

Mısır ve Ceviz Yetiştirilen Bazı Arazilerde Kurulu Damla Sulama Sistemlerinde Bazı Performans Ölçütlerinin Belirlenmesi

Selçuk ÖZER

Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü, Kırklareli

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): selcukozer86@gmail.com

Geliş tarihi (Received) : 27.01.2020

Kabul tarihi (Accepted): 11.05.2020

DOI: 10.21657/topraksu.680346

Öz

Bu çalışma, 2017-2018 yıllarında Kırklareli ilinde mısır ve ceviz yetiştiriciliğinde kullanılan 15 adet çiftçi arazisindeki damla sulama sistemlerinde bazı performans ölçütlerini tespit etmek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü işletmelerdeki damla sulama sistemlerinde, sulama eş dağılımının (CU) %82-96, damlatıcı değişim katsayıları (Cv) 0.02-0.21, istatistiksel eş dağılım katsayıları (Us), %79-99, sistem su çıkış türdeşliği katsayıları (Eua) ise %82-99 arasında değişmiştir. Buna göre, test edilen damla sulama sistemlerinin bazılarında ilk projelendirme, kurulum ve işletiminde bazı kriterlerin uygun olmadığı tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları, lateral hatlarının gereğinden çok fazla uzun seçilmesi, kullanılan malzemelerin yeterli kalitede olamaması, filtrasyon sisteminin uygun seçilmemesi, uygun olmayan damlatıcı debi seçimi ve işletme basınçlarının 1.0-1.5 atmosferin çok altında olması sayılabilir. Ölçülen bu parametreler toprakta su dağılımı, etkin su kullanımı ve verim ile doğrudan ilişkili olması nedeniyle, sistem kurulmadan önce toprak ve bitki özellikleri esas alınmalı ve sistem tekniğe uygun işletilmelidir. Ayrıca sistemi kullananların yeterli eğitimi alarak deneyimlerini artırmaları sistemlerin sürdürülebilir kullanımı ve en yüksek yararın sağlanması bakımından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Sulama eş dağılımı(CU); damlatıcı değişim katsayısı (Cv); istatistiksel eş dağılım katsayısı (Us); sistem su çıkış türdeşliği katsayısı (Eua); damla sulama performansı

Determination of Performance Criteria in Drip Irrigation Systems Installed in Some Corn and Walnut Fields

Abstract

This study was carried out to determine some performance criteria in drip irrigation systems in 15 farmer lands used in corn and walnut cultivation in Kırklareli province in 2017-2018. In drip irrigation systems under the field operations where the study is carried out, Irrigation corresponding distribution (CU), dripper variation coefficient (Cv), statistical corresponding distribution coefficient (Us), 79-99%, system water discharge homogeneity coefficient (Eua) ranged from 82-96%, 0.02-0.021, 79-99%, and 82 to 99%, respectively. Accordingly, it was found that some criteria were not suitable for the initial design, installation and operation of some of the tested drip irrigation systems. Some of these can be mentioned that the lateral lines are chosen too long than necessary, the materials used are not of sufficient quality, the filtration system is not chosen properly, the inappropriate dripper flow selection and operating pressures are well below 1-1.5 atmosphere. Since these measured parameters are directly related to water distribution in the soil, efficient water use and yield, soil and plant properties should be taken into consideration and the system should be operated in accordance with the technique before the system is installed. In addition, it is important for the users of the system to increase their

experience by getting sufficient training in terms of sustainable use of the systems and providing the highest benefit.

Keywords: Irrigation corresponding distribution (CU), dripper variation coefficient (Cv), statistical corresponding distribution coefficient (Us), system water discharge homogeneity coefficient (Eua), drip irrigation performance

GİRİŞ

Trakya bölgesinde, su kaynaklarının kısıtlı olması ve gelişen sanayinin bu kaynakları daha fazla kullanması, tarımsal sulamada kullanılacak su miktarını kısıtlamaktadır. Öte yandan, bölgede uygun mekanizasyon, yeterli gübreleme, etkin tarımsal mücadele, iyi tohumluk seçimi gibi etmenlerin sağladığı verim artışı belirli düzeye ulaşmıştır. Yörede ulaşılan üretimin daha da artırılmasının yolu, bilinçli ve ekonomik sulama uygulamalarının yapılmasıyla gerçekleşebilir (Gültaş, 2013).

Sulama, yöntem veya sisteminin seçiminde ekonomik faktörler çok önemlidir. Suyun hangi yöntemle ve hangi miktarda verileceği eldeki tüm mevcut olanaklar ile en ekonomik kararı vermek zorunda olan çiftçinin kendisidir. Ancak en uygun yöntemi ve en uygun sulama programını seçerek etkin bir sulama sağlanabilir ve buna paralel olarak da verimde ve çiftçinin gelirinde artış sağlanabilir (Orta, 1997). Farklı sulama yöntemleri içerisinde eşdeğer su kullanımı, yüksek su ve sulama randımanı, işletme kolaylığı bakımından özellikle sera, sebze ve meyve ağaçlarının sulanmasında ve tarla bitkilerinde damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır.

Damla sulama sistemlerinin hızlı gelişmesi ve tarım alanlarına çok hızlı yayılması sistemin kurulmasında ve işletilmesinde birçok problemi ortaya çıkarmıştır. Bu problemlerin çözülebilmesi için iklim-toprak-bitki gibi özelliklerin göz önünde bulundurularak tüm mühendislik işlemlerin hepsini içine alan bir bütün olarak sistemin kurulması ve gereksinimlerin sağlanarak işletilmesi gerekmektedir. Bunun yanında sistem kullanıcılarına ayrıca sistem kullanımı ile ilgili eğitimlerin verilmesi de son derece önemlidir (Kukul, 1993, Aydın vd., 2019).

Sulama yöntemi seçildikten sonra yapılması gereken en önemli konu sulama yöntemine uygun sulama sisteminin projelendirilmesi ve bu sistemin en iyi şekilde işletilmesidir. Kurulan sulama sisteminin performansını belirlemek azalan

su kaynaklarının etkin kullanımı ve korunumu açısından çok önemlidir. Çünkü sistem performansı, projelirmede ve planlamada gerçekleştirilmek istenilen hedeflerin hangi oranda gerçekleştiğini ifade eder.

Kurulu damla sulama sistemlerinin performanslarını belirleyebilmek için bazı kriterlerin hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplamaların yapılabilmesi için damlatıcı debi ve basıncı, sistemin işletme basıncı, lateral uzunlukları, toprak tipine göre ilettilen alan yüzdesi vb. birçok kistasın ölçülerek hesaplanması gerekmektedir. Sulama eşdağılımı (CU), istatistiksel eş dağılım (Us), dağılım türdeşliği (DU) gibi performans kriterleri beklenen verim ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirilmiştir (Solomon, 1994). Sulama sistemlerinin performanslarını ölçmek için Sulama eşdağılımı (CU), varyasyon katsayısı (Cv), dağılım türdeşliği (DU) ve debi değişim katsayıları gibi parametrelerin hesaplanması gereklidir (Nakayama ve Bucks, 1986, Wu vd., 1979). Damla sulama sistemlerinin değerlendirilmesinde ASAE (1998)'e göre, nokta kaynaklı damlatıcılarda, damlatıcı debi değişim katsayıları (Cv); $Cv < 0.05$ "çok iyi", $Cv = 0.05-0.07$ "orta", $Cv = 0.07-0.11$ "marjinal", $Cv = 0.11-0.15$ "kötü" ve $Cv > 0.15$ "kabul edilemez" olarak sınıflandırılmıştır. Correia, (1990), damla sulama sistemi kurulu alanlarda yaptığı çalışmada varyasyon katsayıları (Cv) değerinin 0.01-0,38 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Düşük varyasyon katsayıları (Cv) değerlerinin laterallerde ve damlatıcılardaki tıkanma ve deformasyondan kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Test edilen damla sulama sistemlerinde sulama suyu ve dağılımının değerlendirilmesi ve sistem performanslarının incelenmesinde, Christiansen eş dağılım katsayısı (CU) belirlenmiştir. Christiansen eşdağılım katsayısının (CU) değerlendirilmesinde ise; $CU > 90$ "çok iyi", $CU = 80-90$ "iyi", $CU = 70-80$ "orta", $CU = 60-70$ "zayıf" ve $CU < 60$ "çok zayıf/kabul edilemez" olarak kabul edilmektedir (Tüzel, 1993). Korukçu ve Yıldırım (1984), damla sulama sistemi kurulumu

aşamasında CU değerinin %98'den büyük olması gerektiğini vurgulamışlardır. Bağdatlı (2006), yaptığı damla sulama performans araştırmasında CU değerlerini %77-96 arasında tespit etmiş ve kurulu sistemlerin CU sınıflaması bakımında "orta", "iyi" ve "çok iyi" olarak farklı sınıflarda yer aldığını belirtmiştir. Damla sulamada arazide eş su dağılım göstergelerinde biri olan istatistiksel eş dağılım (Us) katsayısı Kanber vd. (1996) ile Lamm vd. (1997)'ye göre $Us = \%100 - 95$ "çok iyi", $Us = \%90 - 85$ "iyi", $Us = \%80 - 75$ "orta", $Us = \%70 - 65$ "kötü/zayıf" ve $Us < \%60$ "kabul edilemez" olarak sınıflandırılmıştır. Damla sulama sistemlerinde sistem su çıkış türdeşliği (Eua) değeri sistemde damlatıcıların performansını ölçen bir kriterdir. Birçok araştırmacı damla sulama yapılan alanlarda eş bir su çıkışı sağlanabilmesi için bu değer %90'dan büyük olması gerektiğini belirtmiştir (Keller ve Karmeli, 1975; Sivanappen ve Padmakumary, 1980; Wu, 1998).

Sulama sistemlerinin temel amacı; bitkinin istediği kadar suyu istediği zamanda ve arazinin her yerine eşit miktarda vermektir. Sistemin eş bir su dağılımını sağlaması için planlamanın, kurulumun ve işletilmesinin tam bir bütün olarak planlanması gereklidir. Sistemde kullanılacak malzemelerin seçimi, toprak tipi, bitki tür ve çeşidi, topografya, lateral hat uzunlukları, damlatıcı debisi, işletme basınçları vb. birçok özelliğin uygun olarak seçilmesi gereklidir (Yaohu vd., 1995; Farouk, 1998; Danyeli, 2004).

Bu araştırmanın amacı; Kırklareli ilinde özellikle mısır ve ceviz alanlarında kurulu olan damla sulama sistemlerinin bazı performans kriterlerini belirlemek, sistemin projelendirilmesinde, kurulmasında ve işletilmesinde ortaya çıkan sorunlara çözüm önerileri getirmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma yeri ve tarımsal yapı

Bu çalışma 2017-2018 yıllarında Kırklareli ilinde damla sulama sistemi ile sulanan mısır yetiştiriciliğinin yapıldığı ve ceviz bahçelerinin bulunduğu çiftçi arazilerinde yapılmıştır. Damla sulama performans ölçütleri 10 adet mısır arazi ve 5 adet de ceviz bahçesinde yürütülerek tespit edilmiştir.

Kırklareli ilinin Karadeniz'e yakın bölgeleri Karadeniz iklimi, iç bölgeler ise karasal iklim özelliği göstermektedir. İl geneli toprak özelliği bakımından

incelendiğinde kumlu-tın, tın, killi-tın özelliğe sahip orta bünyeli topraklardan oluşmaktadır (TOPRAK SU, 1972).

Kırklareli ilinin yaklaşık 655 000 hektarlık yüz ölçümünün %39'unu işlenebilir tarım arazileri, %5'ini ise çayır-mera alanları oluşturmaktadır. İl genelinde 2018 yılında tarım alanlarının % 54'ünü buğday, %33'ünü ayçiçeği, %7'sini ise yem bitkileri oluşturmaktadır. Mısır ekili alanların toplamı yaklaşık olarak 119 000 da'dır (TÜİK, 2019).

Arazide yapılan ölçümler

Çalışmanın yapıldığı alanlarda, mevcut damla sulama sisteminde üretim alanını da temsil edecek şekilde iki alt birim (manifold) seçilmiştir. Seçilen manifoldların giriş çıkışlarında basınç ölçümleri yapılmış ve ayrıca, her bir manifoldun üzerinde 4 ayrı lateral hat (manifoldun girişinde, 1/3'ü, 2/3'ü ve manifoldun sonunda) seçilmiştir. Laterallerde de girişte, 1/3'ünde, 2/3'ünde ve sonunda damlatıcılar seçilmiş ve seçilen damlatıcılarda debi ve basınç ölçümleri yapılmıştır. Her lateralde en az 16 damlatıcı olmak üzere, bir sistemde en az 64 damlatıcı test edilmiştir.

Test lateralleri ve alt birimlerde (manifold) yapılan performans ölçütlerinin hesaplanması

Bunlar, ortalama damlatıcı debisi (q_a), standart sapma (S_d) ve varyasyon katsayıları (C_v) olarak aşağıda verilen eşitlikler (1,2,3) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$S_d = \frac{\sqrt{(q_1^2 + q_2^2 + \dots + q_n^2 - nq_a^2)/(n-1)}}{q_a} \quad (1)$$

$$q_a = \frac{S_d}{q_a} \sum_{i=1}^n q_i \quad (2)$$

$$C_v = \frac{1}{n} \quad (3)$$

Eşitliklerde;

S_d : Standart sapma

$q_1, q_2 \dots q_n$: Test edilen damlatıcıların debisi, ($L h^{-1}$),

n : Damlayıcı sayısı,

Test edilen damlatıcıların ortalama debisi, ($L h^{-1}$),

C_v : Damlatıcı değişim katsayısı.

Sulama (uygulama) eş dağılım katsayısı (CU)

Sulama (uygulama) eş dağılımı (CU), Keller ve Karmeli (1974), Kanber vd. (1996) tarafından verilen eşitlik (4) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$CU = 100.0 - 80.0 \frac{S_d}{q_a} \quad (4)$$

Eşitlik için çok sayıda veri kullanıldığı için debi değerlerinin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir.

Eşitlikte;

S_d: Standart sapma,

Ortalama damlatıcı debisi, (L h⁻¹).

İstatistiksel eşdağılım (Us)

Bralts ve Kesner (1983) tarafından verilen esaslara göre aşağıda verilen eşitlik (5) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$U_s = 100 (1 - C_v) = 100 \left(1 - \frac{S_d}{q_a} \right) \quad (5)$$

Sistem yayılım (su çıkış) türdeşliği (Eua)

Keller ve Bliesner (1990) tarafından önerilen eşitlik (6) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$E_{ua} = \left(\frac{100}{2} \right) \left(\frac{q_a}{Qa} + \frac{Qa}{Qx} \right) \quad (6)$$

Eşitlikte;

Q_x: Sistemde en yüksek debiye sahip 1/8'in ortalama debisi, (L h⁻¹),

Q_a: Sistemde en düşük debiye sahip 1/8'in ortalama debisi, (L h⁻¹),

: Sistemde ortalama damlatıcı debisi, (L h⁻¹).

Sistemde damlatıcı su çıkış türdeşliğinin kabul edilmesi için elde edilecek değer, %90'dan q_a yüksek olması gerekir.

Laterallerdeki basınç değişimi (S_{hl}):

Basınç değişimleri, hem manifold hem de lateral hatları için hesaplanmıştır. Basınç değişimi, aşağıdaki eşitlik (7) kullanılarak hesaplanmıştır (Kanber vd., 1996).

Eşitlikte;

$$S_{hl} = \frac{(H_{L1} - H_{L4})}{H_{L4}} \quad (7)$$

S_{hl}: Lateraldeki basınç değişimi (Bar),

H_{L1}: Lateral üzerindeki ilk veya ikinci damlatıcının çıkış basıncı (Bar),

H_{L4}: Lateral sonundaki damlatıcının çıkış basıncı (Bar).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Arazide kurulu damla sulama sistem özellikleri

Test yapılan alanlardaki mevcut bitki ve kurulu sistemlere ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada ele alınan mısır ve ceviz bitkilerinin sulamasında yaygın olarak 1.6-4.0 L h⁻¹ arasında değişen damlatıcılar kullanılmıştır. Ortalama damlatıcı debileri, 1.40 – 4.18 L h⁻¹ arasında değişmiştir. Ortalama damlatıcı basınçları ise 0.37-1.20 atmosfer arasında değişmiştir. Damlatıcı basınçları 13 parselde kabul edilen işletme basıncının (1.0-1.5 atm) altında, 2 parselde ise 1.0 atmosfer civarında ölçülmüştür. Ölçülen ortalama damlatıcı debileri ve damlatıcı basınçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Yeterli ıslatma alanı oranının elde edilmesi koşullarında sistem debisini artırmamak için olanaklar ölçüsünde düşük debili damlatıcılar tercih edilmektedir (Orta, 1997). İşletme basıncı 0.2-3.0 atm arasında değişebilmektedir. Sistem zorunlu olmadıkça, 1 atmosferden az düşük çalıştırılmamalıdır. Aksi durumda damlatıcı içerisindeki akış yolu boyunca, kimyasal madde birikimi ve organik materyal birikimi olmakta, damlatıcıların çabuk yıpranması ve debilerin düşmesi sorunları ortaya çıkmaktadır (Yıldırım ve Korukçu, 1999). Yapılan test sonuçlarına göre uygun damlatıcı debili damla sulama boruları kullanılmış fakat işletme basınçlarının düşük kullanılması sebebi ile damlatıcılarda istenilen basınç yakalanamamıştır (Çizelge 2).

Araziden alınan veriler ile hesaplanan Performans ölçütleri

Araziden ölçülen veriler ile hesaplanan performans ölçütleri Çizelge 3'de verilmiştir. Hesaplanan damlatıcı değişim katsayısı (C_v) değerleri 0.02-0.21 arasında değişmiştir. ASAE (1998) sınıflamasına göre T6 (0.17) ve T9 (0.21) testlerinin damlatıcı debi değişim katsayıları kabul edilemez sınıfında yer almıştır. Bunun nedeninin testlerde damlatıcılarda ölçülen debi ile istenen debi arasında oluşan farklardan olduğu kaynaklı olduğu söylenebilir. Solomon (1985), yaptığı araştırmada damlatıcılarda meydana gelen tıkanmalar veya işletme basıncının düşük olması gibi nedenlerin ölçülen debi değerlerinin düşük çıkmasına neden olabileceğini açıklamıştır. Howell vd., (1986), sistemdeki basınç değişimlerinin damlatıcılarda tıkanmalara neden olacağını ve arazide eş bir su

Çizelge 1. Test yapılan alanlarda bitki ve sisteme ait bazı özellikler**Table 1.** Some characteristics of plant and system in tested areas

Test no	Hibe desteği (var/yok)	Bitki	Ekim/ Dikim	Lateral	Lateral	Lateral	Damlaticı	Damlaticı
			Aralığı (m)	Boru Çapı (mm)	Uzunluğu (m)	Aralığı (L h ⁻¹)	Debisi (m)	Aralığı
T ₁	Var	Mısır	0.70x0.15	22	40-150	1.40	1.60	0.50
T ₂	Var	Mısır	0.70x0.15	20	240	1.40	2.20	0.50
T ₃	Yok	Mısır	0.70x0.30	20	120	1.40	2.20	0.70
T ₄	Yok	Ceviz	7.00x7.00	20	186	7.00	2.00	0.50
T ₅	Yok	Ceviz	7.00x7.00	20	101	7.00	2.00	0.50
T ₆	Var	Mısır	0.70x0.12	22	270	1.40	2.60	0.40
T ₇	Var	Mısır	0.70x0.12	22	220	1.40	2,60	0.40
T ₈	Var	Mısır	0.70x0.12	22	300	1.40	2.60	0.33
T ₉	Yok	Mısır	0.70x0.15	22	307	1.40	1.60	0.33
T ₁₀	Var	Mısır	0.70x0.15	22	180	1.40	2.60	0.40
T ₁₁	Yok	Mısır	0.70x0.15	22	200	1.40	2.60	0.50
T ₁₂	Yok	Ceviz	7.00x3.00	20	80	7.00	2.00	0.50
T ₁₃	Yok	Ceviz	8.00x8.00	20	100	8.00	2.30	0.70
T ₁₄	Yok	Ceviz	6.00x4.00	16	140	6.00	2.00	0.50
T ₁₅	Yok	Mısır	0.70x0.15	16	150	0.70	2.20	0.33

dağılımının sağlanamayacağını bildirmişlerdir. Araştırmada CU değerleri %82-96 arasında değişmiş olup, T3 (%89), T6 (%80) ve T7 (%82), T9 (82) ve T15 (%86) testleri "iyi", geri kalan testlerin tamamı CU değerleri bakımından "çok iyi" sınıfında yer almıştır (Wu ve Gitlin, 1974; Tüzel, 1993). Camp vd.,

Çizelge 2. Test yapılan damla sulama sistemlerinde damlaticılara ait bazı özellikler**Table 2.** Some characteristics of the drippers in the tested drip irrigation systems

Test no	Damlaticı	Ortalama	Ortalama
	debisi (q) (L h ⁻¹)	damlaticı debisi (qa) (L h ⁻¹)	damlaticı basıncı (h _{ort}) (atm)
T ₁	1.60	1.25	0.59
T ₂	2.20	1.78	0.41
T ₃	2.20	1.96	0.50
T ₄	2.00	2.10	1.01
T ₅	2.00	2.26	0.98
T ₆	2.60	1.64	0.41
T ₇	2.60	1.37	0.41
T ₈	2.60	1.81	0.52
T ₉	1.60	1.04	0.39
T ₁₀	2.60	2.12	0.78
T ₁₁	2.60	1.78	0.37
T ₁₂	4.00	3.62	0.63
T ₁₃	2.30	2.00	0.86
T ₁₄	2.00	1.86	0.66
T ₁₅	2.20	1.42	0.65

(1997), yaptıkları damla sulama sistem performans araştırmasında CU değerlerini %90 üzerinde tespit etmişler ve "çok iyi" sınıfında yer aldığını bildirmişlerdir. (Bralts vd., 1981; Bağdatlı, 2006). Damla sulama sisteminin kullanıldığı işletmelerde istatistiksel eş dağılım (Us) değerleri %79-99 arasında değişmiştir. Kanber vd., (1996)'ya göre yapılan sınıflamaya göre T9 testi (%79) "orta" geri kalan tüm testler "iyi" ve "çok iyi" sınıfında yer almıştır. Lamm vd. (1997), yaptıkları araştırmada sistem performansının kabul edilebilirliğini açıklamak için Us katsayısını kullanmışlardır. Karakaya (2009), yaptığı araştırmada Us değerlerini %76-90 arasında bulmuştur. Düşük Us değerlerinin olduğu testlerde sistemde her noktada aynı basıncın sağlanamadığını bundan dolayı eş bir su dağılımının yapılamadığını bildirmiştir. Yaman (2015) İzmir'de 18 işletmede yaptığı damla sulama performans değerlendirmesinde Us değerlerini %47-95 arasında bulmuştur. Orta ve yetersiz kategoride olan işletmelerde, debi dağılımı üniformluğu açısından iyi bir performans olmadığını bildirmiştir. Buna neden olarak da laterallerde meydana gelen deformasyonları ve sistemde meydana gelen tıkanmaları göstermiştir. Eua (sistem su çıkış türdeşliği) değerlerinin yapılan testler sonucunda %82-99 arasında değişmiştir. Sivanappen ve Padmakumary (1980)'e göre Eua değerlerinin %90'dan küçük olması halinde sistemde eş bir su çıkışının olmadığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda T6 (%87), T7 (%89) ve T9 (%82) tanımlı arazilerde %90'dan küçük Eua değerleri

Çizelge 3. Test yapılan damla sulama sistemlerinde ölçülen bazı performans kriterleri
Table 3. Some performance criteria in the tested drip irrigation systems

Performans Ölçütleri	Test No														
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
Sd	0.06	0.14	0.13	0.06	0.14	0.28	0.21	0.07	0.22	0.04	0.16	0.07	0.10	0.04	0.16
Cv	0.05	0.08	0.07	0.03	0.06	0.17	0.15	0.04	0.21	0.02	0.09	0.02	0.05	0.02	0.11
CU (%)	95	91	89	96	90	80	82	94	82	96	90	94	90	96	86
Us (%)	95	92	93	97	94	83	85	96	79	97	86	87	94	97	88
Eua (%)	98	99	99	97	95	87	89	95	82	95	98	94	92	96	93
ShL (%)	37	72	67	50	16	29	71	5	65	2	37	27	49	10	37

elde edilmiştir. Yapılan testler ve çiftçilerden alınan bilgilere göre; damlatıcılarda tıkanmalar, sistemin istenilen işletme basıncında çalıştırılmaması ve tam bir kontrol biriminin bulunmaması sistemde Eua değerlerinin düşük çıkmasına neden olmuştur. Little vd. (1993), damla sulama sistemi kurulu işletmelerde yaptıkları araştırmada, sistem ve sistem öğelerinin doğru kurulmadığını, sistemin işletilmesinin yanlış yapıldığını ve planlama hatalarının sistemde basınç değişimlerine neden olduğunu bildirmişlerdir. Burt (2004), yaptığı çalışmada, damla sulamada su çıkış türdeşliğinin; laterallerde oluşan basınç değişimlerine, yıpranmalara ve tıkanmalara bağlı olarak değiştiğini vurgulamıştır. Birçok araştırmacı laterallerin yıpranması, damlatıcıların tıkanması ve deformasyonu gibi olumsuzlukları, su çıkış türdeşliğinin (Eua) düşük çıkmasının en büyük nedenleri arasında göstermiştir (Keller ve Karmeli, 1975, Bralts ve Wu, 1979, Barragan vd., 2006). Laterallerin giriş ve çıkış basınçları arasındaki farklar (ShL) değerleri %2-72 gibi geniş bir aralıkta değişim göstermiştir. Özellikle basınç değişiminin yüksek olduğu T2 (%72), T3 (%67), T4 (%50), T7 (%71) ve T9 (%65) testlerinde lateral uzunlukları sırası ile 240 m, 120m, 186 m, 220m ve 307 m olarak bulunmuştur. Yalnız T4 testinde lateral giriş ve çıkışı arasındaki fark yüksek (%50) olmasına karşın basınç ayarlı damlatıcılar (ortalama damlatıcı debisi 2,1 L h⁻¹) kullanıldığı için alanda eş bir su dağılımı sağlanabilmiştir (Çizelge 2). Yaohu ve ark. (1995), damla sulama sisteminin kurulumunda eş bir su dağılımının yakalanabilmesi için manifold, lateral uzunluk ve çaplarının ve sistemin çalışma basınçlarının doğru olarak seçilmesi gerektiğinin belirtmişlerdir. Urgan ve Çetin (2011), yaptıkları araştırmada damla sulama sistemlerinde eş deş bir sulama uygulaması yapmak için uygun lateral ve manifold uzunlukları seçilmesini önermişlerdir. En uygun lateral uzunluklarının eğimsiz tarım arazilerinde

100-150 m'yi aşmaması gerektiğini vurgulamış ve aşması durumunda eş deş bir su dağılımının yakalanamayacağını bildirmişlerdir (Çakmak ve Beyirbey, 1996, Ünal, 2011). Ayrıca laterallerde basınç farklarının düşürülmesi için uygun bir filtreleme yapılması ve sistemin optimum basınçta çalıştırılması çok önemlidir (Fry, 1985, Little vd., 1993).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın sonucunda; sistemde ölçülen debilerin düşük çıkması, damla sulama yapılan mısır ve ceviz alanlarında suyun eşit bir şekilde dağılmadığını göstermekte ve aynı doğrultuda düşük Cv (damlatıcı değişim katsayısı) ve Us (İstatistiksel eş dağılım) değerleri alanda eş bir sulamanın yapılmadığına işaret etmektedir. Eş bir su dağılımının sağlanabilmesi için işletme aşamasında sistem 1.0-1.5 atm çalıştırılmalıdır.

Yapılan bazı testlerde debi değerlerinin; istatistiksel eş dağılımının, sistem su çıkış türdeşliğinin düşük değerlerde bulunması ve giriş ve çıkış lateralleri arasındaki farkın çok yüksek olması (% 2-72) sistemin planlanması ve kurulması aşamasında bazı problemlerin olduğunu göstermektedir. Arazide yapılan ölçümlerde laterallerin olması gerekenden daha fazla uzunlukta olduğu (40-307 m) anlaşılmıştır. Lateral uzunlukları 100-150 m daha fazla çekilmemelidir.

Sonuç olarak; araştırmada ölçtüğümüz performans kriterleri elde edilmek istenen verim ile doğrudan ilişkilidir. Sistemin yanlış projelenmesi ve işletilmesi verim kaybına, ekonomik kayıplara neden olacaktır. Bunun yanında sulama suyunda çok büyük kayıplar meydana gelecektir. Bu nedenle sistemin tüm gereksinimler göz önünde bulundurularak kurulmalı ve işletilmesi aşamasında da kullanıcılara sistemin tümü hakkında bilgi verilmesi sağlanmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma, "Türkiye'de Kullanılan Damla Sulama Sistemlerinin Teknik Performanslarının Belirlenmesi Ve Damla Sulama Desteklerinin Etki Analizi" isimli projenin bazı verileri kullanılarak hazırlanmıştır. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, TAGEM/TSKAD/G/17/A9/P3/512.

KAYNAKLAR

ASAE (1998). Field evaluation of microirrigation systems. EP405.1. ASAE standards. Amer. Soc. Agric. Engr., St. Joseph, MI. Pp. 756-759.

Aydın B, Öztürk O, Çebi Ü, Özer S, Özkan E (2019). Edirne İlinde Üreticilerin Damla Sulama Desteklemelerinden Faydalanma Durumlarını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi. Toprak Su Dergisi, 8(2), 87-95.

Bağdatlı M C (2006). Konya Çevresinde Sebze Bahçelerinde Uygulanan Damla Sulama Sistemleri Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Konya. 76 s.

Barragan J, Bralts V, Wu I P (2006). Assessment of Emission Uniformity for Micro-Irrigation Design, Biosystems Engineering, 93(1): 89-97.

Bralts V F, I Wu, Gitlin H M (1981). Drip irrigation uniformity considering emitter plugging. Transactions of the ASAE 24(5):1234-1240.

Bralts V F, Kesner C (1983). Drip irrigation field uniformity estimation. Transactions of the ASAE, 24, 1369-1374.

Bralts V F, Wu I P (1979). Emitter Flow Variation and Uniformity for Micro-Irrigation Design. Biosystems Engineering, 93(1):89-97.

Burt C M (2004). Rapid Field Evaluation of Drip and Microspray Distribution Uniformity. Kluwer Academic Publishers. Irrigation and Drainage Systems 18:275-297.

Camp C R, Sadler E J, Busscher W J (1997). A comparison of uniformity measures for drip irrigation systems. Transactions of the ASAE, 40(4), 1013-1020.

Çakmak B, Beyirbey M (1996). Damla Sulama Sisteminin Tasarım, İşletme ve Yönetiminde Karşılaşılan Sorunlar. Toprak Su, Cilt . 2, 14-22.

Danyeli İ (2004). Mersin-Erdemli beldesinde teraslı bir alanda bulunan narenciye bahçesinde kurulu tam otomatik damla sulama sisteminin değerlendirilmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tar. Yap. ve Sul. Anabilim Dalı Yüksek lisans Tezi,

Farouk H A (1998). Evaluation of Emission Uniformity For Efficient Microirrigation (Doctoral dissertation, PhD Thesis. Irrigation and Soils with Agro-Industrial Management. Fresno. California).

Fry R A, (1985). Trickle system evaluation findings in the San Joaquin Valley, California. Proceedings of the Third International Drip/trickle Irrigation Congress Held in Fresno, Vol. 10-85 (1):288-293, ASAE Publication, California. Adana, 40s.

Gültaş H T, (2013). Kolza (Brassica napus L.) Bitkisinin Toprak-Su-Atmosfer İlişkilerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Anabilim dalı, Doktora Tezi. Tekirdağ.

Howell T A, Musick J T, Tolk J A (1986). Canopy temperature of irrigated winter wheat. Transact. ASAE. Pp:1692-1698.

Kanber R, Öğretir K, Güngör H, Kara C (1996). Sulanır Alanlarda Su Kullanım Etkinliğinin (Randıman) Değerlendirilmesi. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi. Proje No : 423, Eskişehir, 116s.

Karakaya A (2009). Büyük Menderes Havzasında Damla Sulama Sistemlerinin Tarla Koşullarında Performanslarının Değerlendirilmesi. Adnan menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Aydın, 69s.

Keller J, Bliesner R D (1990). Sprinkle and trickle irrigation.

Keller J, Karmeli D (1974). Trickle irrigation design parameters. Transaction of the ASAE, 7: 678-684.

Keller J, Karmeli D (1975). Trickle irrigation design. rain bird sprinkler manufacturing corporation.

Korukçu A, Yıldırım O (1984). Damla sulamasında su dağılımı açısından yan boru uzunluklarının saptanması. I.Ulusal Kültürteknik Kongresi, ÇÜ ZF, 16-39.

Kukul, Y.S., 1993. Alaşehir Bölgesindeki Bağlarda Kullanılmakta Olan Bazı Damla Sulama Sistemlerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tar. Yap. Ve Sul. Anabilim Dalı. İzmir. 120s.

Lamm F R, Storlie C A, Pitts J P (1997). Field Evaluation of Microirrigation Systems. ASAE Arinual International Meeting Minneapolis, (August 10-14), 9720 70s., Minnesota.

Little G, Hills D, Hanson B (1993). Uniformity in pressurized irrigation systems depends on design, installation. California Agriculture, 47(3), 18-21.

Nakayama F S, Bucks D A (1986). Trickle Irrigation for Crop Production Design, Operation and Management, Developments in Agricultural Engineering 9. New York, N.Y.:Elsevier.

Orta A H (1997). Antalya yöresindeki damla sulama uygulamalarında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları (Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü). Ankara.

Sivanappan R K, Padmakumari O (1980). Drip irrigation, Tamil Nadu Agriculture University, Booklet, pp. 70.

Solomon K H (1984). Yield related interpretations of irrigation uniformity and efficiency measures. Irrig. Sci. 5:161-172.

Solomon K H (1985). Global uniformity of trickle irrigation systems. Transactions of the ASAE, 28(4), 1151-1158.

Tanrıverdi Yaman S (2015). Tarım kredi kooperatiflerince kredilendirilen damla sulama sistemlerinde performans değerlendirmesi (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

TOPRAK SU (1972). Kırklareli İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu ve Haritası. TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Yayınları:249. Raporlar Serisi:37, Ankara.

TÜİK (2019). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>.

Tüzel İ H (1993). Damla Sulama Sistemlerinde Sulama Yeknesaklığının Değerlendirilmesi. E.Ü. Ziraat Fak.Dergisi, 30, (1-2),119-126, İzmir.

Ünal Y (2011). Yerli üretim bazı damla sulama borularında optimum lateral uzunluklarının tesbiti (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Uygan D, Çetin Ö (2011). Eskişehir ve Sakarya İlleri'nde Kurulu Bazı Damla Sulama Sistemlerinde Performans Göstergelerinin Değerlendirilmesi Damla sulama sistemlerinde performans göstergeleri. Toprak Su Dergisi, 4(1), 27-35.

Von Bernouth D, Solomon K H (1986). Trickle irrigation for crop production.design principles (emitter construction). Edited by F.S Nakayama and D.A Bucks. Elsevier, 27-51.

Wu I P, Gitlin H M (1974). Hydraulics and uniformity of drip irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, 99(2): 157-167.

Wu I P, (1998). Emission Uniformity on Microirrigation Design and Scheduling. Proceedings on The Irrigation Association's 19th Annual meeting, November 1-3, 1998, San Diego, California, USA, s. 71-78.

Yaohu K, Nishiyama S, Kawano H (1995). A simple method of designing uniform-water-application drip irrigation system. Transactions of the Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering (Japan). ISO 690

Yıldırım O, Korukçu A (1999). Damla sulama sistemlerinin projelenmesi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ders Notları (Basılmamış), 98-1.