri (Çizelge 5 ve 6) karşılaştırıldığında, içten geçik damlatıcılardan I damlatıcısının debisi % 9.25, G damlatıcısının debisi % 8.35 ve J damlatıcısının debisi de % 20.43 oranında farklılık göstermiştir. Diğer içten geçik damlatıcılara ait yapımcı verileri ile deneme sonuçlarında elde edilen veriler birbirine çok yakın değerlerde bulunmuştur.

Dıştan geçik damlatıcıların yapımcı verileri ile deneme sonucu elde edilen veriler karşılaştırıldığında ise a_1 , a_2 ve a_3 damlatıcıları çok küçük sapmalar (% 2.68, % 9.5, % 7.4) göstermiş, ancak a_4 damlatıcısı % 35.78'lik bir farkla yüksek oranda sapma göstermiştir.

Özekici ve Bozkurt (1996) basınç düzenleyicili ve basınç düzenleyicisiz içten geçik damlatıcılarda hidrolik performansın belirlenmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, ele aldıkları 12 adet damlatıcıdan yalnızca 9 adetinin öngörülen işletme basıncında beklenen debilere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Denemeye alınan içten geçik damlatıcıların ideal işletme basıncındaki (1 atm) performans değerleri Çizelge 7'de, dıştan geçik damlatıcıların ise Çizelge 8'de verilmiştir.

Deneme sonuçları Cv, EU ve Us değerlerine göre 13 adet içten geçik damlatıcıdan sadece F ve G damlatıcılarının ASAE standartlarına göre istenilen "mükemmel" kalite sınıfının biraz altında yer aldığını göstermiştir.

Ayrıca Christiansen yeknesaklık katsayılarına (Cu) göre içten geçik damlatıcıların % 38.46'sı Korukçu (1980)'nun belirtmiş olduğu $Cu \geq \% 97.5$ koşulunu sağlayamamıştır. Burada F ve G damlatıcılarının yapım farklılığı katsayıları (Cv) "iyi" kalite sınıfında yer alırken, damlama türdeşliği (EU) ve istatistiksel yeknesaklık katsayıları (Us) "iyi-mükemmel" arasında yer almıştır.

Bozkurt (1996) yaptığı çalışmada, ele aldığı 12 adet içten geçik damlatıcıdan sadece biri dışında diğerlerinin istatistiksel yeknesaklık katsayılarını % 95'in üzerinde bulmuştur. Ayrıca Yılmaz (1988) yaptığı bir çalışmada, denemeye aldığı damlatıcıların % 33'ünün $Cu \geq \% 97.5$ koşulunu sağlamadığını belirtmiştir.

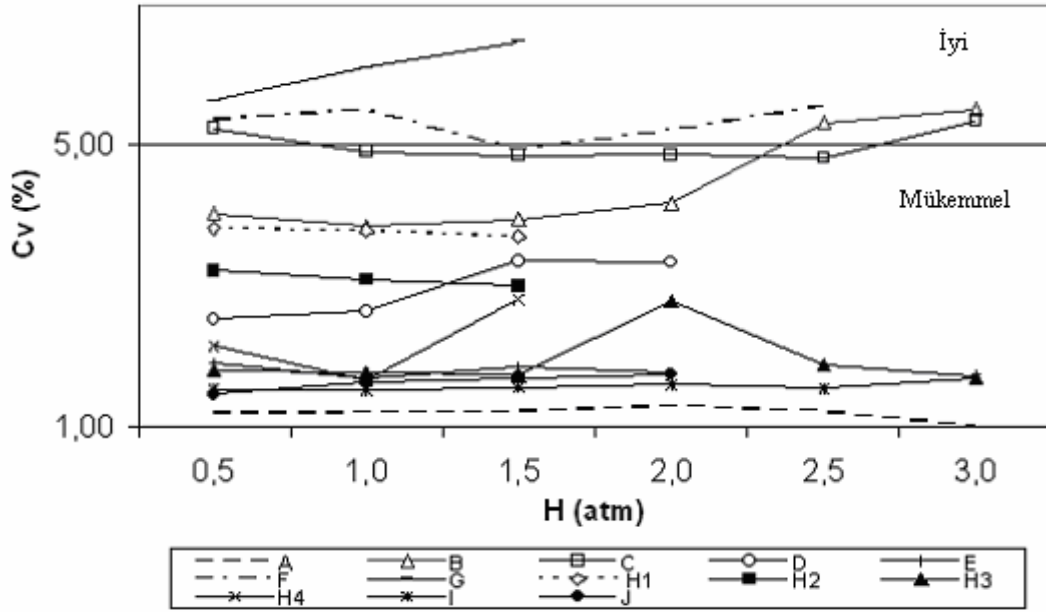
İçten geçik damlatıcıların farklı basınçlardaki yapım farklılığı katsayısı (Cv) değişimini gösteren Şekil 2 incelendiğinde, bazı damlatıcılarda Cv değerinin istikrarlı kaldığı, bazılarının basınca bağlı olarak dalgalandığı görülmektedir. Burada A, D, E, H₁, H₂, H₃, H₄, I ve J damlatıcıları, tüm basınç değerlerinde % 5'lik sınır çizgisinin altında kalarak "mükemmel" sınıfına girmiştir. B damlatıcısının Cv değerleri 2.5 atm'e kadar mükemmel sınıfta yer almış, ancak 2.5 ve 3.0 atm basınçta "iyi" sınıfına düşmüştür. C damlatıcısı 0.5 ve 3.0 atm basınçta % 5'in üzerine çıkarak "iyi" sınıfına, diğer basınç değerlerinde % 5 değerinin çok altında kalarak "mükemmel" sınıfına girmiştir. F damlatıcısı ise sadece 1.5 atm basınçta bu değer çok az altına

Çizelge 7. İçten Geçik Damlatıcıların Performans Değerleri (1 atm).

DS	Cv (%)	Sınıfı	EU(%)	Sınıfı	Cu (%)	Sınıfı	Us (%)	Sınıfı
A	1.20	M	98.37	M	99.02	+	98.80	M
B	3.85	M	95.53	M	96.85	-	96.15	M
C	4.91	M	94.16	M	96.25	-	95.06	M
D	2.64	M	96.58	M	97.90	+	97.36	M
E	1.70	M	98.06	M	98.65	+	98.30	M
F	5.51	İ	93.55	İ-M	95.70	-	94.49	İ-M
G	6.10	İ	93.54	İ-M	94.75	-	93.90	İ-M
H ₁	3.78	M	95.77	M	96.47	-	96.22	M
H ₂	3.09	M	96.27	M	97.53	+	96.91	M
H ₃	1.77	M	97.70	M	98.64	+	98.23	M
H ₄	1.67	M	97.91	M	98.75	+	98.33	M
I	1.51	M	98.06	M	98.82	+	98.49	M
J	1.62	M	98.12	M	98.84	+	98.38	M

D.S: Damlatıcı simgesi, M: Mükemmel, İ-M: İyi-Mükemmel, İ: İyi, S: Sınırdaki, ÇK: Çok kötü

+ : $Cu \geq \% 97.5$ koşulunu sağlayan damlatıcılar, - : $Cu \geq \% 97.5$ koşulunu sağlayamayan damlatıcılar



Şekil 2. İçten Geçik Damlatıcıların Basınç-Yapım Farklılığı Katsayısı Eğrileri.

inerek “mükemmel” sınıfında, diğer basınç değerlerinde ise “iyi” sınıfında yer almıştır.

Kırnak ve ark. (2004) Harran Ovası’ndaki damla sulama sistemlerinde kullanılan içten geçik damlatıcıların hidrolik performansının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, ASAE standartlarına göre damlatıcıların yapım farklılığı katsayıları basınç düzenleyicili damlatıcılarda mükemmel sınır içinde kaldığını, basınç düzenleyicisiz damlatıcılarda ise kabul edilemez sınır içinde kaldığını belirlemişlerdir.

Ele alınan dıştan geçik damlatıcılardan sadece a₁ damlatıcısının Cv, EU ve Us katsayıları ASAE (1994, 2002)’nin belirtmiş olduğu “mükemmel” kalite sınıfında yer almıştır. a₂ ve a₄ damlatıcılarının her ikisinin de Cv katsayıları “sınırdaki” kalite sınıfında yer alırken, EU ve Us katsayıları “iyi-mükemmel” arası olarak

nitelendirilmiştir. Benzer biçimde a₃ damlatıcısının Cv değeri “çok kötü” olarak değerlendirilmişken, EU ve Us katsayıları “iyi” şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca dıştan geçik damlatıcılardan hiçbiri Cu ≥ % 97.5 koşulunu sağlayamamıştır (Çizelge 8).

Dıştan geçik damlatıcılara ilişkin Şekil 3 incelendiğinde, sadece a₁ damlatıcısının “mükemmel” sınıfında yer aldığı görülmektedir. a₂ ve a₄ damlatıcılarının Cv değerleri % 7-11 arasında kalarak “sınırdaki”, a₃ damlatıcısının da Cv katsayısı % 11-15 arasında yer alarak “çok kötü” sınıfına girmiştir (ASAE, 2002).

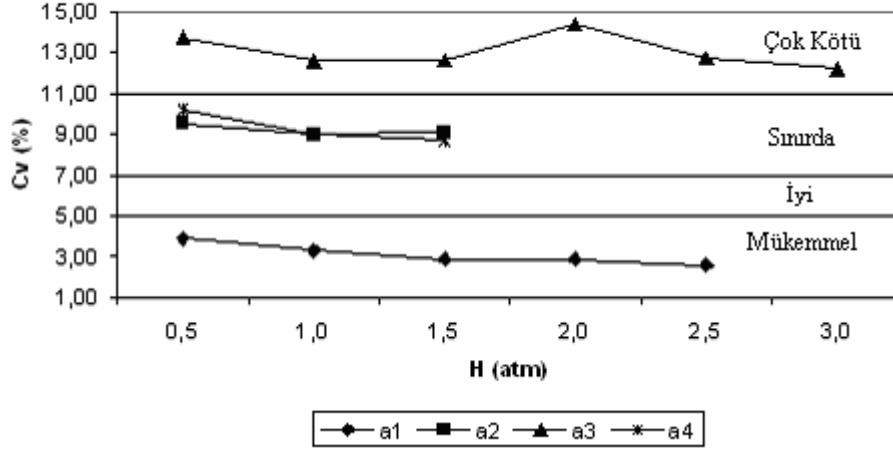
Şekil 2 ve 3’den görüleceği üzere bazı damlatıcıların yapım özelliklerinden dolayı, belli bir basıncın üzerine çıktığında damlatma özelliğini yitirip sürekli akış verdiği görülmüştür. Bu nedenle bu damlatıcıların anılan basınçlardaki sınıfsal değerleri belirlenememiştir.

Çizelge 8. Dıştan Geçik Damlatıcıların Performans Değerleri (1 atm).

DS	Cv (%)	Sınıfı	EU(%)	Sınıfı	Cu (%)	Sınıfı	Us (%)	Sınıfı
a ₁	3.30	M	96.38	M	97.24	-	96.70	M
a ₂	8.97	S	89.72	İ-M	93.19	-	91.03	İ-M
a ₃	12.60	ÇK	84.60	İ	89.84	-	87.40	İ
a ₄	8.99	S	88.21	İ-M	92.70	-	91.01	İ-M

D.S: Damlatıcı simgesi, M: Mükemmel, İ-M: İyi-Mükemmel, İ: İyi, S: Sınırdaki, ÇK: Çok kötü

+ : Cu ≥ % 97.5 koşulunu sağlayan damlatıcılar, - : Cu ≥ % 97.5 koşulunu sağlayamayan damlatıcılar



Şekil 3. Dıştan Geçik Damlatıcıların Basınç-Yapım Farklılığı Katsayısı Eğrileri.

4. Tartışma ve Sonuç

Denemeye alınan damlatıcıların basınç düzenleme özelliği bulunmadığından basınç artışıyla birlikte debi değerleri de artmıştır. Çizelge 5 ve 6'da verilen r (korelasyon katsayısı) değerleri de bu iki faktör arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Yapımcı firmalardan alınan debi değerleri ile test sonucu elde edilen veriler karşılaştırıldığında, içten geçik (in-line) damlatıcılar dıştan geçik (on-line) damlatıcılara göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Damlatıcıların yapım farklılıklarından kaynaklanan aynı basınçta farklı debilerin ortaya çıkması ile eş su dağılımının önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiştir. İçten geçik damlatıcıların %84,6'sı, dıştan geçik damlatıcıların ise sadece %25'inin Cv katsayıları %5 sınırının altında kalarak "mükemmel" sınıfına girmiştir.

Christiansen yeknesaklık katsayılarına (Cu) göre ise içten geçik damlatıcıların %38,46'sı, dıştan geçik damlatıcıların ise hiçbiri Korukçu (1980)'nin belirtmiş olduğu $Cu \geq \%97,5$ koşulunu sağlayamamıştır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda içten geçik damlatıcıların dıştan geçik damlatıcılara göre, yapım farklılığı katsayıları (Cv) daha düşük ve buna bağlı olarak da damlama türdeşliği (EU), Christiansen yeknesaklık (Cu) ve

istatistiksel yeknesaklık katsayıları (Us) daha yüksek bulunmuştur.

Bazı araştırmacılar dıştan geçik damlatıcıların boru üzerine yerleştirme işleminin alet ve ekipmanlar kullanılarak yapılmasının daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Ancak, denemede bu tip aletler kullanılmasına rağmen belirtilen sorunların biraz önüne geçilse de, tam randıman alınamamıştır. Bu sebeple de dıştan geçik damlatıcılarda istenilen yeknesaklık düzeyinin elde edilemediği düşünülmektedir.

Test edilen damlatıcılara ait yapım farklılığı katsayıları, işletme basınçlarına bağlı olarak belli oranlarda değişiklik göstermiştir. Bu nedenle damla sulama sistemlerinin yapım farklılığı katsayısının en düşük olduğu basınçta çalıştırılması eş su dağılımının sağlanması yönünden uygun olacaktır.

Bir çok araştırmacının önermesine karşın halen çoğu yapımcı firmanın damlatıcılara ait performans değerlerini, özellikle de yapım farklılığı katsayılarını uygulayıcıya vermedikleri görülmüştür. Bu nedenle kullanıcıların, belirtilen katsayıları olan damlatıcıları kullanması veya bu katsayıları belirledikten sonra kullanmaları yeknesak su dağılımının sağlanması bakımından önem taşımaktadır. Sözü edilen katsayıların özellikle de yapım farklılığı katsayısının yapımcılar tarafından verilmesi zorunluluğunun getirilmesi ile kaliteli

damlatıcı üretimini sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- ASAE, 1994. Design and Installation of Microirrigation Systems. ASAE EP405.1 Dec.93, p.724-727.
- ASAE, 2002. Design and Installation of Microirrigation Systems. ASAE EP405.1 Dec.01, p.903-907.
- Bozkurt, S., 1996. İçten Geik (In-Line) Damlatıcılarda Yapım Farklılıklarının Eş Su Dağılımına Etkileri. Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.20, Adana.
- Bralts, V. F. and Kesner, C. D., 1983. Drip Irrigation Field Uniformity Estimation. Transactions of the ASAE 26(5), p.1369-1374.
- Bralts, V. F., 1986. Operational Principles-Field Performance and Evaluation In: Trickle Irrigation for Crop Production (ed. F. S. Nakayama, D. A. Bucks), Elsevier Science Publisher, B. V. The Netherlands, p.216-223.
- Bralts, V., Edwards, D. M. and Wu, I. P., 1987. Drip Irrigation Design and Evaluation Based on the Statistical Uniformity Concept. Advances in Irrigation, Vol. 4, p.72.
- Christiansen, J. E., 1942. Hydraulic of Springling Systems for Irrigation. Trans. ASCE 107, p.221-239.
- Howell, T. A., Bucks, D. A., Goldhamer, D. A. and Lima, J. M., 1986. Management Principles-Irrigation Scheduling In: Trickle Irrigation for Crop Production (ed. F. S. Nakayama, D. A. Bucks), Elsevier Science Publisher, B. V. The Netherlands.
- Kapdaşlı, S., Mutlu, T. ve Fer, İ., 1997. Marmara Plastik Damla Sulaması Boruları Hidrolik Deneyleri. İ.T.Ü. İnşaat Fak. Yayınları, Cilt 1, İstanbul.
- Keller, J. and Karmeli, D., 1975. Trickle Irrigation Design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation Glendora, California, U.S.A., p.1-5, 17-18, 46-49.
- Kırnak, H., Doğan, E., Demir, S. ve Yalçın, S., 2004. Determination of Hydraulic Performance of Trickle Irrigation Emitters used in Irrigation Systems in the Harran Plain. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 28 (2004), 223-230.
- Korukçu, A., 1980. Damla Sulamasında Yan Boru Uzunlarının Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Ün. Zir. Fak. Yayınları 742, s.75, Ankara.
- Özekici, B. and Sneed, R. E., 1995. Manufacturing Variation for Various Trickle Irrigation On-Line Emitters. Applied Engineering in Agriculture 11(2), p.235-240.
- Özekici, B. ve Bozkurt, S., 1996. Boru İçi (In-Line) Damlatıcıların Hidrolik Performanslarının Belirlenmesi.Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) Ek Sayı 1, s.19-24, Tübitak.
- Püskülcü, H. ve İkiz, F., 1986. İstatistiğe Giriş. Ege Ün. Mühendislik Fak. Ders Kitapları Yayın No: 1, s.234, İzmir.
- Yılmaz, E., 1988. Damla Sulama Sistemlerinde Kullanılan yerli ve Yabancı Kökenli Damlatıcıların Özellikleri Üzerine Bir Çalışma. Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Kültürteknik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.19-26, Adana.
- Von Bernuth, R. D. and Solomon, K. H., 1986. Design Principles- Emitter Construction In: Trickle Irrigation for Crop Production (ed. F. S. Nakayama, D. A. Bucks), Elsevier Science Publisher, B. V. The Netherlands, p.27-47.
- Wu, I. P. and Barragan, J., 2000. Design Criteria for Microirrigation Systems. Transactions of the ASAE 43(5), p.1145-1154.