

Yerli ve Yabancı Yapım Damlatıcılarının Sulama Performansları Yönünden Karşılaştırılması *

Gökhan ÇAMOĞLU**

Muharrem Yetiş YAVUZ***

ÖZET

Bu araştırma, ülkemizde yaygın olarak kullanılan yerli ve yabancı yapım damlatıcılarının benzer veya aynı teknolojilerle üretilmiş olmalarına karşın taşıdıkları yapım farklılıklarının sulama performanslarına olan etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonucunda; yabancı yapım damlatıcılarının ortalama yapım farklılığı katsayıları (Cv) % 3.33, damlama türdeşliği (EU) % 96.04, Christiansen yeknesaklık katsayıları (Cu) % 97.41 ve istatistiksel üniformluk katsayıları (Us) ise % 96.66; yerli yapım damlatıcılara ilişkin ortalama yapım farklılığı katsayıları (Cv) % 2.89, damlama türdeşliği (EU) değerleri % 96.61, Christiansen yeknesaklık katsayıları (Cu) % 97.62 ve istatistiksel üniformluk katsayıları (Us) ise % 97.11 olarak bulunmuştur.

***Anahtar Sözcükler:** Damlatıcı, yapım farklılığı katsayısı, damlatıcı performansı, sulama yeknesaklığı.*

ABSTRACT

Comparison of Local and Foreign Manufactured Drippers in Terms of Irrigation Performances

This research was conducted to determine the effects of local and foreign drippers that were manufactured using similar or same technologies

* Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

** Araş. Gör.; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale.

*** Yard. Doç. Dr.; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale.

and broadly used in Turkey, on irrigation performance. As a result, coefficient of manufacturing variation (Cv) was 3.33%, emission uniformity (EU) was 96.04%, Christiansen uniformity coefficient (Cu) was 97.41% and statistical uniformity coefficient (Us) was 96.66% for foreign manufactured drippers; coefficient of manufacturing variation (Cv) was 2.89%, emission uniformity (EU) was 96.61%, Christiansen uniformity coefficient (Cu) was 97.62% and statistical uniformity coefficient (Us) was 97.11% for local manufactured drippers.

Key Words: *Dripper or emitter, coefficient of manufacturing variation, emitter performance, irrigation uniformity.*

GİRİŞ

Damla sulama yönteminde, diğer sulama yöntemlerine oranla, sulama suyu zamanında, daha denetimli ve düzgün bir dağılımla verilebilmektedir. Bu işlerin yerine getirilebilmesi, sistemin karşılaşılan koşullara uygun olarak tasarlanıp işletilmesine bağlıdır. Bu durum, diğer sistem unsurları yanında, özellikle yan boruların damlatıcı özelliklerinin de göz önüne alınmasıyla istenilen düzeyde eş bir su dağılımını verecek biçimde boyutlandırılmasıyla gerçekleşir. Ancak, bu yöntemde de tam anlamıyla eş bir su dağılımının sağlanması henüz olası değildir. Bunun başlıca nedeni, damlatıcılara su ileten yan borularda oluşan yük kayıpları ve sulama alanının eğime bağlı olarak, yan borular boyunca damlatıcı basınç verdisinin değişmesidir (Korukçu ve Yıldırım, 1984).

Damla sulama sisteminin etkin bir şekilde kullanılması ancak sistemin doğru olarak dizayn edilmesiyle gerçekleştirilebilir. Sisteminin randımanlı çalışmasında önemli etkiye sahip olan damlatıcılar, sistemin en önemli unsurlarıdır. Çünkü, damla sulama sistemlerinde sulama randımanı damlatıcılardan çıkan debinin eşdeğerliğine bağlıdır. İdeal olarak, bir sistemde bulunan tüm damlatıcılar eşit miktarda su dağıtmalıdır (Özekici ve Bozkurt, 1996). Damlatıcı debilerindeki değişim bir çok etmeden kaynaklanmaktadır. Hidrolik değişim ile damlatıcı performansının değişimi temel etmenlerden ikisidir. Hidrolik değişim, yan ana boru ve lateral hatlarındaki arazi eğimi, boru çapı ve uzunluğa bağlı olarak damlatıcıların değişik basınçlar altında çalışması sonucu ortaya çıkar. Damlatıcı performansının değişimi, damlatıcılar arasındaki yapımcı farklılıkları, damlatıcılardaki tıkanıklılık, su sıcaklığındaki değişimler ve damlatıcıların yıpranmaları sonucudur. Bu nedenle, damla sulama sistemlerinde sistem performansının en önemli göstergesi olan sulama yeknesaklığının belirlenmesinde anılan her iki değişimin de bilinmesi gerekmektedir (Tüzel, 1993). Sistem performansı üzerine önemli etkiye sahip olan damlatıcı yapım farklılıkları, özünde eşit

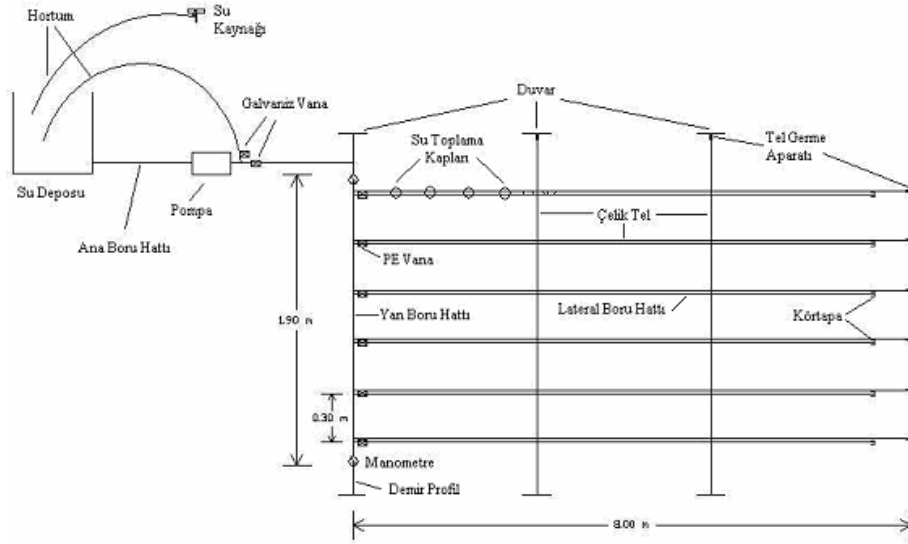
debilere sahip olması gereken damlatıcılar arasındaki debi farklılıklarının görülmesine yol açan önemli bir etmendir (Özekici ve Bozkurt, 1996).

Bu çalışmada, günümüzde üretilen ve ülkemizde yaygın olarak kullanılan farklı tip ve özellikteki yerli ve yabancı yapım damlatıcıların yapım farklılıklarının eş su dağılımına olan etkisi karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Hidrolik Laboratuvarında yürütülmüştür. Laboratuvarda testlerin yapılabilmesi amacı ile Şekil 1’de verilen düzenek kurulmuştur. Karşılıklı duvarlara eğimsiz olarak monte edilen askı telleri üzerine yerleştirilen lateraller üzerinde ölçüm işlemi gerçekleştirilmiştir.

Test düzeneği; askı sistemi, ana boru hattı ve laterallerden oluşmaktadır. Ana boru hattı olarak 32 mm çapında, 180 cm uzunluğunda PPRC (Polipropilen Random Copolimer) boru kullanılmıştır. Lateraller ana boru hattın üzerine 30 cm aralıklarla 6 adet olarak yerleştirilmiştir.



Şekil 1.
Test Düzeneğinin Genel Görünüşü

Denemede ölçümler sırasında damlatıcıların tıkanmasının önlemesi amacıyla şehir içme suyu kullanılmıştır. 1 ton kapasiteli depoda biriktirilen su 0.75 HP gücünde ve 4.1 m³/h maksimum debiye sahip bir pompa yardımıyla kurulan düzeneğe verilmiştir.

Sistemde su ve basınç denetimi ana boru hattı girişine, geri dönüşüm hattına ve lateral hatların girişine yerleştirilen vanalarla sağlanmıştır (Şekil 1). Basınç ölçümleri ana boru hattı girişine, ana boru hattı çıkışına ve lateral hatların sonuna yerleştirilen basınç ölçerler kullanılarak yapılmıştır.

Denemede kullanılan su, şehir içme suyu şebekesinden alındığı için depoya giren katı parçacıkların uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla sadece depo çıkışına bir tel filtre monte edilmiştir.

Denemede Ülkemizde yaygın olarak kullanılan yerli ve yabancı yapım hat içi damlatıcılar ele alınmıştır. Test edilen damlatıcılara ilişkin bazı özellikler Çizelge I'de verilmiştir. Çizelgede A, B, C, D, E, F, G, H, I, J harfler yapımçıları; H₁, H₂, H₃, H₄ ise aynı yapımçıya ilişkin farklı tipteki damlatıcıları göstermektedir. Üretici veya satıcı firmaların adları kullanılmamıştır.

Çizelge I.
Hat içi (In-line) damlatıcılara ilişkin özellikler

Damlatıcı 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

Denemeler 0.5–3.0 atm değerleri arasında, 0.5 atm aralıklı 6 farklı basınç değerinde yürütülmüştür. Viskozite değişkenliğinin saptanması için su sıcaklığı test boyunca bir termometre yardımıyla ölçülmüştür. Ölçümler sırasında su sıcaklık değişimi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'yi geçmemiştir. Bu nedenle sıcaklık değişimlerinin debi değişimine etkisi olmadığından 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 ölçümler yapılmıştır. Damlaticı debilerinin hesaplanmasında ağırlık belirlenmesi esas alınmıştır (Kapdaşlı ve ark., 1997).

Her bir damlaticı için elde edilen debi değerlerinden yararlanılarak akış rejimi, akış rejimine bağlı katsayı (x) (Keller ve Karmeli, 1975), akış katsayısı (k) (Keller ve Karmeli, 1975), korelasyon katsayısı (r), damlama türdeşliği (EU) (Keller ve Karmeli, 1975), Christiansen yeknesaklık katsayısı (C_u) (Christiansen, 1942) istatistiksel üniformluk katsayısı (U_s) (Bralts ve Kesner, 1983) ve yapım farklılığı katsayısı (C_v) (Anonymous, 2002) değerleri hesaplanmış ve C_v katsayısının basınca karşı değişimi irdelenmiştir.

Damlaticılara ilişkin nitelik sınıflarının bulunmasında Anonymous (1994, 2002) kullanılmıştır (Çizelge II).

Çizelge II.
 C_v , U_s , EU katsayılarının önerilen sınırları (Anonymous, 1994, 2002)

Kabul Edilen Sınıf	C_v (%)	U_s (%)	EU (%)
Çok iyi (Mükemmel)	0.05	100-95	100-94
İyi	0.05 – 0.07	90-85	87-81
Orta (Sınırdaki)	0.07 – 0.11	80-75	75-68
Zayıf (Çok kötü)	0.11 – 0.15	70-65	62-56
Kabul edilemez	>0.15	< 60	< 50

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

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 Çizelge III'de özetlenmiştir. Her iki damlatıcı grubunda korelasyon katsayıları 1'e çok yakın olduğundan basınç ile debi arasında kuvvetli bir ilişki olduğu kanısına varılmıştır (Püskülcü ve İkiz, 1986).

H₄ damlatıcısı dışında diğer tüm damlatıcıların x değerleri 0.5'e çok yakın olduğundan akış cinsleri tam türbülanslı olarak kabul edilmiştir. Ancak H₄ damlatıcısının x değeri 0.5-1.0 arasında olduğu için kısmi türbülanslı olarak tanımlanmıştır (Von Bernuth ve Solomon, 1986; Bralts, 1986).

Yapımcılardan alınan ideal işletme basıncındaki debi değerleri (Çizelge I) ile deneme sonucu elde edilen debi değerleri (Çizelge III) karşılaştırıldığında, yerli yapım damlatıcılardan I damlatıcısının debisi % 9.25, G damlatıcısının debisi % 8.35 ve J damlatıcısının debisi de % 20.43 oranında farklılık göstermiştir. Yabancı yapım damlatıcılara ilişkin yapımcı verileri ile deneme sonuçlarından elde edilen veriler ise birbirine çok yakın değerlerde bulunmuştur.

Çizelge III.
Deneme sonucunda elde edilen damlatıcı 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

* Yabancı yapım damlatıcılar

Ele alınan yabancı yapım damlatıcıların ideal işletme basıncındaki (1 atm) performans değerleri Çizelge IV'de, yerli yapım damlatıcıların ise Çizelge V'de verilmiştir.

Deneme sonuçları Cv, EU ve Us değerlerine göre 4 adet yabancı yapım damlatıcısından sadece F damlatıcısının Anonymous (2002)'a göre istenilen “çok iyi” nitelik sınıfının biraz altında yer aldığını göstermiştir. Ayrıca Cu katsayılarına göre yabancı yapım damlatıcıların % 50'si Korukçu (1980)'nun belirtmiş olduğu $Cu \geq \% 97.5$ koşulunu sağlayamamıştır. Burada F damlatıcısının yapım farklılığı katsayısı “iyi” nitelik sınıfında yer alırken damlama türdeşliği ve istatistiksel üniformluk katsayıları “iyi-çok iyi” arasında yer almıştır.

Çizelge IV.

Yabancı yapım damlatıcıların performans değerleri (1 atm basınçta)

DS	Cv (%)	Sınıfı	EU(%)	Sınıfı	Cu (%)	Sınıfı	Us (%)	Sınıfı
A	1.20	Çİ	98.37	Çİ	99.02	+	98.80	Çİ
C	4.91	Çİ	94.16	Çİ	96.25	-	95.06	Çİ
E	1.70	Çİ	98.06	Çİ	98.65	+	98.30	Çİ
F	5.51	İ	93.55	İ-Çİ	95.70	-	94.49	İ-Çİ

Çizelge V.

Yerli yapım damlatıcıların performans değerleri (1 atm basınçta)

DS	Cv (%)	Sınıfı	EU(%)	Sınıfı	Cu (%)	Sınıfı	Us (%)	Sınıfı
B	3.85	Çİ	95.53	Çİ	96.85	-	96.15	Çİ
D	2.64	Çİ	96.58	Çİ	97.90	+	97.36	Çİ
G	6.10	İ	93.54	İ-Çİ	94.75	-	93.90	İ-Çİ
H ₁	3.78	Çİ	95.77	Çİ	96.47	-	96.22	Çİ
H ₂	3.09	Çİ	96.27	Çİ	97.53	+	96.91	Çİ
H ₃	1.77	Çİ	97.70	Çİ	98.64	+	98.23	Çİ
H ₄	1.67	Çİ	97.91	Çİ	98.75	+	98.33	Çİ
I	1.51	Çİ	98.06	Çİ	98.82	+	98.49	Çİ
J	1.62	Çİ	98.12	Çİ	98.84	+	98.38	Çİ

DS: Damlatıcı simgesi, Çİ: Çok iyi, İ-Çİ: İyi-Çok iyi, İ: İyi, S: Sınırdaki, ÇK: Çok kötü

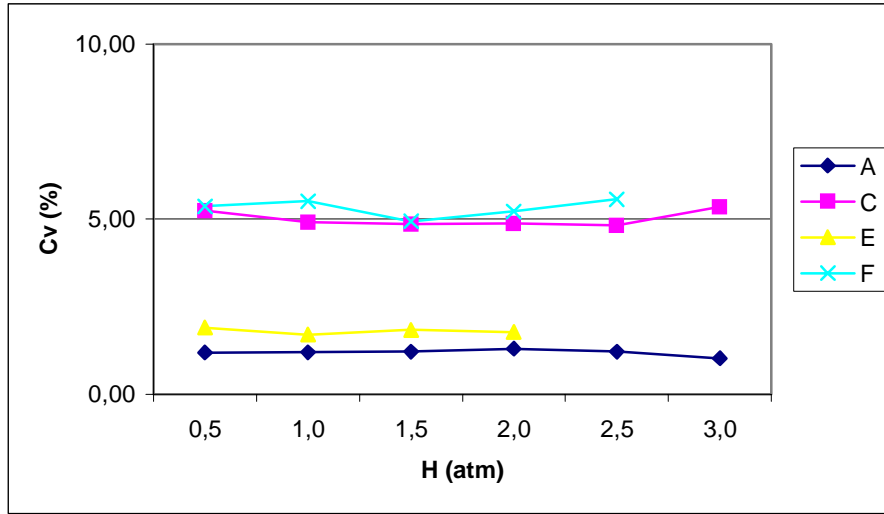
+ : $Cu \geq \% 97.5$ koşulunu sağlayan damlatıcılar, - : $Cu \geq \% 97.5$ koşulunu sağlayamayan damlatıcılar

Yerli yapım damlatıcılardan sadece G damlatıcısı Cv, EU ve Us katsayıları bakımından istenilen “çok iyi” sınıfının altında kalmıştır. Cu katsayılarına göre ise damlatıcıların yaklaşık % 33'ü $Cu \geq \% 97.5$ koşulunu

sağlayamamıştır. F damlatıcısına benzer biçimde burada da G damlatıcısının Cv katsayısı “iyi” sınıfında yer alırken EU ve Us katsayıları “iyi-çok iyi” sınıfında yer almıştır.

Bozkurt (1996) yaptığı çalışmada, ele aldığı 12 adet hat içi damlatıcıdan sadece biri dışında diğerlerinin istatistiksel üniformluk katsayılarını % 95’in üzerinde bulmuştur. Yılmaz (1988) yaptığı bir çalışmada da denemeye aldığı damlatıcıların % 33’ünün $Cu \geq \% 97.5$ koşulunu sağlamadığını belirtmiştir.

Yabancı yapım damlatıcıların Cv katsayılarının tümü basınçla birlikte istikrarlı bir yol izlemiştir (Şekil 2). Burada A ve E damlatıcılarının % 5’lik sınır çizgisinin çok altında kalarak “çok iyi” sınıfa girdiği görülmektedir. C damlatıcısı, 0.5 ve 3.0 atm basınçta % 5’in üzerine çıkarak “iyi” sınıfına, diğer basınç değerlerinde % 5 değerinin çok altında kalarak “çok iyi” sınıfına girmiştir. F damlatıcısı ise sadece 1.5 atm basınçta bu değer çok az altına inerek “çok iyi” sınıfında, diğer basınç değerlerinde ise “iyi” sınıfında yer almıştır.



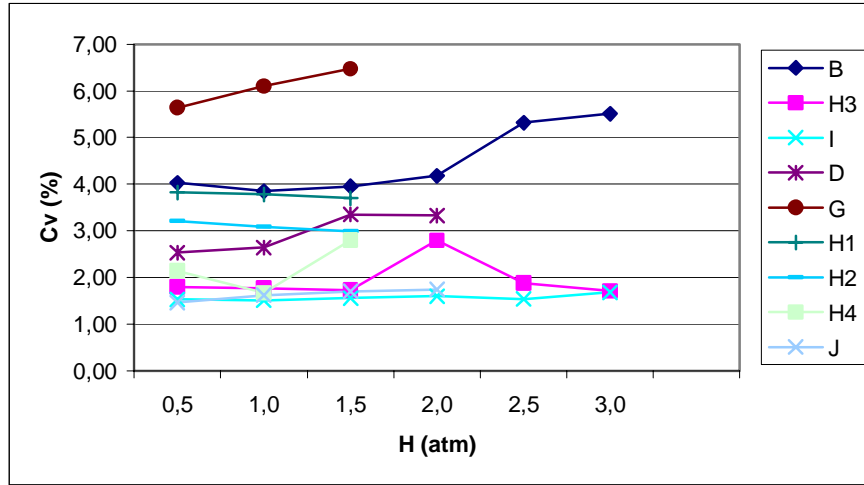
Şekil 2.

Yabancı yapım damlatıcıların basınç-yapım farklılığı katsayısı eğrileri

Yerli yapım damlatıcıların Cv katsayılarının basınçtan etkilenme oranları yabancı yapım damlatıcılara oranla daha yüksek olmuştur. Şekil 3’de I damlatıcısının Cv değerlerinin % 1-2 arasında ve neredeyse sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Benzer biçimde H₃ damlatıcısı da 2 atm basınç

düzeyi hariç diğer basınçlarda sabit bir değer taşımıştır. Her iki damlatıcının tüm basınçlardaki sınıfsal değeri “çok iyi” dir. B damlatıcısının Cv değerleri 2.5 atm’e kadar “çok iyi” sınıfında yer almış, ancak 2.5 ve 3.0 atm basınçta % 5’lik değerin üzerine çıkarak “iyi” sınıfına düşmüştür. G damlatıcısının % 5 düzeyinin üzerinde kalarak “iyi” sınıfına girdiği, diğer tüm damlatıcıların ise “çok iyi” olduğu görülmektedir. H₄ dışındaki damlatıcıların basınçla birlikte Cv değişim aralıkları % 1’den çok düşük düzeyde kalmış, sadece bu damlatıcı 1.0-1.5 arasında % 1.13’lük bir artış göstermiştir. Ancak bu sınıflandırmadaki yerini değiştirmemiştir.

Bozkurt (1996) yaptığı çalışmada Cv değerlerinin basınçla birlikte değiştiğini, ancak basınç gideren damlatıcıların değişim oranlarının gidermeyenlere göre daha fazla olduğunu saptamıştır. Benzer şekilde basınç düzenleyicisiz damlatıcılarda Cv değişim aralıklarını % 1 dolayında bulmuştur.



Şekil 3.

Yerli yapım damlatıcıların basınç-yapım farklılığı katsayısı eğrileri

Denemeye alınan damlatıcıların basınç düzenleme özelliği bulunmadığından basınç artışıyla birlikte debi değerleri de artmıştır. Çizelge III’de 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, yabancı yapım damlatıcılar yerli yapım damlatıcılara göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Damlatıcıların yapım farklılıklarından kaynaklanan aynı basınçta farklı debilerin ortaya çıkması, eş su dağılımını önemli ölçüde etkilediği

ortaya çıkmıştır. Yabancı yapım damlatıcıların % 75'i, yerli yapım damlatıcıların ise % 88,9'unun Cv değeri % 5'in altında kalarak "çok iyi" nitelik sınıfında yer almıştır.

Yerli yapım damlatıcıların yabancı yapım damlatıcılara göre, yapım farklılığı katsayıları (Cv) daha düşük ve buna bağlı olarak da damlama türdeşliği (EU), Christiansen yeknesaklık (Cu) ve istatistiksel üniformluk katsayıları (Us) daha yüksek çıkmıştır. Buna göre sulama yeknesaklığı bakımından Ülkemizde üretimi yapılan damlatıcıların yabancı yapım damlatıcılardan daha iyi sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.

Test edilen damlatıcılara ilişkin yapım farklılığı katsayıları, işletme basınçlarına bağlı olarak belli oranlarda değişiklik göstermiştir. Bu nedenle damla sulama sistemlerinde eş su dağılımının sağlanabilmesi için, sisteminin yapım farklılığı katsayısının en düşük olarak tespit edildiği basınçta çalıştırılması uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1994. Design and Installation of Microirrigation Systems. ASAE EP405.1 Dec.93, p.724-727.
- Anonymous, 2002. Design and Installation of Microirrigation Systems. ASAE EP405.1 Dec.01, p.903-907.
- Bozkurt, S., 1996. İçten Geçik (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., 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.
- Christiansen, J., E., 1942. Hydraulic of Springling Systems for Irrigation. Trans. ASCE 107, p.221-239.
- Kapdaşlı, S., Mutlu, T., Fer, İ., 1997. Marmara Plastik Damla Sulaması Boruları Hidrolik Deneyleri. İ.T.Ü. İnşaat Fak. Yayınları, Cilt 1, İstanbul.
- Keller, J., Karmeli, D., 1975. Trickle Irrigation Design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation Glendora, California, U.S.A., p.1-5, 17-18, 46-49.
- Korukçu, A., 1980. Damla Sulamasında Yan Boru Uzunlarının Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Ün. Zir. Fak. Yayınları 742, s.75, Ankara.
- Korukçu, A., Yıldırım, O., 1984. Damla Sulamasında Su Dağılımı Açısından Yan Boru Uzunluklarının Saptanması. I. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Ç.Ü.Z.F, s.16-39, Adana.

- Özekici, B., 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., İkiz, F., 1986. İstatistiğe Giriş. Ege Ün. Mühendislik Fak. Ders Kitapları Yayın No: 1, s.234, İzmir.
- Tüzel, İ., H., 1993. Damla Sulama Sistemlerinde Sulama Yeknesaklığının Değerlendirilmesi. Ege Ün. Ziraat Fak. Der. Cilt: 30, No: 1-2, s.119-126, 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., 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.