

Kahramanmaraş Yöresinde Yaygın Olarak Kullanılan Damla Sulama Damlatıcılarının Hidrolik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Servet TEKİN^{1*} Sedat BOYACI² Semih Metin SEZEN³ Engin GÖNEN¹ Esra SOYLU¹
Ercüment SOYUGÜZEL¹ Zekeriya ÖZGE¹ Akif Mehmet KETENCİ¹ Yusuf ÜSTÜN¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş,

²A.E.Ü, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Müh. Böl., Kırşehir

³Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Adana

Geliş (Received) : 14.04.2016

Kabul (Accepted): 21.07.2016

ÖZET: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yürütülen çalışmada, Kahramanmaraş bölgesinde sulamada yaygın olarak kullanılan 4 farklı firmaya ait damla sulama laterallerinin 7 farklı basınç altında (0.5, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50, 1.75 ve 2.00 atm) göstermiş oldukları damlatıcı akış özellikleri, basınç-debi ilişkisi, yapım farklılık katsayısı (CV), damla türdeşliği (EU), sulama suyu eş dağılım katsayısı (CU) ve istatistiksel üniformite (Us) değerlerinin uygunluğu Amerika Ziraat Mühendisliği Odası (ASAE) standartlarına göre incelenmiştir. Çalışma sonucunda; damlatıcıların artan basınç değerlerinde debi değerlerinin de arttığı görülmüştür. Firmaların 1 atmosfer basınç altında vermiş oldukları 4 l sa⁻¹lik debi değerlerinde A firmasında % 1, B firmasında % 15.5, C firmasında % 1.5 ve D firmasında % 12.5'luk bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yapım farklılık katsayısı, damlatıcı türdeşliği, türdeşlik katsayısı ve istatistiksel üniformite değerlerinin standartlara uyduğu, sınıflama değeri olarak çok iyi ve iyi değerlerin aldığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Damlatıcı, yapım farklılığı, debi, damlatıcı türdeşliği, istatistiksel üniformite

Evaluation on Hydraulic Performance of Different Emitters Widely Used in Kahramanmaraş Region

ABSTRACT: This study was carried out in Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture and Biosystems Engineering Department Laboratory, to examine the dripper flow characteristics under seven different pressures (0.5, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50, 1.75 and 2.00 atmosphere), pressure-discharge relationship, variation coefficient (CV), emission uniformity (EU), uniformity coefficient (CU) and statistical uniformity (Us) values compatibility of the drip irrigation laterals owned by four different companies based on the standards of American Society of Agricultural Engineers (ASAE). As a result of this study, it was determined that the responses of the drippers with flow rate values with 4 l h⁻¹ under pressure of 1.00 atmosphere differs from each other in the ratios as follows: A firm in % 1, B firm in 15.5 %, C firm in 1.5 % and, D firm in 12.5 %. In addition, variation coefficient, dripper uniformity, uniformity coefficient and statistical uniformity values meet the standards, and revealed good and very good values as descriptive data.

Keywords: Emitter, variation coefficient, discharge, dripper uniformity, statistical uniformity

GİRİŞ

Sulu tarım alanlarında yüksek randımana sahip olmasından dolayı en çok tercih edilen sulama yöntemi damla sulama yöntemidir. Damla sulama sistemlerinin randımanı, damlatıcılardan çıkan suyun türdeşliğine bağlıdır. Damlatıcı debilerindeki en ufak bir sapma, beklenen türdeşlik değerinden daha düşük değerlerle sonuçlanır. İdeal olarak, sistem içindeki tüm damlatıcılar eşit akışa sahip olmalıdır. Ancak, uygulamada yapım farklılıkları, basınç değişimleri, damlatıcı tıkanıklıkları ve sıcaklık değişimleri gibi etmenler nedeniyle, aynı koşullarda üretilen benzer iki damlatıcı arasında bile akış farklılıkları bulunur (Özekici ve Sneed, 1995).

Damlatıcı akış türdeşliğini etkileyen en önemli etkenlerden birisi damlatıcı yapım farklılıklarıdır (Keller ve Karmeli, 1974; Solomon, 1977). Damla sistemlerinde yüksek düzeyde su dağıtım türdeşliği elde edebilmek için damlatıcıların hatasız yapılması zorunludur. Ancak, damlatıcıların karmaşıklığı ve diğer

üretim unsurları nedeniyle hatasız damlatıcı yapımı zorlaşmaktadır. Üretim sırasındaki sıcaklık değişimleri, şekillendirme hataları ve işlenmemiş materyalin tam karışmaması gibi bir çok etken, damlatıcı türdeşliğini etkileyen etmenler olarak sayılabilir (Madramootoo ve ark., 1988).

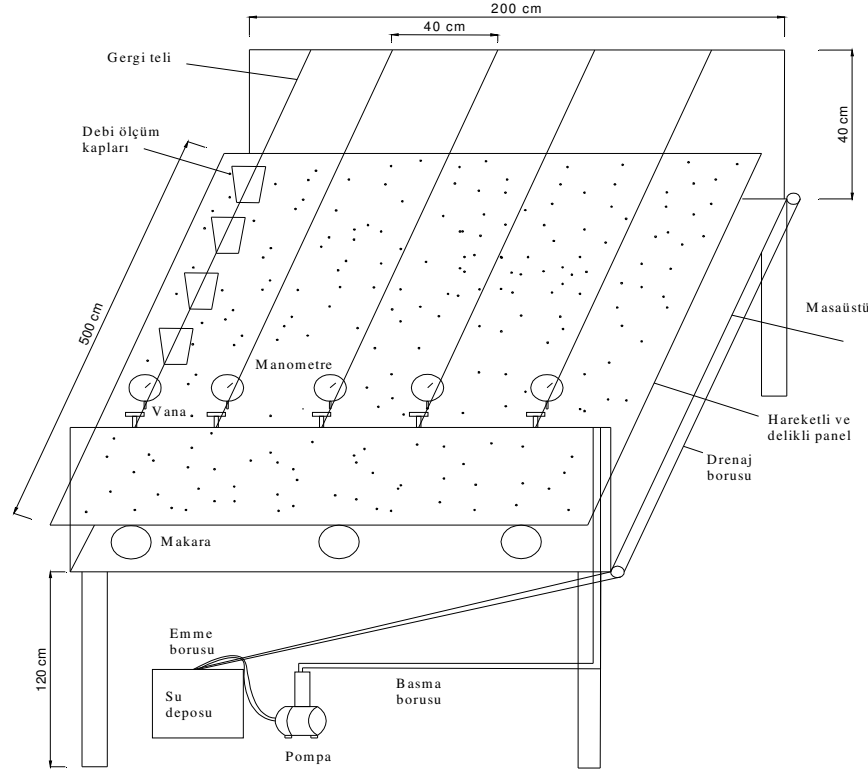
Anılan nedenlerle, aynı makineden çıkan iki damlatıcı, aynı sıcaklık ve basınçta test edildiğinde, farklı debilere sahip olabilir (Solomon, 1979). Teorik olarak, yapım farklılık katsayısı değerleri tüm damlatıcılar için sabit ve basınçtan bağımsız olmalıdır (Bralts ve Wu, 1979).

Bu çalışma, damla sulama test masasının oluşturulması ve damla sulama sisteminde damlatıcı akış özellikleri, basınç-debi ilişkisi, yapım farklılık katsayısı, damlama türdeşliği, sulama suyu eş dağılım katsayısı ve istatistiksel üniformite değerlerinin standartlara uygunluğunun belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve METOD

Araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Laboratuvarda testlerin yapılabilmesi amacı ile damlatıcı test masası kurulmuştur. Test masası; askı sistemi, ana boru hattı ve laterallerin yerleştirilmesi için askı sistemlerinden oluşmaktadır. Test masası yerden 1.20 m yükseklikte, 5

m uzunluğunda ve 2 m genişliğinde oluşturulmuştur. Damla sulama test masasında test edilen lateraller gergi tellerine test masasından 40 cm yüksekliğe konumlandırılmıştır. Ana boru hattı olarak 200 cm uzunluğunda Ø20PPRC boru kullanılmıştır. Lateraller ana boru hattın üzerine 40 cm aralıklarla 5 adet olarak yerleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Damla sulama test masası ve düzeneği

Denemede ölçümler sırasında damlatıcıların tıkanmasının önlenmesi amacıyla şehir içme suyu kullanılmıştır. 1 ton kapasiteli depoda biriktirilen su 0.5 HP gücünde ve $2.52 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ maksimum debiye sahip bir pompa yardımıyla kurulan düzeneğe verilmiştir. Test düzeneğinin ana boru girişine filtre yerleştirilmiştir. Filtreden sonra iki vana yerleştirilmiştir. Vanaların biri devir daim çıkışı, diğeri ise ana boru girişini kontrol etmek amacıyla yerleştirilmiştir. Bu iki vana yardımıyla işletme basıncı istenilen düzeyde tutulması sağlanabilse de çalışmada sisteme ilave edilen invertör yardımıyla

basınç ayarı yapılmıştır. Gelen suyun basıncı ise her lateralin başında manometre ile ölçülmüştür. Denemeler 0.5-0.75-1.00-1.25-1.50-1.75-2.00 atm. değerleri arasında, 7 farklı basınç değerinde yürütülmüştür. Viskozite değişkenliğinin saptanması için su sıcaklığı test boyunca bir termometre yardımıyla ölçülmüştür. Ölçümler sırasında su sıcaklığı değişimi $23 \text{ }^\circ\text{C}$ 'yi ($\pm 0.5^\circ\text{C}$) geçmemiştir. Denemede çapı Ø16 mm olan 4 l sa^{-1} lik debilere sahip damlatıcı aralığı 33 cm olan hat içi 4 farklı damla sulama laterali kullanılmıştır. Damlatıcılarla ilgili bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan damlatıcıların özellikleri

Damlatıcı adı	Debisi (l sa^{-1})	Damlatıcı aralıkları	Boru Tipi
A (yabancı)	4.0	33 cm	Yuvarlak
B (yerli)	4.0	33 cm	Yuvarlak
C (yabancı)	4.0	33 cm	Yuvarlak
D (yerli)	4.0	33 cm	Yuvarlak

Damlaticı basınç-debi ilişkisinin belirlenmesi amacıyla her bir damlaticı tipi için 48 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 10 dakika serbest akış beklendikten sonra ölçümler yapılmıştır. Ölçüm sonucunda test masasının üzerinde bulunan hareketli pano yatay şekilde çekilerek damlaticıdan çıkan debi miktarı hacimsel olarak ölçülmüştür.

Damlaticıların test performansının değerlendirilmesi sonucunda 7 farklı basınç altında ölçülen değerlerden hesaplanan yapım farklılık katsayısı (CV), sistem damlama türdeşliği (EU), sulama suyu eş dağılım üniformite katsayısı (CU), istatistiksel üniformite (Us) ve bu sonuçların sınıflamaları yapılmıştır.

Araştırmada damlaticıların katsayı değerleri Çizelge 2’de verilen eşitlikler yardımıyla bulunurken elde edilen değerlerin sınıflandırılması Çizelge 3 yardımıyla yapılmıştır.

Çalışmada Çizelge 3’e göre sınıflandırılması yapılan damlaticılar Çok iyi (Çİ), İyi (İ), Orta (O), Zayıf (Z) ve Kabul edilemez (KE) olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 2. Araştırmada damlaticıların akış özellikleri ve katsayıları aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir.

Katsayı	Eşitlik
Akış özellikleri	$q=kh^2$
Yapım farklılık katsayısı (CV) (ASAE, 2002)	$CV = \frac{S}{X_{ort}}$
İstatistiksel üniformite (Us) (Bralts ve Kesner, 1983)	$Us=100(1 - \frac{S_q}{q_{ort}})$
Damlama türdeşliği (EU) (Keller ve Karmeli, 1974)	$EU=100 \frac{q_e}{q_s}$
Sulama suyu eşdağılım katsayısı (CU) (Christiansen, 1942)	$UC=100(1 - \frac{\Delta q_s}{q_s})$

Eşitlikte; q : damlaticı debisi (1 sa^{-1}); k : akış katsayısı; h : işletme basıncı (m); x : akış rejimine bağlı katsayı; q_n =damlaticılardan en küçük debili $1/4$ 'ünün ortalaması (1 sa^{-1}); q_a =tüm damlaticı debilerinin ortalaması (1 sa^{-1}); $\bar{A}q_o$ = her bir damlaticı yada lateral giriş debisinin ortalamadan olan mutlak sapmaların ortalaması; q_o =ortalama damlaticı yada lateral giriş debisi; Sq = damlaticı debilerinin standart sapması; q_{ort} =ortalama damlaticı debisi (1 sa^{-1}); X_{ort} =damlaticıların ortalama debisi; S =damlaticı debilerindeki standart sapma.

Çizelge 3. Katsayıların Önerilen Sınırları (ASAE, 1994, 2002; Tüzel, 1993)

Sınıflandırma	CV (%)	Us (%)	EU (%)	CU (%)
Çok iyi	<5	100-95	≥ 94	>90
İyi	5-7	90-85	81-87	80-90
Orta	7-11	80-75	68-75	70-80
Zayıf	11-15	70-65	56-62	60-70
Kabul Edilemez	>15	<60	≤ 50	<60

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada, Kahramanmaraş yöresinde laboratuvar koşullarında 4 farklı damlaticı için 7 farklı basınç değerindeki elde edilen damlaticı akış özellikleri, basınç-debi ilişkisi, yapım farklılık katsayısı (CV), damlaticı türdeşliği (EU), sulama suyu eş dağılım katsayısı (CU) ve istatistiksel üniformite (Us) değerlerinin uygunluğu test edilmiştir.

Damlaticı akış özellikleri

Deneme sonucu elde edilen akış cinsi, akış rejimine bağlı katsayı (x), akış katsayısı (k), korelasyon katsayısı (R^2) değerleri Çizelge 4’te özetlenmiştir.

Çalışma sonucunda akış üssü katsayısı (x) değerleri, A-B-D damlaticıları için bulunan en yüksek $x=0.7484-$

0.5178 arasında bulunmuştur (Çizelge 4). Yapılan testler sonucunda, C damlaticısı için ise 0.4697 belirlenmiş ve elde edilen değer $0.5 < x < 1.0$ arasında olduğu için kısmi türbülanslı özellikte olduğu saptanmıştır.

Ayrıca diğer test edilen damlaticılar ise $0 < x < 0.5$ sınır değerlerine yakın olduğundan bu damlaticıların akış rejimi tam türbülanslı özellikte olduğu sonucuna varılmıştır. Daha önce yapılan birçok çalışmada damlaticılarda korelasyon katsayıları 1’e çok yakın olduğundan basınç ile debi arasında kuvvetli bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Von Bernuth ve Solomon, 1986; Bralts, 1986; Tüzel, 1990; Demir, 1991; Demir ve Uz, 1999; Çamoğlu ve Yavuz, 2004; Mangrio ve ark., 2013).

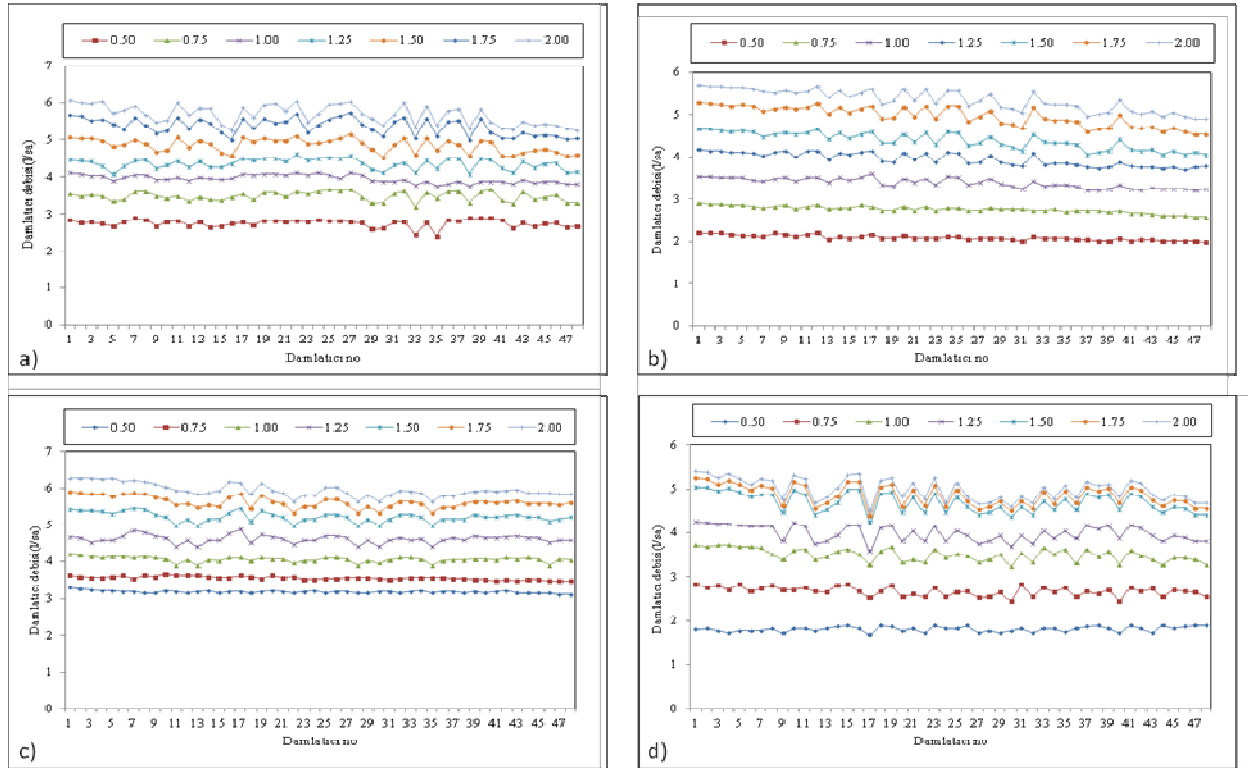
Basınç debi ilişkisi: Damlatıcılar incelendiğinde, genel olarak damla sulama sisteminin çalışma basıncı olan 1.0 atm. değerinde, en düşük ortalama debi değeri 3.38 l sa⁻¹ ile B damlatıcısında, en yüksek ortalama debi değeri ise 4.06 l sa⁻¹ olarak C damlatıcısında

bulunmuştur. Farklı basınçlar altında damlatıcıların vermiş oldukları debi değerleri Şekil 2’de verilmiştir.

Bu damlatıcıların farklı basınçlar altında vermiş oldukları ortalama debi değerleri ise Çizelge 5’te ve Şekil 3’te verilmiştir.

Çizelge 4. Damlatıcı akış özellikleri

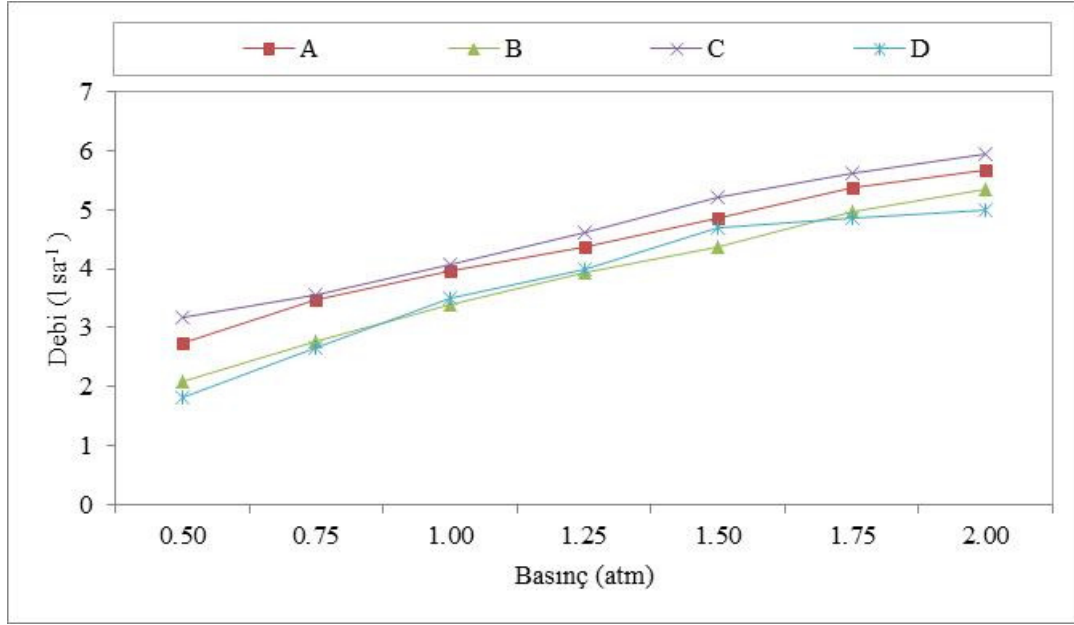
Damlatıcı	Akış türü	k	x	R ²
A	Kısmi türbülans	0.3647	0.5178	0.9974
B	Kısmi türbülans	0.1453	0.6818	0.9994
C	Tam türbülans	0.4697	0.4772	0.9825
D	Kısmi türbülans	0.1038	0.7484	0.9710



Şekil 2. Farklı basınçlar altında damlatıcı debilerindeki değişim (a: A firması; b: B firması; c: C firması; d: D firması)

Çizelge 5. Damlatıcıların basınç debi ilişkisi

Basınç, atm	Debi, l sa ⁻¹			
	A	B	C	D
0.50	2.75	2.08	3.18	1.81
0.75	3.48	2.76	3.56	2.67
1.00	3.95	3.38	4.06	3.50
1.25	4.36	3.94	4.62	3.99
1.50	4.85	4.38	5.22	4.69
1.75	5.36	4.95	5.63	4.85
2.00	5.68	5.34	5.95	4.98



Şekil 3. Damlatıcıların basınç debi ilişkileri

Çalışmada debi değerlerinin Şekil 3'te basınç ile birlikte yükseldiği görülmektedir. A damlatıcısı 4 l sa⁻¹'lik debiyi 1-1.25 atm arasında verir iken, B damlatıcısı 1.25-1.50 atm, C damlatıcısı 0.75-1.00 atm, D damlatıcısı ise 1.25-1.50 atm arasında vermiştir. 1 atm basınç altında elde edilen debi değerlerine bakıldığında firmaların vermiş oldukları debi değerleri ile A firmasında % 1, B firmasında % 15.5, C firmasında % 1.5 ve D firmasında % 12.5 farklılık olduğu belirlenmiştir.

Damla sulama sisteminde basınç debi ilişkisi birçok araştırmacılar tarafından test edilmiştir (Özekici ve Sneed 1995; Kırnak ve ark., 2004; Çamoğlu ve Yavuz 2004,2006; Clark ve ark., 2005; Doğan, 2010). Araştırmacıların yapmış oldukları çalışma sonucunda basınç dengeleyicisiz laterallerde sulama sisteminde meydana gelebilecek basınç artışlarının damlatıcı debilerinde önemli düzeyde artışlar sağladığı görülmüştür. Çalışmamızda araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalar ile benzer özellikler göstererek artan basınç değerlerinde debi değerlerinin yükseldiği görülmüştür.

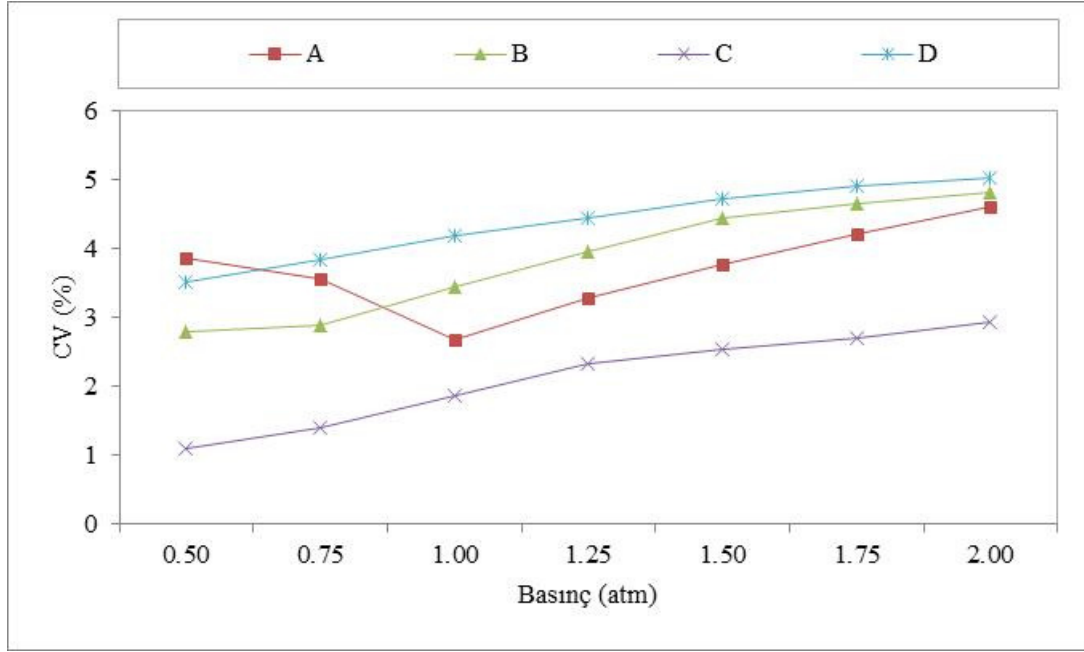
Yapım farklılık katsayısı: Damlatıcıların yapım farklılık katsayılarının uygunluğu Wu ve Gitlin (1974); ASAE (1994)'e göre değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen CV değerleri ve sınıflandırması Çizelge 6'da verilmiştir.

Çalışmada Şekil 4'e bakıldığında D damlatıcısı 2 atm. basınç altında hesaplanan CV değeri % 5 değerinin üstünde kaldığı için iyi sınıfına girmiştir. Diğer laterallerin farklı basınçlar altında CV değeri çok iyi sınıfına girmiştir. Çalışmada artan basınç değeri ile birlikte CV değerlerindeki değişiminde arttığı görülmektedir. Ancak bu değerlerin % 5 altında kalması yapım farklılık katsayılarının uygun sınırlarda olduğunu göstermektedir.

Bozkurt (1996); Çamoğlu ve Yavuz, (2004) yaptığı çalışmalarda CV değerlerinin basınçla birlikte değiştiğini belirtmişlerdir. Kırnak ve ark., (2004) basınç düzenleyicisiz damlatıcılarda CV değerinin kabul edilemez sınır içinde kaldığını belirtirken, Çamoğlu ve Yavuz, (2006) teste aldıkları laterallerin % 84.6'sında CV katsayıları % 5 sınırının altında kalarak "mükemmel" sınıfına girdiğini belirtmiştir.

Çizelge 6 Damlatıcıların yapım farklılık katsayıları

Basınç, atm	Hesaplanan CV değeri, %				Sınıflama değeri			
	A	B	C	D	A	B	C	D
0.50	3.86	2.78	1.08	3.50	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
0.75	3.55	2.89	1.39	3.85	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.00	2.67	3.44	1.85	4.19	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.25	3.28	3.96	2.33	4.44	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.50	3.77	4.45	2.53	4.73	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.75	4.21	4.65	2.70	4.91	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
2.00	4.60	4.81	2.94	5.02	Çİ	Çİ	Çİ	İ



Şekil 4. Damlatıcıların yapım farklılık katsayıları

Demir ve Yürdem, (2000) 22 adet basınç dengeleyicisiz damlatıcıda yapmış oldukları çalışmalarında; Yapım farklılığı yönünden yapılan sınıflandırmada damlatıcıların, kabul edilemez ve orta mükemmel sınıflarında yer aldıkları görülmüştür. Çalışmada, CV değerlerinin basınçla birlikte değiştiğini araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

Damla türdeşliği

Damlatıcıların damlama türdeşliği katsayılarının uygunluğu ASAE (1994)' göre değerlendirilmiş ve çalışmada elde edilen EU değerleri ve sınıflandırma değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge 7'ye göre artan basınç değeriyle birlikte EU değerlerinde azalma görülürken en yüksek EU değeri C firması laterallerinden elde edilmiştir.

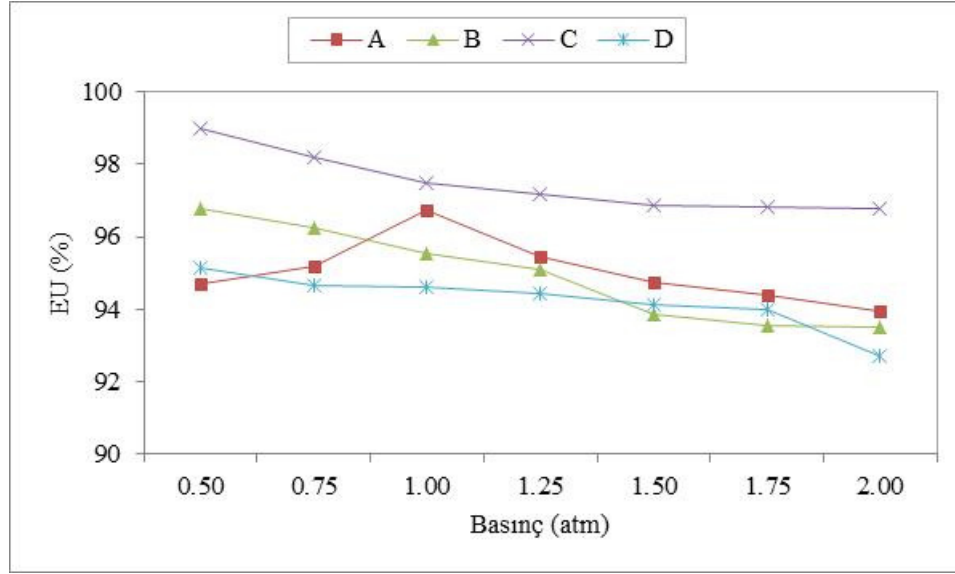
Çalışmada Şekil 5'e bakıldığında A damlatıcısı 2 atm. basınç altında hesaplanan EU değeri % 94

değerinin altında kaldığı için iyi sınıfına girmiştir. Diğer basınçlar altında EU değerlerinin çok iyi olduğu görülmektedir. B damlatıcısında ise 1.25 atm. basınca kadar EU değerlerinin çok iyi olduğu görülürken 1.25 atm.'den sonra bu değer % 94 altına düşerek iyi sınıfında yer aldığı görülmüştür.

C damlatıcısında ise EU değerlerinin tüm basınçlar altında çok iyi değer verdiği görülmektedir. D damlatıcısında ise 1.50 atm. basınçtan sonra EU değerlerinin % 94 ün altında kaldığı ve iyi sınıfına girdiği görülmektedir. Bunun yanında artan basınç değerleri ile birlikte EU değerlerinin düştüğü görülmektedir. Damlama türdeşliği katsayıları Çamoğlu ve Yavuz, (2004); Hezarjaribi, (2008); Mangrio ve ark. (2013) araştırmacıların da yapmış oldukları çalışmalar da olduğu gibi % 94 ün üzerinde kalarak genel olarak çok iyi sınıfına girmiştir.

Çizelge 7. Damlatıcıların damlama türdeşliği katsayıları

Basınç, atm	Hesaplanan EU değeri, %				Sınıflama değeri			
	A	B	C	D	A	B	C	D
0.50	94.69	96.79	98.98	95.13	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
0.75	95.21	96.26	98.21	94.66	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.00	96.73	95.55	97.48	94.64	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.25	95.44	95.10	97.16	94.42	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.50	94.73	93.86	96.88	94.14	Çİ	İ	Çİ	Çİ
1.75	94.41	93.57	96.82	93.98	Çİ	İ	Çİ	İ
2.00	93.94	93.50	96.78	92.72	İ	İ	Çİ	İ



Şekil 5. Damlatıcıların damlama türdeşliği katsayıları

Sulama suyu eş dağılım katsayısı

Damlatıcıların sulama suyu eş dağılım katsayılarının (CU) uygunluğu ASAE (1994)'e göre değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen CU değerleri ve sınıflandırması Çizelge 8 ve Şekil 6'da verilmiştir.

Çalışmada tüm damlatıcılarda CU değerlerinin çok iyi sınıfında olduğu ve artan basınç değerleri ile birlikte CU değerlerinin düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 8, Şekil 6). Çamoğlu ve Yavuz, (2004); Hezarjaribi (2008); Mangrio ve ark. (2013) araştırmacıların yaptıkları çalışma sonucunda CU değerleri % 90'ın üzerinde kalarak genel olarak çok iyi sınıfına girdiklerini raporlamış ve basınç değerinin eş su dağılımını etkilediği sonucuna varmışlardır.

İstatistiksel üniformite

Damlatıcıların sulama istatistiksel üniformite katsayılarının uygunluğu (ASAE, 1994)' göre değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen Us değerleri Çizelge 9'da verilmiştir.

Çalışmada Şekil 7'ye bakıldığında D lateralinin 2 atm'lik basınç altındaki Us değeri iyi sınıfına girmiştir. Bunun dışında tüm lateraller ve basınçlarda Us değerinin çok iyi olduğu görülmektedir. Bunun yanında artan basınç değerleri ile birlikte Us değerlerinin

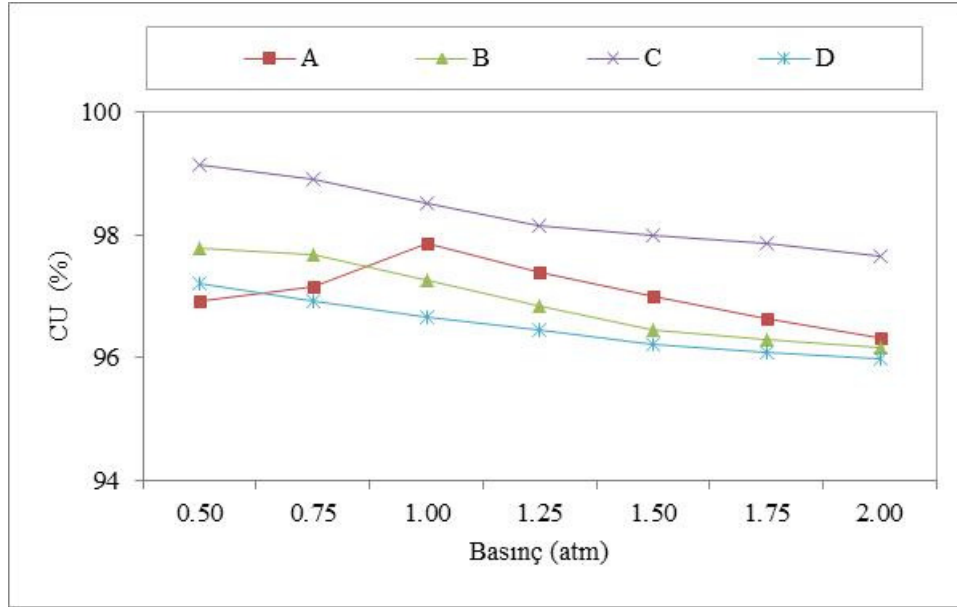
düştüğü görülmektedir. Çamoğlu ve Yavuz, (2004) araştırmacıların da yapmış oldukları çalışmada olduğu gibi Us değeri % 95 in üzerinde kalarak genel olarak çok iyi sınıfına girmiştir.

SONUÇ

Damla sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için damlatıcı akış özellikleri, basınç-debi ilişkisi, Yapım farklılık katsayısı (CV), damla türdeşliği (EU), sulama suyu eş dağılım katsayısı (CU) ve istatistiksel üniformite (Us) değerlerinin uygun sınırlar içerisinde olmasına bağlıdır. Yapılan çalışmada 4 farklı lateralın 7 farklı basınç altında ortaya çıkan performans göstergelerine bakıldığında sınıflama değeri olarak damlatıcıların çok iyi ve iyi değerlerde olduğu bulunmuştur. İyi bir sulama ile birlikte üniform bitki verimine ulaşabilmek için bu gösterge değerlerinin tüm damlatıcılar için en iyi değerler olması gerekmektedir. Bunun yanında üretilen her lateralın üretici firma dışında yetkili kurum ve kuruluşlarda farklı basınçlarda test edilip katalog değerlerinin oluşturulması gerekmektedir. Eş su dağılımının sağlanabilmesi için elde edilen değerlere göre sulama sisteminin, yapım farklılığı katsayısının en düşük olarak tespit edildiği basınçta çalıştırılması en uygun sonucu verecektir.

Çizelge 8 Damlatıcıların sulama suyu eşdağılım katsayıları

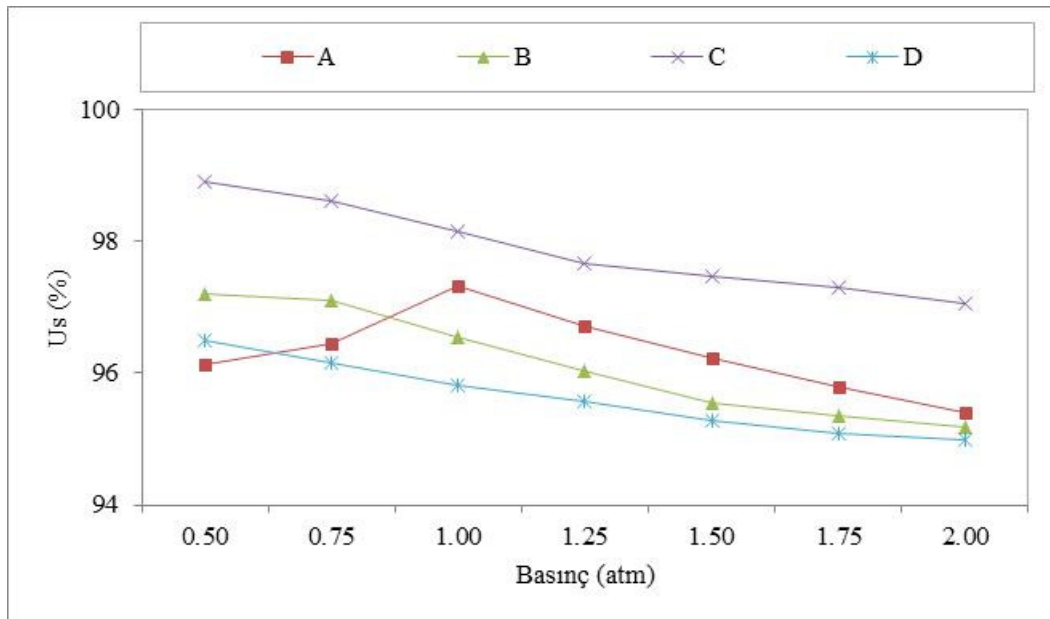
Basınç, atm	Sulama suyu eşdağılım katsayısı (CU), %				Sınıflama değeri			
	A	B	C	D	A	B	C	D
0.50	96.92	97.78	99.14	97.20	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
0.75	97.17	97.69	98.89	96.93	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.00	97.87	97.25	98.52	96.65	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.25	97.38	96.84	98.14	96.46	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.50	96.99	96.45	97.98	96.23	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.75	96.64	96.29	97.85	96.08	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
2.00	96.33	96.16	97.66	95.99	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ



Şekil 6. Damlatıcıların damlama türdeşliği katsayıları

Çizelge 9 Damlatıcıların istatistiksel üniformite katsayıları

Basınç, atm	İstatistiksel üniformite katsayısı (Us), %				Sınıflama Değeri			
	A	B	C	D	A	B	C	D
0.50	96.14	97.22	98.92	96.50	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
0.75	96.45	97.11	98.61	96.15	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.00	97.33	96.56	98.15	95.81	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.25	96.72	96.04	97.67	95.56	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.50	96.23	95.55	97.47	95.27	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
1.75	95.79	95.35	97.30	95.09	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
2.00	95.40	95.19	97.06	94.98	Çİ	Çİ	Çİ	İ



Şekil 7 Damlatıcıların damlama türdeşliği katsayıları

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi tarafından desteklenen 2013/3-40M nolu araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

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 Geçik (In-Line) Damlatıcılarda Yapım Farklılıklarının Eş Su Dağılımına Etkileri. ÇÜ. Fen Bil. Ens., Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, Yüksek Lisans Tezi. 116 Sy
- 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. 216-223pp.
- Bralts, V.F, Wu., I.P. 1979. Emitter flow variation and uniformity for drip irrigation. ASAE paper no. 79-2099. ASAE, St. Joseph, Michigan, USA.
- Bralts, V.F., Kesner, C.D. 1983. Drip Irrigation Field Uniformity Estimation. Transactions of the ASAE.26(5): 1369-1374.
- Christiansen, J.E. 1942. Hydraulic of Springling Systems for Irrigation. Trans. ASCE: 107: 221-239.
- Clark, G.A., Lamm, F.L., Rogers, D.H. 2005. Sensitivity of Thin-Walled Drip Tape Emitter Discharge to Water Temperature. Applied Engineering in Agriculture, 21(5): 855-863.
- Çamoğlu, G., Yavuz, M.Y. 2004. Yerli ve Yabancı Yapım Damlatıcılarının Sulama Performansları Yönünden Karşılaştırılması. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 18(1): 181-191.
- Çamoğlu, G., Yavuz, M.Y. 2006. Boruya İçten Geçik (In-Line) ve Dıştan Geçik (On-Line) Damlatıcılarda Yapım Farklılığı Katsayısının Sulama Yeknesaklığına Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 1-8.
- Demir, V. 1991. Türkiye'de Kullanımı Yaygın Olan Damla Sulama Boruları ve Damlatıcılarının İşletme Karakteristikleri Üzerinde Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 13.Ulusal Kongresi, 25-27 Eylül, Konya.
- Demir, V., Uz, E. 1999. A research on the Determination of the Technical Properties and Frictional Losses of the Components Used in Micro Irrigation Systems. 7th International Congress on Agricultural Mechanisation and Energy, 26-27 May, Adana-TÜRKİYE.
- Demir, V., Yürdem, H. 2000. Türkiye'de Üretilen ve Yaygın Olarak Kullanılan Farklı Yapım Özelliklerine Sahip Damlatıcıların Teknik Özellikleri ve Yapım Farklılıkları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(II): 85-92.
- Doğan, E. 2010. Effects of Drip Irrigation System Pressure Fluctuations on Drip Lateral Emitter Flow Rate and Diameter Change. Journal of Agricultural Sciences, 16: 235-241.
- Hezarjaribi, A., Dehghani, A.A., Helghi, M.M., Kiani, A. 2008. Hydraulic Performances of Various Trickle Irrigation Emitters. J of Agronomy, 7(3): 265-271.
- Keller, J., Karmeli, D. 1974. Trickle Irrigation Design Parameters. Trans of the ASAE, 17(4): 678-684.
- Kırnak, H., Doğan, E., Demir, S., Yalçın, S. 2004. Determination of Hydraulic Performance of Trickle Irrigation Emitters Used in Irrigation Systems in the Harran Plain. Tr. J. of Agr. and For., 28: 223-230.
- Madramootoo, C.A., Khatri, K.C., Rigby, M. 1988. Hydraulic Performances of Five Different Trickle Irrigation Emitters. Canadian Agricultural Engineering, 30: 1-4.
- Mangrio, A.G., Asif, M., Ahmed, E., Sabir, M.W., Khan, T., Jahangir, I. 2013. Hydraulic Performance Evaluation of Pressure Compensating (PC) Emitters and Micro-tubing for Drip Irrigation System. Sci.Tech. and Dev., 324: 290-298.
- Özekici, B., Sneed, R.E. 1995. Manufacturing Variation for Various Trickle Irrigation On-line Emitters. Applied Engineering in Agriculture, 11(2): 235.
- Solomon, K. 1977. Manufacturing Variation of Emitters in Trickle Irrigation Systems. ASAE Paper No: 77-2009. ASAE, St. Joseph, Michigan, 49085.
- Solomon, K. 1979. Variability of Sprinkler Coefficient of Uniformity Test Results. Transactions of the ASAE., 22: 1078-1086.
- Tüzel, İ.H. 1990. Yerli Yapım Damla ve Düşük Basıncılı Yağmurlama Sistemlerinin Bazı Teknik Özellikleri Ve Projelendirme Kriterleri Üzerinde Bir Araştırma. EÜ. Fen Bil. Ens., Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, Doktora Tezi, 95 s.
- Tüzel, İ.H. 1993. Damla Sulama Sistemlerinde Sulama Yeknesaklığının Değerlendirilmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 30: 119- 126.
- 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, 27-47pp.
- Wu, I.P., Gitlin, H.M. 1974. Drip Irrigation Design Based on Uniformity. Transactions of the ASAE., 17(3): 157-168.