

Araştırma Makalesi

Kırklareli İlinde Kullanılan Bazı Damla Sulama Sistemlerinin Teknik Performanslarının Değerlendirilmesi

Selçuk ÖZER*, Ozan ÖZTÜRK, Ülviye ÇEBİ, Başak AYDIN

Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitü Müdürlüğü, Kırklareli

*Sorumlu yazar: selcukozer86@gmail.com

Geliş Tarihi: 05.09.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 29.11.2019

Kabul Tarihi: 05.12.2019

Özet

Bu çalışma, 2017-2018 yıllarında Kırklareli ilinde damla sulama sisteminin kullanıldığı ve farklı bitkilerin (Mısır ve ceviz) yetiştirildiği 11 adet işletmede yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü işletmelerdeki damla sulama sistemlerinde, sulama eş dağılımının (CU) %80-96, dağılım türdeşliğinin (DU) %68-96, damlatıcı debi veya su çıkış (yayınım) türdeşliği (EU), %59-93, alt çeyrek gerçek uygulama randımanının (AELQ) %54-86, alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı (PELQ), %52-84 ve sistem su uygulama randımanının (Ea) %45-94 arasında değiştiği bulunmuştur. Yapılan araştırma sonuçlarına göre; test edilen damla sulama sistemlerinin bazılarında arazide yapılan ölçümler ile tam bir projelendirme ve işletme yapılmadığı anlaşılmıştır. Damla sulama sistemi kurulu alanlarda yeterli işletme birimlerinin kurulmadığı, ana boru, manifold, lateral hatlarının ve filtrasyon sisteminin uygun seçilmediği yerinde yapılan ölçümlerle ve gözlemlerle belirlenmiştir. Testlerin yapıldığı işletmelerde sistemi kullanan çiftçilerin, sistemin kullanılması ve işletilmesi hakkında yeterli bilgi birikimine sahip olmadığı anlaşılmıştır. Sonuç olarak en uygun sulama sisteminin seçiminde, kurulmasında ve işletilmesinde; toprak-bitki-atmosfer ve su ilişkilerinin irdelendiği, iyi bir planlama, projelendirme, uygulama ve işletmeyi içerisine alan mühendislik çalışmalarının bir bütün halinde olması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Damla sulama, performans, dağılım türdeşliği, debi değişimi, alt çeyrek gerçek uygulama randımanı, alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı.

Evaluation of the Technical Performances of Some Drip Irrigation Systems used in Kırklareli Province

Abstract

This study was carried out in 11 farms in which drip irrigation systems were used and different crops (maize and walnut) were grown in Kırklareli in 2017-2018. In the farms, it was determined that irrigation corresponding distribution, distribution homogeneity, dripper water distribution uniformity, lower quartile actual application efficiency and lower quartile potential application efficiency changed between %80-96, %59-89, %56-86 and %52-80, respectively. With this study, it was concluded that a full projecting was not done in some of the tested drip irrigation systems. It was determined that in drip irrigation established areas, adequate enterprise units were not constituted and main pipe, manifold, lateral lines and filtration system were not properly chosen by the measurements and the observations. It was concluded that the farmers, using the system in the tested enterprises, did not have adequate knowledge about the usage and the management of the system. As a result, in the selection, installation and operation of the most suitable irrigation system; soil-plant-atmosphere and water relations, including a good planning, projecting, implementation and operation of engineering studies should be integrated as a whole.

Key words: Drip irrigation, performance, distribution homogeneity, change of flow rate, lower quartile actual application efficiency, lower quartile potential application efficiency.

Giriş

Sulama, bitkinin normal gelişmesi için gerekli olan suyun doğal yollarla karşılanamayan kısmının bitki

kök bölgesine istenilen zamanda ve miktarda verilmesi şeklinde tanımlanabilir. Sulama yöntemleri içerisinde eşdeğer su kullanımı sağlayan,

yüksek randımana sahip, sulama suyundan tasarruf etme imkânı sunan ve işletme kolaylığı bakımından damla sulama yöntemi en uygun sulama yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Damla sulama yöntemi genel olarak su kaynağı, pompa birimi, kontrol birimi, ana boru hattı, yan boru hattı, lateral boru hatları ve damlatıcılardan oluşmaktadır. Bu sisteme ait elemanların tasarlanması, seçilmesi ve kurulumu ise önemli bir bilgi birikimi ve mühendislik işlemleri gerektirmektedir. Ayrıca, yöntemin en büyük dezavantajı ise ilk yatırım masraflarının yüksek olmasıdır. Bu yüzden sistemin iyi bir şekilde planlanması, kurulması ve işletilmesini zorunlu hale gelmektedir. Damla sulama sistemlerinin dünyadaki tarım alanlarında çok hızlı bir şekilde kullanılmaya başlanması, birçok sorununda ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu sorunların başında, sistemlerin toprak, bitki, topografya gibi değişkenlerin göz önünde bulundurulmadan projelendirilmesi, kurulması ve işletilmesi gelmektedir (Yazgan ve ark. 2000, Burt, 2004). Kullanılacak damla sulama sistem ekipmanlarının istenilen toprak, bitki gibi değişkenler göz önünde bulundurulması seçilmesi, test edilmesi ve sonra sistemin tamamının ayrıntılı olarak gözden geçirilmesi damla sulama sistemlerinde performans belirleyebilmek adına gerekli olan en önemli kriterlerdir. Kullanılan damlatıcının tipi, debisi ve üniformitesi, lateral basınçlarındaki değişim, ıslatılacak alan yüzdesi ve sulama randımanı gibi ölçütler değerlendirme aşamasında bilinmelidir. Merriam ve Keller (1978) ıslatılan alan yüzdesinin toprak tipine, damlatıcı arığına göre değiştiğini ve bu değerlerin projelendirmede %33 olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir. Keller ve Karmeli (1974) bir damla sulama sisteminin kurulmasında eş su dağılımının değerlendirilmesi için üniformite katsayısının kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Wu ve Gitlin (1973), damla sulama projelendirmesinde Christiansen eş dağılım katsayısının (CU) %95-98 arasında olmasının kabul edilebilir, %95'ten düşük olmasının kabul edilemez olduğunu bildirmişlerdir. Korukçu ve Yıldırım (1984) ise damla sulama yöntemi projelendirmesinde CU değerinin %98'den büyük olması gerektiğini açıklamışlardır. Orta (1991), Antalya'da yaptığı çalışmada 9 farklı damla sulama işletmesinin performans kriterlerini incelemiş, sonuç olarak sistemlerin düzgün kurulmadığını, işletilmediğini, filtrasyon işleminin yeterli olmadığını ve işletme basıncının düşük olduğunu tespit etmiştir. Reinders ve Koeglenberg (2003), Afrika'da yaptıkları bir çalışmada arazide kullanılan damla sulama sistemlerini hem laboratuvar koşullarında hem de arazi koşullarında test etmiş, damlatıcı ve sistem kalitesini ortaya

koymaya çalışmışlardır. Von Bernouth ve Solomon (1986), damlatıcı yapım farklılık katsayısı değerlerini $<0,05$ ise iyi, $0,05-0,10$ arası orta, $0,10-0,15$ arası zayıf, $>0,15$ ise kullanılamaz olarak ifade etmişlerdir. Al-Karaghouli ve Minasian (1992), damla sulama sistemlerinde EU (damlatıcı su dağılım üniformitesi) değerinin verimle doğru ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Dalvi ve ark. (1995), test ettikleri damlatıcılarda EU değerinin %70-90 arasında bulmuşlardır. Merriam ve Keller (1978), yaptıkları değerlendirmelere göre $DU < 70$ zayıf, $DU = 70-80$ kabul edilebilir, $DU = 80-86$ iyi, $DU = 87-90$ iyi, $DU = 90-94$ ve $DU > 94$ mükemmel olarak kabul edilmektedir. Sistem su uygulama randımanı (Ea) uygulanan toplam suyun bitki kök bölgesinde biriken kısmı olarak tanımlanabilir. Sistem su uygulama randımanını etkileyen faktörlerin en önemlileri sulama yöntemi, toprak tipi ve uygulanan sulama suyu miktarıdır. Merriam ve ark. (1980) tarafından damla sulama sistemlerinin performans değerlendirilmesinde, sistem su uygulama randımanı (Ea), alt çeyrek potansiyel ve gerçek uygulama randımanlarının (PELQ ve AELQ) kullanılabilir parametreler olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca alt çeyrek potansiyel ve gerçek uygulama randımanları (PELQ ve AELQ) sistemin düzgün kurulup kurulmadığını gösteren ve işletim yanlışlarını gösteren parametreler olarak gösterilebilir. Uygan ve Çetin (2011) Eskişehir ve Sakarya'da yaptıkları çalışmada test ettikleri damla sulama sistemlerinde, kullanılan sistemlerin çoğunda uygulama randımanlarının düşük olduğunu, su dağılım türdeşliğinin ise bazı testlerde iyi bazı testlerde yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Bağdatlı (2006), Konya'da damla sulama ile sulanan sebze tarımı yapılan alanlarda yaptığı performans değerlendirmesi sonucunda, kontrol birimi unsurlarının eksik olduğunu bu yüzden sulama uygulamalarının randımanlı bir şekilde yapılmadığını bulmuştur. Bunun yanında sistemin ilk projelendirme ve kurulum aşamasında bazı yanlışlar olduğunu, sistemlerin yüksek performans ile çalışmadığını bildirmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Kırklareli ilinde kurulu olan damla sulama sistemlerinin performansını ölçmek, sistemin projelendirilmesinde, kurulmasında ve işletilmesinde ortaya çıkan sorunlara çözüm önerileri getirmektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma yeri

Bu çalışma 2017-2018 yıllarında Kırklareli ilinde yoğun bir şekilde mısır ekimi yapılan ve damla sulama yönteminin tercih edildiği çiftçi arazilerinde ve yeni desteklemeler ile tarımı hızla artan ceviz bahçelerinde yapılmıştır. Damla sulama

performans testleri 7 adet mısır arazisi ve 4 adet ceviz bahçesinde yürütülmüştür. Kırklareli ili, Marmara Bölgesi'nin kuzeyinde, Trakya kesiminde yer almaktadır. Yörelere açısından farklılık gösteren Kırklareli ilinin iklimi, Yıldız Dağları'nın kuzeye bakan kesimlerinde Karadeniz, denizden uzak iç kesimlerde ise karasal iklim özelliği göstermektedir. Sıcaklık farkı mevsimler arasındaki yüksek olarak gerçekleşmektedir. İç kesimlere oranla, Kara Denize kıyısı olan yerlerde yıllık yağış miktarı daha fazladır. İl genelindeki toprakların bünyesi genellikle, kumlu-tın, siltli tın, tın, killi tın ve kil olmak üzere orta veya ince bünyelidir (Topraksu 1972).

Arazide yapılan ölçme ve analizler

Çalışmanın yürütüldüğü sahalarda, damla sulama sisteminde üretim alanını temsil edecek iki alt birim (manifold) seçilmiştir. Seçilen manifoldların giriş çıkışlarında basınç ölçümleri yapılmış, her bir manifold üzerinde 4 ayrı lateral (manifoldun girişinde, 1/3, 2/3 ve sonunda) seçilmiştir. Ayrıca bu laterallerin her birinin girişinde, 1/3'ünde, 2/3'ünde ve sonunda damlatıcılar seçilmiş ve seçilen noktalardaki damlatıcılarda debi ve basınç ölçümleri yapılmıştır. Böylece, her lateralde en az 16 damlatıcı olmak üzere, bir sistemde en az 64 damlatıcı test edilmiştir.

Sulama (uygulama) eşdağılımı (CU)

Sulama (uygulama) eşdağılımı (CU), Keller ve Karmeli (1974), Kanber ve ark. (1996) tarafından verilen yaklaşım kullanılarak hesaplanmıştır.

$$CU = 100.0 - 80.0 \frac{S_d}{q} \quad (1)$$

Eşitlik için çok sayıda veri kullanılacağı için debi değerlerinin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Eşitlikte;

S_d : Standart sapma,

\bar{q} : ortalama damlatıcı debisi, $L h^{-1}$.

Dağılım türdeşliği (DU)

Uygulama eşdağılımının bir diğer indeksi olarak belirlenmiştir. Değerlendirilen alt birimde dikkate alınan damlatıcı debilerinden en küçük 1/4'ünün ortalama değerinin (alt çeyrek ortalama debi değeri), alt birime ilişkin ortalama debi değerine oranı olarak hesaplanmıştır (James 1988, Kanber ve ark. 1996).

$$DU = 100 \frac{q_{lq}}{q} \quad (2)$$

Eşitlikte;

\bar{q}_{lq} : simgesi alt çeyrek ortalama damlatıcı debisi, $L h^{-1}$,

\bar{q} : ortalama damlatıcı debisini, $L h^{-1}$ göstermektedir.

Damlatıcı debi veya su çıkışı (yayınım) türdeşliği (EU), Keller ve Karmeli (1974) tarafından verilen yaklaşım kullanılarak hesaplanmıştır.

$$EU = \left[1 - 1.27 \frac{C_v}{N^{0.5}} \right] \frac{q_{min}}{q} \quad (3)$$

Eşitlikte;

EU : Damlatıcı debi veya su çıkışı (yayınım) türdeşliği, %,

N : Değerlendirilen damlatıcı sayısı, adet,

C_v : Varyasyon katsayısı,

q_{min} : Minimum damlatıcı debisi, ,

\bar{q} : Ortalama damlatıcı debisi, $L h^{-1}$ göstermektedir.

Alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı (PELQ)

Alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı Merriam ve ark. (1980) tarafından verilen yaklaşımlar kullanılarak hesaplanmıştır.

$$PELQ = 0.9 \times EU \quad (4)$$

Eşitlikte;

$PELQ$: Alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı, %,

EU : Damlatıcı debi yayınım (çıkış) türdeşliğini, % göstermektedir.

Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı (AELQ)

Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı (AELQ), Merriam ve ark. (1980) tarafından verilen ilkeler dikkate alınarak hesaplanmıştır.

$$AELQ = 100 \frac{SMD}{\bar{d}} \quad (5)$$

$AELQ$: Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı, %,

SMD : Sulama başlangıcında ıslatılmak istenen toprak derinliğindeki eksik nem miktarını, mm,

\bar{d} : Damlatıcılar aracılığı ile uygulanan ortalama su derinliğini, mm, göstermektedir.

Debi değişimi (qv)

Sistemde kullanılan laterallerdeki debi değişimi aşağıda verilen eşitlik yardımıyla bulunmuştur (Camp ve ark. 1997).

$$qv = [(q_{max} - q_{min})/q_{max}] \times 100$$

Eşitlikte;

qv : Sistemdeki damlatıcı debi değişimi yüzdesi, %,

q_{max} : Maksimum ölçülen debi değeri, $L h^{-1}$,

q_{min} : Minimum ölçülen debi değeri, $L h^{-1}$.

Bulgular ve Tartışma

Testi yapılan işletmelerin kurulu olduğu arazide damla sulama sistemi ve sulama suyunun bazı özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Araştırmanın yapıldığı Kırklareli ilinde mısır ekilen arazi topraklarının genelde orta bünyeye sahip (kumlu-tın ve kumlu-killi-tın), ceviz bahçelerinin bulunduğu arazilerin ise kumlu-killi-tın, killi yapıya sahip topraklardan oluşmuştur. Testlerin yapıldığı alanlarda kullanılan sulama suyu kaliteleri T1A1, T2A1 ve T3A1 sınıflarında yer almıştır. Sulama suyu EC değerleri 0.223-1.165 dS m⁻¹ değerleri arasında ve pH değerleri ise 6.92-8.26 arasında değişmiştir. Bu sınıflamaya göre T1-az tuzlu, T2-orta tuzlu su ve A1-az sodyumlu su sınıfında yer almış olup, gerek tuzluluk gerek alkalilik bakımından değişik topraklarda ve çeşitli bitkilerde sulama suyu olarak kullanılabilir su sınıfında yer almıştır. Araştırmada mısır yetiştiriciliği yapılan alan büyüklükleri 8-25 da, ceviz yetiştiriciliği yapılan alanlar ise 8,5-30 da arasında değişmiştir. Kullanılan sistemlerin tamamına yakınında hidrosiklon ve gübre tankı kullanıldığı görülmektedir. Bunun yanında T1, T5 ve T6 testlerinde kum çakıl filtre tankının bulunmadığı gözlenmiştir. Lateral uzunluklarının mısır tarımı yapılan arazilerde 40-307 m, ceviz tarımı yapılan alanlarda ise 80-140 m arasında değiştiği bulunmuştur (Çizelge 1). T2, T3, T4, T5 ve T6 testlerinin yapıldığı damla sulama ile sulanan mısır bitkisindeki ölçülen lateral uzunlukları (180-307 m), sistem kurulumunda istenilen lateral uzunluk değerlerinin çok üstünde bulunmuştur. Ceviz tarımı yapılan alanlarda uygun lateral uzunluklarının seçildiği görülmüştür.

Performans ölçütleri

Arazide yapılan ölçümler ve bu ölçümlerden elde edilen değerler ile hesaplanan performans ölçütleri Çizelge 2 ’de verilmiştir. Sulama eş dağılım katsayısı (CU) değerleri %80-96 arasında değişmiş olup, T4, T6 ve T7 testleri iyi, geri kalan testlerin tamamında sulama eş dağılımı (CU) (Tüzel, 1993) bakımından çok iyi sınıfında yer almıştır. Aynı doğrultuda, Konya havzasında yapılan damla sulama performans ölçüm çalışmalarında CU değerlerini % 69-94 arasında çok iyi, iyi ve zayıf sınıfında bulunduğunu bildirmişlerdir (Bağdatlı ve Acar 2009, Düzgün 2009). Dağılım Türdeşliği (DU) alt birimlerde dikkate alınan damlatıcı debilerinin en küçük ¼’nün ortalamasının, ortalama debi değerine oranı olarak hesaplanmıştır (James, 1988). Araştırmanın yapıldığı test parsellerinde DU değerleri %68-94 değerleri arasında değişmiştir. Merriam ve Keller (1978)’de yapılan değerlendirmeye göre T6 testi “kabul edilemez”,

T4 ve T5 testleri “zayıf”, T2 testi “kabul edilebilir” olarak bulunmuş ve diğer yapılan testlerin hepsi “iyi ve mükemmel” sınıfında yer almıştır. Buna göre kabul edilebilir düzeyde üniform sulama yapıldığı görülmüştür. Camp ve ark. (1997) yaptıkları araştırmada DU değerlerini %65- 98 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çizelge 2 incelendiğinde CU değerleri DU değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi CU hesaplamasında ortalamalardan olan sapmaların kullanılması, DU hesaplamasında ise alt çeyrek ortalamalarının kullanılması gösterilebilir (Camp ve ark. 1997). Test yapılan parsellerin tümünde su çıkış eş dağılımı (EU) değerleri %58-89 arasında değişmiştir. Testi yapılan parsellerin çoğunda %80 değerinin üzerinde bulunmuş ve kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu söylenebilir (Merriam ve Keller 1978, ASAE 1996). T2, T4 ve T6 parsellerinde DU değerleri düşük çıkmasının nedeni topografyanın dik ve dalgalı eğime sahip olması, tıkanan damlatıcılar, yetersiz filtreleme olarak gösterilebilir. Dalvi ve ark. (1995), yaptıkları araştırma ’da, düşük EU değerlerinin sebebinin tıkanan damlatıcılar, sistemden olan sızmalar ve sistem parçalarında meydana gelen deformasyonlar olarak göstermişlerdir. Bu testlerde (T2, T4 ve T6) su çıkış eş dağılımı düşük bulunmuş, suyun alana eşit dağılımı kabul edilebilir değerlerin çok altında çıkmıştır. Bundan dolayı eş bir sulama yapılamadığı gözlenmiştir. Çamoğlu ve Yavuz (2004) farklı damlatıcılar ile yaptıkları araştırmada EU değerini % 96.04-%96,61 arasında bulmuşlardır. Bizim araştırmamızda bulduğumuz EU değerlerinin (%58-89) düşük bulunmasının nedeni işletme basıncının istenilen 1-15 atm’den düşük olması gösterilebilir. Yapılan testlerde optimum işletme koşullarında sistemin ne kadar iyi su uygulayabileceğinin ve kurulan sistemin tasarımının doğru olup olmadığının bir göstergesi olan alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı (PLEQ) değerleri yapılan testlerde %52-84 arasında bulunmuştur. T2, T4, T6, T7, T8, T10 testlerinde alt çeyrek potansiyel uygulama randımanı (PELQ) %80 değerinden düşük bulunmuştur (Merriam ve ark. 1980). Düşük PELQ değerleri planlamada yapılan hataların olduğunun göstergesidir. Urgan ve Çetin (2011) yaptıkları araştırmada PELQ değerlerini %66-86 arasında bulmuşlardır. Düşük PELQ değerlerinin sistem tasarımında bazı yanlışlıkların yapıldığının göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda yapılan test ve gözlemler sonucu sulama sistemlerinin mevcut toprak, eğim, bitki özelliklerine göre tasarlanmadığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 1. Test yapılan alanlarda kullanılan damla sulama sistemlerinin, sulama suyunun bazı özellikleri.

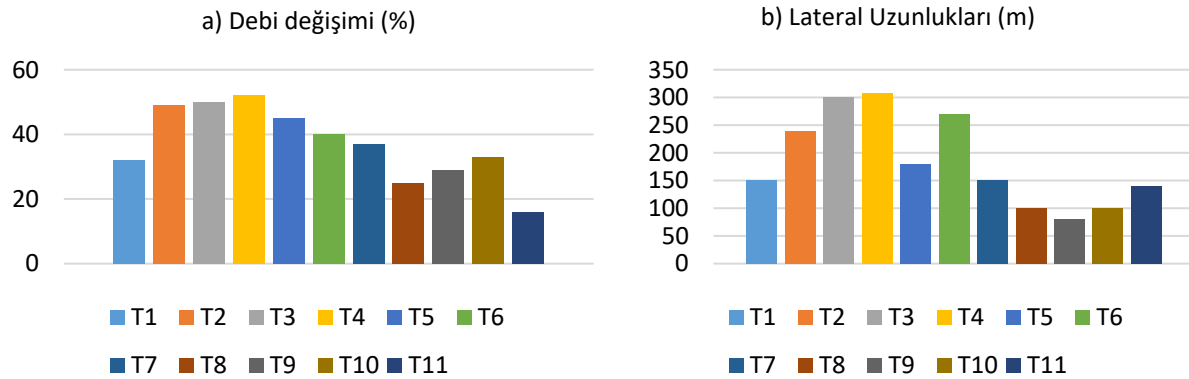
Konular	Test no										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
Yetiştirilen Bitki	Mısır	Mısır	Mısır	Mısır	Mısır	Mısır	Mısır	Ceviz	Ceviz	Ceviz	Ceviz
Alan (da)	11	25	15	12.5	8	13	9	8.5	30	10	12
Bitki Sıra Aralığı (m)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	7	7	8	6
Bitki Sıra Üzeri (m)	0.15	0.15	0.12	0.15	0.15	0.12	0.15	7	3	8	4
Kum Çakıl Fitre Varlığı	Yok	Var	Var	Var	Yok	Yok	Var	Var	Var	Var	Var
Hidrosiklon Varlığı	Var	Var	Yok	Yok	Var	Yok	Var	Var	Var	Var	Var
Gübre Tankı Varlığı	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Ana Boru Materyali	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Ana Boru Çapı (mm)	90	90	90	90	75	90	125	90	90	110	75
Ana Boru Uzunluğu (m)	25	10	5	30	20	215	150	220	10	70	140
Yan Boru Çapı	75	90	75	90	75	75	110	75	90	90	63
Yan Boru Uzunluğu (m)	95	108	100	92	200	50	103	84	112	200	130
Lateral Boru Çapı (mm) ve Boru Tipi	22 (Yassı)	20 (Yassı)	22 (Yassı)	22 (Yassı)	22 (Yassı)	22 (Yuvarlak)	16 (Yuvarlak)	16 (Yuvarlak)	20 (Yuvarlak)	20 (Yuvarlak)	16 (Yuvarlak)
Lateral uzunluğu (m)	40-150	240	300	307	180	270	150	101	80	100	140
Lateral Aralığı (m)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	7	7	8	6
Damlatıcı Debisi (L/h)	1.6	2.2	2.6	1.6	2.6	2.6	2.2	2	2	2	2
Damlatıcı Aralığı (m)	0.5	0.5	0.33	0.33	0.4	0.4	0.33	0.6	0.5	0.7	0.5
Etkili Kök Derinliği (m)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
İnfiltrasyon Hızı (mm/h)	7	20	18	22	15	27	11	10	19	23	29
Sulama Suyu Kaynağı	Sulama kanalı	Sulama kanalı	Keson kuyu	Derin kuyu	Derin kuyu	Keson kuyu	Sulama kanalı	Derin kuyu	Derin kuyu	Sulama kanalı	Derin kuyu
Sulama Suyu Kalitesi	T ₁ A ₁	T1A1	T3A1	T3A1	T3A1	T3A1	T2A1	T2A1	T2A1	T3A1	T2A1
Sulama Suyu (EC dS m ⁻¹)	0.223	0.290	1.145	1.165	1.251	1.144	0.580	0.483	0.547	1.109	0.580
Sulama Suyu pH Değerleri	8.26	7.73	7.01	6.92	7.00	7.18	7.48	8.00	7.24	6.96	7.52

Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı, damla sulama sistemlerinin işletmesi ve yönetiminde öne çıkan en önemli performans ölçütlerinden biridir (Bhavan ve Maro 1991). Yapılan testlerde alt çeyrek gerçek uygulama randımanı (ALEQ) %56-86 arasında değişmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde T1, T2, T4, T5, T6 ve T7 testlerinde alt çeyrek gerçek uygulama randımanı değerleri %80 değerinin altında bulunmuştur. Bu değerlerin %80'in altında çıkması sulama yapılan alanda üniform bir su dağılımının sağlanamadığı göstermektedir. Kurulu sistemlerin uygulamada tam olarak işletilemediği anlaşılmaktadır. Yapılan araştırmalarda AELQ ile PELQ arasındaki fark ne kadar fazla ise sulama sisteminin kötü işletildiğinin göstergesi olarak açıklanmıştır (Uygan ve Çetin 2011, Ashiri ve ark. 2014). Bu doğrultuda araştırmamızda T4, T5, T6, T8 ve T10 testi yapılan damla sulama sistemlerinin işletilmesinde bazı yanlışlıkların olduğu anlaşılmaktadır. Test yapılan sistemlerdeki debi değişim grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1 a incelendiğinde damlatıcı debi

değişimi (q_v) %21.15-52.57 değerleri arasında olduğu görülmüştür. Ölçüm yapılan tüm testlerde debi değişimi kabul edilebilir %10 değerinin çok üzerinde bulunmuştur. Şekil 1 b incelendiğinde özellikle T2, T3, T4, T5, T6, T7 testlerinde lateral uzunluklarının 100 m'nin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Lateral uzunluklarının bu kadar yüksek olması (150-300 m) debi değişimlerinde ki bu büyük farkları (%21.15-52.57) açıklamaktadır. Ünal, (2011) de 100 m lateral uzatma mesafelerinde "çok iyi" su dağılımının sağlandığı ve debi değişimlerinin uygun sınırlarda kaldığını bildirmiştir. Çakmak ve Beyirbey (1996), damla sulama sistemlerinde lateral uzunluğunun eğimsiz arazilerde kurulu meyve bahçelerinde veya bağda 100 m, sıra bitkilerinde ise 150 m olmasının tavsiye edilebileceğini bildirmişlerdir. Bunun yanında sistemin düşük veya yüksek basınçta çalıştırılması, kullanılan sulama suyunun iyi filtre edilmemesi ve kullanılan malzemenin kalitesiz olması nedenler arasında gösterilebilir (Little ve ark. 1993).

Çizelge 2. Test yapılan sistemlerde ölçülen bazı performans ölçütleri.

Performans ölçütleri	Test No										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
CU (%)	95	91	94	82	96	80	86	96	94	90	96
DU (%)	94	83	92	71	78	68	87	92	91	89	94
EU (%)	89	59	89	58	72	58	89	82	85	89	82
AELQ (%)	74	56	81	60	65	67	75	83	82	84	86
PELQ (%)	80	53	80	52	58	57	74	74	82	75	80



Şekil 1. Test yapılan parsellerdeki debi değişim (a) ve lateral uzunlukları (b) grafiği.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın sonucunda, ALEQ ve PELQ değerlerinin düşük çıkması ve aralarında farkın yüksek olması, testi yapılan damla sulama sistemlerinin çoğunda ilk planlama ve kurulum aşamasında bazı projelendirme hataları (Lateral hatlarının uzun çekilmesi, işletme birimlerinin olması gerekenden az planlanması, damlatıcı seçiminde toprak özelliklerinden yararlanılmaması

vb.) olduğunu göstermektedir. Sistemi kuran kişilerin mevcut bitki, toprak hatta iklim parametrelerini esas almadan sistemi projelendirdikleri yapılan ölçüm ve anket çalışmaları ile belirlenmiştir. Bunun yanında damla sulama sistemi kurduran kişilerin ekonomik sebeplerden dolayı daha ucuz ve kalitesiz malzemeye yönelmesi sistemin düzgün çalışmamasına neden olarak gösterilebilir.

Ölçülen düşük ve yüksek debi değerleri işletme basıncının düşük veya yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Damla sulama yönteminde sistem, 1-1.5 atm basınçta çalıştırılmalıdır. Ayrıca damlatıcılarda debi değişimlerinin arasındaki farkın minimuma indirilmesi için sistemde çok iyi bir filtreleme yapılmalıdır. Bunun yanında eğimin yüksek olduğu kısıtlayıcı alanlarda eşdeğer bir su dağılımının sağlanabilmesi için basınç ayarlı damlatıcılar kullanılabilir.

Sistemin ilk planlaması ve kurulumu aşamasında ana boru, manifold ve lateraller uygun uzunluklarda seçilmelidir. Aksi takdirde eş bir su dağılımının sağlanması imkânsız hale gelecektir.

Damla sulama sistemi kullanımında işletim problemlerinin başında gelen damlatıcı tıkanması sorunu sistemlerde iyi bir filtreleme uygulanmaması ve sistemin uygun basınçlarda çalışmamasından meydana gelmektedir. Bu sorunun giderilmesi için en uygun filtreleme sisteminin kurulması gerekmektedir.

Yapılan anket çalışmaları sonucunda, testlerin yapıldığı işletmelerde sistemi kullanan çiftçilerin, sistemin kullanılması ve işletilmesi hakkında hiçbir eğitim almadıkları anlaşılmıştır. Sistem kullanıcılarına gerekli eğitimin verilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak en uygun sulama sisteminin seçiminde, kurulmasında ve işletilmesinde planlamanın iyi bir şekilde yapılması, projelirmede doğru kriterlerin uygulanması, uygulama ve işletmeyi içerisine alan mühendislik çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bunun yanında bitki-toprak-su ve atmosfer arasındaki ilişkinin iyi bir şekilde irdelenmesi gerekmektedir.

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

Al-Karaghoul, AA., Minasian, AN. 1992. Emission uniformity of drip irrigation systems. *Plasticulture*, 94, 33-38.

ASAE. 1996. Field evaluation of microirrigation systems. EP405.1. ASAE Standards. Amer. Soc. Agric. Engr., St. Joseph, MI. Pp. 756-759.

Ashiri, M., Boroomand-Nasab, S., Hooshmand, A. 2014. Technical evaluation of drip irrigation systems (case study of shahid rajaayi agro-industry-Dezful). *World Rural Observations*, 6(3), 36-43.

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.

Bağdatlı, M. C., Acar, B. 2009. Evaluation of trickle irrigation systems for some vegetable crops in Konya-Turkey. *J. Int. Environmental Application & Science*, 4(1), 79-85.

Bhavan, M., Maro, BSZ. 1991. Irrigation equipment and systems, evaluation of field irrigation efficiencies, guidelines. New Delhi, India.

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.

Çamoğlu, G., Yavuz, M.Y. 2004. Yerli ve Yabancı Yapım Damlatıcılarının Sulama Performansları Yönünden Karşılaştırılması. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 18(1), 181-191.

Dalvi, V.B., Satpute, G.U., Pawade M.N., Tiwari, K.N. 1995. Growers' experiences and on-farm microirrigation efficiencies. In *Proceedings of 5th International Microirrigation Congress* (pp. 2-6).

Düzgün, B. G. 2009. Aksaray ili çevresindeki elma bahçelerinde uygulanan damla sulama sistemlerinde su dağılım durumlarının belirlenmesi (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

James, L.G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Willey and Sons Inc., New York, p. 543.

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.

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

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

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

- Merriam, J.L., Keller, J. 1978. Farm Irrigation System Evaluation: A Guide For Management. Secont Printing, Agric. and Irr. Engin. Dep. Utah State Univ. 271 s. Logan, Utah.
- Merriam, J.L., Shearer, M.N. Burt, CM. 1980. Evaluating Irrigation System and Practices. In "Design and Operation of Farm Irrigation Sysrems. Edit, M.E. Jensen" ASAE Monograph, 3, St. Joseph, MI. s. 721-760.
- Orta, A.H. 1991. Antalya yöresindeki damla sulama uygulamalarında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları (Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara).
- Reinders, F.B., Koegelenberg, F. 2003. Performance of drip irrigation systems under field conditions. SA Irrigation, 25(5), 25-29.
- Yazgan, S. Değirmenci, H. Büyükcangaz, H. Demirtaş, Ç. 2000. Bursa yöresi zeytin yetiştiriciliğinde sulama sorunları,. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu. S. 275-2826-9 Haziran, Bursa.
- Topraksu, 1972. Kırklareli İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu ve Haritası. TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Yayınları:249. Raporlar Serisi:37, Ankara.
- 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 illeri'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. 1973. Hydraulics and uniformity of drip irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, 99(2): 157-167.