

DAMLA SULAMADA FARKLI DAMLATICI DEBİLERİNİN TOPRAK PROFİLİNDE NEM DAĞILIMINA ETKİSİ*

Bilal ACAR**

Mehmet KARA***

ÖZET

Bu araştırma, Karaman civarında killi tın toprağa sahip bir elma bahçesinde damla sulamada farklı damlatıcı debileri, basınç ve farklı sulama seviyelerinin toprak profilinde nem dağılımına etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada iki farklı debi (2 ve 4 litre/saat) ve basınçta (0.75 ve 1.0 atmosfer), faydalı suyun %30' u ve %50' si tüketildiğinde olmak üzere iki farklı nem seviyesinde sulama yapılmıştır. Sonuç olarak, 2 litre/saat damlatıcı debi uygulaması 4 litre/saat ' a göre aynı işletme şartlarında toprağın nem miktarını daha fazla artırmıştır. Profilde en yüksek nem seviyesi 2 litre/saat debi ile 1.0 atmosfer basınçta faydalı suyun %50'si tüketildiğinde 41 mm sulama suyu uygulamasından elde edilmiştir. Genellikle 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerde ölçülen nem değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Bütün uygulamalarda en yüksek nem 0-30 cm derinlikte ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, toprak nem içeriği, basınç ve damlatıcı debisi.

THE EFFECT OF DIFFERENT EMITTER DISCHARGES ON SOIL MOISTURE DISTRIBUTIONS IN TRICKLE IRRIGATION

ABSTRACT

This study was conducted in close to Karaman city for an apple trees irrigated by trickle irrigation to determine moisture distributions in soil profile for application of different irrigation levels under the condition of different emitter discharges and pressures in clay-loam textured soil conditions. The water was applied to plants in two moisture levels (depletion of 30 % and 50 % of available water capacity, AWC) by using two different emitter discharges (2 and 4 L/h) and pressures (0.75 and 1.0 atmospheres). The field works showed that the moisture content was higher by use of 2 L/h emitter discharge applications comparison to 4 L/h for same working pressure. The highest soil moisture content was measured in soil profile by application of 2 L/h emitter discharge in 1.0 working pressure, depletion of 30% moisture from soil available water capacity. In general, soil moisture content was not found different both in 0-30 cm and 30-60 cm soil depths. The highest soil moisture content was obtained in the depth of 0-30 cm soil for all treatments.

Key words: Trickle irrigation, soil water content, pressure and emitter discharge.

GİRİŞ

Sulamanın temel amacı bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun bitki kök bölgesinin her noktasında eşit olarak depolanmasını sağlamaktır. Bu amaca ulaşmak için, suyun bitki kök bölgesine en uygun biçimde verilmesi

* Dr. Bilal ACAR'ın Doktora tezinden özetlenmiştir.

** Dr., S.Ü., Ziraat Fakültesi, Tarımsal yapılar ve Sulama Bölümü, KONYA

*** Prof. Dr., S.Ü., Ziraat Fakültesi, Tarımsal yapılar ve Sulama Bölümü, KONYA

gerekir. Sulama suyunun toprağa uygulanmasında dört ana yöntem vardır. Bunlar; yüzey sulama, sızdırma sulama, yağmurlama sulama ve damla sulama yöntemleridir.

Konya Ovasında sulanabilir olduğu halde su potansiyeli yetersizliğinden dolayı sulanmayan arazi varlığı 1.35 milyon hektardır ve bunun için gerekli olan su açığı da yaklaşık 8.20 milyar m³/yıl' dır (Kara ve ark. 1992). Bu açığın en önemli sebeplerinden birisi ovada aşırı su kullanımına yol açan yüzey sulama (serbest salma, uzun tava, karık v.b) ve yağmurlama sulama yöntemlerinin yaygın olarak kullanılmasıdır. Ancak son zamanlarda büyük oranda su tasarrufu sağlayan ve bitki besin maddelerinin de sulama suyu ile birlikte verilebildiği damla sulama yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. Damla sulamanın yaygın olarak uygulandığı alanlardan birisi de Karaman ilidir.

Karaman ili ve çevresinde ticari kazancının yüksek olmasından dolayı elma yetiştiriciliğinin yapıldığı tarım alanları her geçen gün artış göstermektedir. Karaman' da meyve üretiminde ilk sırayı elma almaktadır. 1993 yılı verilerine göre ilde elma ağacı sayısı 3923110 adet olup Türkiye' de üçüncü sırayı almıştır. Son yıllarda modern anlamda genç elma bahçelerinin tesis edilmesi ağaç sayısı bakımından ilin birinci sırada yer almasına neden olmuştur (Anonymous 1998). Bu sebeple ağaç sayısının artması ve su kaynaklarının sınırlı miktarda olması yörede suyun etkin kullanımı konusunda çiftçileri yeni teknikler kullanmaya zorlamıştır. Damla sulamanın verim ve kaliteyi önemli oranda artırması, su kullanım randımanının yüksek olması, bitki besin maddelerinin sulama suyu ile beraber verilebilmesi ve işçilik gereksiniminin az olmasından dolayı kullanıma oranı her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple, bu çalışma arazi şartlarında farklı damlatıcı debisi ve basınçla uygulanan farklı sulama seviyelerinin toprak profilinde nem dağılımına etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Araştırma Karaman ilinde 950 adet on yaşlarında bodur Starking ve Golden çeşidi elma ağaçlarının bulunduğu bir bahçede 1999 yılı yaz aylarında yürütülmüştür. Çalışmada damlatıcı olarak labirent akış yollu, 16 mm çaplı 75 cm damlatıcı aralıklı basınç ayarsız damla sulama boruları kullanılmıştır. Sulamayı ilgilendiren bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla deneme alanında (1x1x1)m boyutlarında bir profil açılmış ve örneklerde tekstür, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN) ve faydalı su kapasitesi (FSK) belirlenmiştir.

Topraktaki nem dağılımının belirlenmesi amacıyla, 30 metre uzunluğundaki yan boru üzerinde 3 adet lateral boru (yan boru üzerinde 0., 15. ve 30. metrelerde) seçilmiştir (Farouk, 1998). Bu lateraller L₁, L₂ ve L₃ şeklinde numaralandırılmış olup uzunlukları 50 metredir (Çakmak ve Beyribey, 1996). Araştırmada iki farklı damlatıcı debisi (2 ve 4 L/h) ve iki farklı basınçta (0.75 ve 1.0 atmosfer) faydalı suyun %30' u ve %50' si tüketildiğinde olmak üzere iki farklı nem seviyesinde sulama yapılmıştır. Böylece 8 farklı (2x2x2) muamele ortaya çıkmıştır. Araştırmada kullanılan sekiz muamele aşağıdaki gibidir;

Debisi 4 L/h (litre/saat) damlatıcılarla sulama;

1. Basıncı 1.0 atmosferde faydalı suyun %30' u tüketildiğinde sulama,
2. Basıncı 1.0 atmosferde faydalı suyun %50' i tüketildiğinde sulama,
3. Basıncı 0.75 atmosferde faydalı suyun %30' u tüketildiğinde sulama,
4. Basıncı 0.75 atmosferde faydalı suyun %50' i tüketildiğinde sulama,

Debisi 2 L/h (litre/saat) damlatıcılarla sulama;

5. Basıncı 1.0 atmosferde faydalı suyun %30' u tüketildiğinde sulama,
6. Basıncı 1.0 atmosferde faydalı suyun %50' i tüketildiğinde sulama,
7. Basıncı 0.75 atmosferde faydalı suyun %30' u tüketildiğinde sulama,
8. Basıncı 0.75 atmosferde faydalı suyun %50' i tüketildiğinde sulama,

Sulama zamanının gelip gelmediğine karar vermek için, damlatıcının hemen altından araziyi temsil edebilecek on farklı noktadan ve iki katmandan (0-30 ve 30-60 cm) toprak örnekleri alınmıştır (Aybak ve Kaygısız 1999, Yüksel ve Erdem 1999). İlk sulamalar, topraktaki faydalı su kapasitesinin (70 mm/ 60 cm) %30' u ($70 \times 0.30 = 21$ mm); ikinci sulamalar ise %50'si ($70 \times 0.50 = 35$ mm) tüketildiğinde yapılmıştır (Foroud ve ark. 1993, Yüksel ve Erdem 1999). Sulama süresinin hesabında damlatıcının toprak yüzeyinde oluşturduğu ve daha önceden gözlemler ile tespit edilen 40 cm' lik (Gupta ve ark. 1995) ıslatma çapı esas alınmıştır. Sistemin %85 randımanla (Al-Juneidi ve Isaac 1999) çalışacağı kabul edilmiştir. Böylece, uygulanacak faydalı su miktarı 60 cm derinlik ve 40 cm çaplı bir toprak silindiri için hesaplanmıştır. Bu durumda, sistem 25 mm ($21/0.85$) sulama suyunun 4 L/h damlatıcı debisi uygulanması için 47; 2 L/h damlatıcı debisi ile uygulanması için ise 94 dakika çalıştırılmıştır. Yine sistem 41 mm ($35/0.85$) sulama suyunun 4 L/h damlatıcı debisi uygulanması durumunda 77; 2 L/h damlatıcı debisi ile uygulanması durumunda ise 154 dakika çalıştırılmıştır.

Toprak profilindeki nem dağılımını belirlemek amacıyla her sulamadan iki gün sonra, her damlamaya noktasında beş farklı yerden ve üç katmandan (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) toplam 15 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri damlatıcının bulunduğu noktanın tam altından (0 cm), 10 cm ve 20 cm sağ ve solundan alınmıştır. Ancak değerlendirmede aynı derinliklerdeki (damlatıcının sağ ve solundaki) toprak nem değerlerinin ortalaması yani 9 adet nem değeri kullanılmıştır. Topraktaki nem dağılımının belirlenmesinde lateral sonundaki damlama noktasında ıslatma alanının $\frac{1}{4}$ ' ünde ölçülen bu 9 adet nem değerleri kullanılarak 1/10 ölçeğinde 3 mm aralıklarla eş nem eğrileri oluşturulmuştur. Alınan toprak örneklerinin nem tayininde gravimetrik yöntem kullanılmıştır (Anonymous 1989, Kara 1983, Warrick 1986, Maheshwari ve McMahon 1993).

Sulama sonrası ölçülen nem değerleri Tesadüf Bloklarında Bölünen Bölünmüş Parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak MSTAT istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuştur (Mstat 1980). F testi yapılmak suretiyle farklılıkları tespit edilen işlemlerin ortalama değerleri Duncan önem testine göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark.1987).

Sulama aralığının hesabında araziyi temsil edebilecek 8-10 farklı noktadan ve iki katmandan (0-30 ve 30-60cm) günlük olarak toprak örnekleri alınmış ve bu şekilde bir ay boyunca nem değişiminin izlenmesi sonucunda 0-60 cm toprak derinliğinde elmanın günlük net su tüketimi bulunmuştur (Kara 1983).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çalışma alanında toprağın hacim ağırlığı, tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN), faydalı su kapasitesi (FSK) gibi sulamayı ilgilendiren bazı özellikleri Tablo 1 de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, çalışma alanında 0-60 cm kök bölgesi derinliğinde faydalı

*Damlalı Sulamada Farklı Damlatıcı Debilerinin
Toprak Profiline Nem Dağılımına Etkisi*

su kapasitesi (FSK) yaklaşık olarak 70 mm ($40.66+28.54= \sim 70\text{mm}$) olarak hesaplanmış olup yüksek bir değerdir. Hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri toprağın tekstür özellikleri ile uyum içerisinde.

Tablo 1. Araştırma Alanında Toprağın Sulama İle İlgili Fiziksel Özellikleri

Derinlik (cm)	Hacim Ağı (gr/cm ³)	Ağırlık %' si Olarak			FSK (mm/30cm)
		TK	SN	FSK	
0-30	1.33	25.68	15.49	10.19	40.66
30-60	1.36	22.95	15.93	7.02	28.54
60-90	1.29	25.06	15.36	9.70	37.54

Araştırma sonuçlarına göre en yüksek toprak nem değerleri 2 L/h debi ile 1.0 atmosfer basınçta faydalı suyun %50' si tüketildiğinde 41 mm sulama suyu uygulanmasından yani 6 nolu muameleden elde edilmiştir. Bu muamelede ölçülen toprak nem değerleri Tablo 2' de verilmiştir.

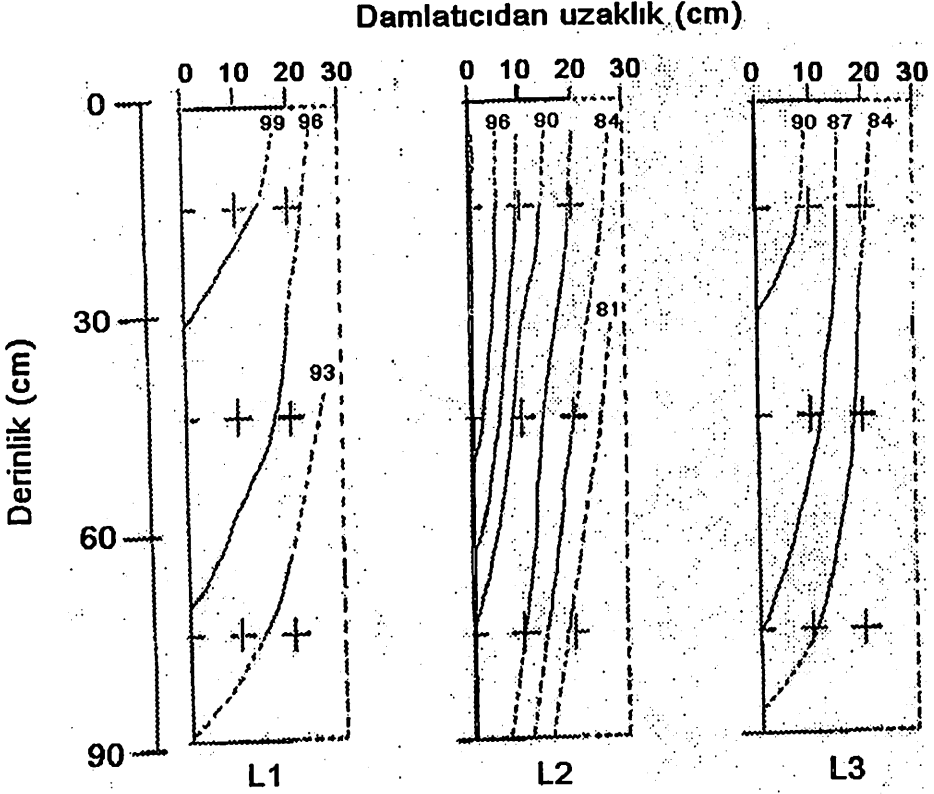
Tablo 2. 2 L/h Debi ile 1.0 Atmosfer Basınçta 41 mm Su Uygulamasında Laterallerde Son Damlatma Noktasındaki Nem Değerleri (mm)

Lateral No	Profil Derinliği (cm)	Damlatıcıdan Uzaklık (cm)		
		0	10	20
L ₁	0-30	100.0	99.4	98.5
	30-60	98.3	97.5	95.5
	60-90	95.7	94.2	91.5
L ₂	0-30	99.8	92.8	86.7
	30-60	98.5	88.8	84.5
	60-90	90.0	87.1	80.0
L ₃	0-30	91.0	91.0	84.3
	30-60	89.0	87.9	83.2
	60-90	87.0	84.2	81.0

Tablo 2' de görüldüğü gibi söz konusu uygulamanın yapıldığı üç lateralde de en yüksek nem değerleri damlatıcının hemen altında ve 0-30 cm derinlikte sırasıyla; 100.0, 99.8, ve 91.0 mm, en düşük nem değerleri ise damlatıcıya 20 cm uzaklıkta ve 60-90 cm derinlikte sırasıyla; 91.5, 80.0 ve 81.0 mm olarak ölçülmüştür. En yüksek nem değerleri L₁; en düşük nem değerleri ise L₃ lateralindeki ölçüm noktasından elde edilmiştir. Genel olarak bakıldığında bu uygulamadan elde edilen nem değerleri yüksek olup toprağın tarla kapasitesi nem değerine oldukça yakındır ve pratikte çiftçilere tavsiye edilebilecek niteliktedir.

Şekil 1' de söz konusu bu uygulamadan elde edilen eş derinlik nem eğrileri verilmiştir. Profilde damlatıcıdan uzaklaştıkça yatay, derinlik arttıkça düşey yönde nem azalması çok az miktardadır. İslatma profilinin büyük çoğunluğunda, L₁, L₂ ve L₃ laterallerinde nem değerleri sırasıyla 100.0-96.0mm, 99.8-87.0mm ve 91.0-84.0mm arasında değişmiştir. Buradan da görüldüğü gibi ıslatma profili boyunca uygulanan sulama suyunun büyük çoğunluğu 0-30 derinlikte tarla kapasitesinde tutulan ortalama 97.5 mm nem değerine yakındır. En fazla nem değişimi L₂ lateralindeki ölçüm noktasında görülmektedir. Bu değişim, L₂ lateralinin bulunduğu şeritte toprak tekstüründeki farklılıkla

açıklanabilir. Elde edilen ıslatma profilinin şeklinin (diğer $\frac{1}{4}$ nem değerleri de simetrik kabul edilirse) şeker pancarının kök şekline benzediği görülmektedir. Sonuç olarak, bu muameleden elde edilen nem değerleri toprak nem içeriğini istenen düzeyde artırdığından çiftçilere öncelikle tavsiye edilebilecek uygulamadır.



Şekil 1. 2 L/h debi ile 1.0 atmosfer basınçta faydalı suyun %50' si tüketildiğinde su uygulaması sonucu profilde eş nem eğrilerinin dağılışı

Araştırmada en düşük nem değerleri 0.75 atmosfer basınçta 4 L/h debi ile faydalı suyun %30' u tüketildiğinde 25 mm sulama suyu uygulanmasından yani 3 nolu muameleden elde edilmiştir. Bu muamelede ölçülen toprak nem değerleri Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3' de görüldüğü gibi söz konusu uygulamanın yapıldığı üç lateralde de en yüksek nem değerleri damlaticının hemen altında ve 0-30 cm derinlikte sırasıyla; 93.8, 90.9, ve 93.3 mm, en düşük nem değerleri ise damlaticıya 20 cm uzaklıkta ve 60-90 cm derinlikte sırasıyla; 74.0, 80.0 ve 76.9 mm olarak ölçülmüştür. En yüksek nem değerleri L_1 ; en düşük nem değerleri ise L_3 lateralindeki ölçüm noktasından elde edilmiştir. Genel olarak bakıldığında bu uygulamadan elde edilen nem değerleri toprağın tarla kapasitesinde tutulan

*Damla Sulamada Farklı Damlatıcı Debilerinin
Toprak Profiline Nem Dağılımına Etkisi*

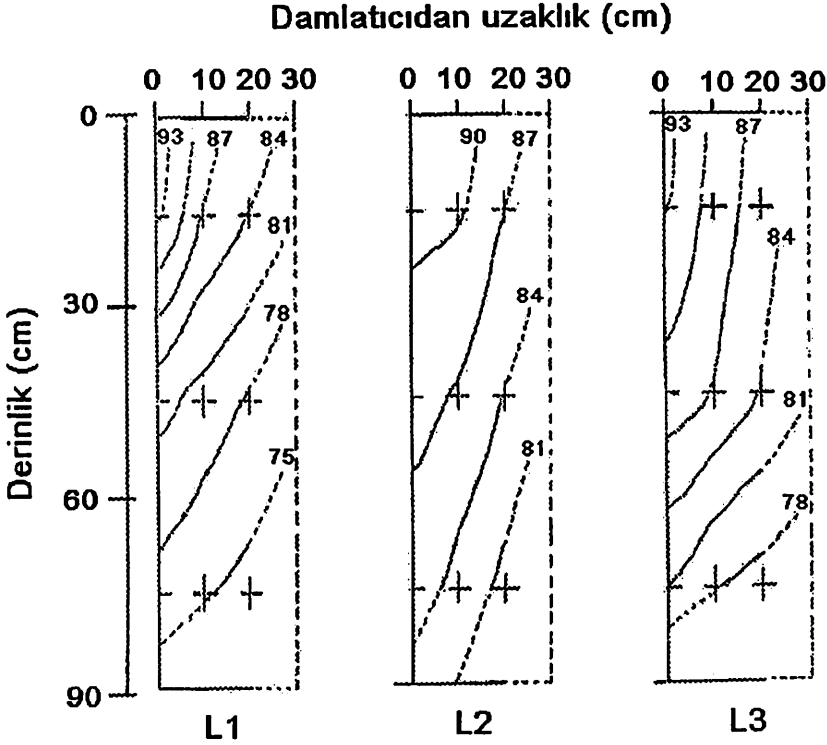
nem değeri olan 97.5 mm den oldukça düşük olup pratikte çiftçilere tavsiye edilebilecek nitelikte bir uygulama değildir.

Tablo3. 4 L/h Debi ile 0.75 Atmosfer Basınçta 25 mm Su Uygulamasında Laterallerde Son Damlama Noktasındaki Nem Değerleri (mm)

Lateral No	Profil Derinliği (cm)	Damlatıcıdan Uzaklık (cm)		
		0	10	20
L ₁	0-30	93.8	86.8	84.0
	30-60	82.0	80.0	77.7
	60-90	76.9	75.2	74.0
L ₂	0-30	90.9	90.3	87.1
	30-60	88.0	86.7	83.8
	60-90	85.5	82.8	80.0
L ₃	0-30	93.3	88.9	85.4
	30-60	88.9	86.8	83.8
	60-90	81.0	78.1	76.9

Şekil 2' de söz konusu bu uygulamadan elde edilen eş derinlik nem eğrileri verilmiştir. Profilde damlatıcıdan uzaklaştıkça yatay, derinlik arttıkça düşey yönde nem azalması bariz bir şekilde görülmektedir. İslatma profilinin büyük çoğunluğunda, L₁, L₂ ve laterallerinde nem değerleri sırasıyla 93.8-78.0mm, 90.9-84.0 mm ve 93.3-81.0 mm arasında değişmiştir. Buradan da görüldüğü gibi ıslatma profilinde damlatıcıdan uzaklaştıkça yatay, derinlik arttıkça düşey yönde nem azalması bariz bir şekilde görülmektedir. İslatma profili boyunca uygulanan sulama suyunun büyük çoğunluğu 0-30 cm derinlikte tarla kapasitesinde tutulan ortalama 97.5 mm nem değerinden oldukça düşüktür. Elde edilen ıslatma profilinin şeklinin (diğer ¼ nem değerleri de simetrik kabul edilirse) şeker pancarının kök şekline benzediği görülmektedir. Sonuç olarak, bu muameleden elde edilen nem değerleri oldukça düşük seviyelerde olduğundan çiftçilere tavsiye edilebilecek bir uygulama değildir.

Araştırmada, 2 farklı sulama seviyesinin, iki farklı basınç ve 2 farklı damlatıcı debisi ile uygulanması sonucu toprak profiline ölçülen nem değerleri varyans analizine tabi tutulmuştur. Sonuçta, profildeki nem farklılıkları istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Ayrıca farklı sulama seviyeleri, basınç ve debi (A) ile toprak derinlikleri (B) arasındaki interaksiyon da %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (AxB). İstatistiksel açıdan önemli bulunan uygulamalar Duncan önem testine göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen farklı gruplar Tablo 3' de verilmiştir. Yapılan Duncan testi sonucuna göre farklı basınç, debi ve sulama seviyeleri arasında yapılan gruplandırılmada 6.muamele (1.0 atmosfer basınç ve 2 litre/saat damlatıcı debisi ile FSK' nın %30'u tüketildiğinde 25mm su uygulaması) toprak nem değerinin en yüksek ölçüldüğü muamele olup 1. grupta A); 8.muamele 2. grupta (AB); 1., 4., 5. ve 7. muameleler 3. grupta (ABC) yer alırken, 2.muamele de 4. grupta (BC) yer almıştır. 3. muamele ise en son gruba (C) dahil olmuştur. Kısaca özetlemek gerekirse çiftçilere tavsiye edilecek uygulamalar tablo 3' de belirtilen ve önem sırasına göre; 6, 8, 1 (veya 4, veya 5 veya 7), 2 ve 3 nolu uygulamalardır.



Şekil 2. 4 L/h debi ile 0.75 atmosfer basınçta faydalı suyun %30' u tüketildiğinde su uygulaması sonucu profilde çş nem eğrilerinin dağılışı

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, 2 L/h debi kullanımı 4 L/h'a göre özellikle 0-60 cm derinlikte topraktaki nem miktarını daha fazla artırmıştır. Ancak, 2 L/h debi kullanımı aynı basınç ve sulama seviyeleri uygulamalarında sulama süresini ve enerji tüketimini iki kat artıracaktır. Bu durumda, mevcut sulama suyunun miktarı ve enerji masrafları gibi hususlar da dikkate alınarak uygun damlatıcı debisi seçilmelidir. Su kaynağının sınırlı, enerjinin ucuz olduğu şartlarda 2 L/h debi seçimi bitki kök bölgesinde depolanan su miktarını daha fazla artıracığından öncelikle tavsiye edilebilir. Yapılan Duncan testi sonucunda, her iki debi uygulamasında da (2 L/h ve 4 L/h) 0-30 ve 30-60 cm toprak derinliğindeki nem değerleri 1. grupta yer alırken (A); 60-90 cm'de ölçülen nem değerleri 2. grupta yer almıştır (B). Bu sonuca göre, 0-30 ve 30-60 cm toprak derinliğinde ölçülen nem değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Dolayısıyla, 0-30 ile 30-60cm derinliklerinde ölçülen nem değerleri birbirlerine yakın seviyelerdedir. En yüksek nem değerleri 0.75 atmosfer basınçta 2 L/h debi ile faydalı suyun %50' si tüketildiğinde yapılan sulama uygulaması yani 8 nolu muamelede 0-30 cm derinlikten elde edilmiştir. Sonuçlar, Gençođlan ve Yazar (1998) ile uyum içerisindedir. Ayrıca, toprağın üst katmanında (0-30 cm) nem muhtevasının yüksek olmasından dolayı sonuçlar Bhardwaj ve ark (1995) ile de uyum içerisindedir.

Tablo 3. Duncan Önem Testine Göre Muamelelerin Değerlendirilmesi

Muamele no	Grubu
1) 1.0 atmosfer basınçta 4 L/h damlatıcı ile faydalı suyun %30'u tüketildiğinde sulama,	ABC(3)
2) 1.0 atmosfer basınçta 4 L/h damlatıcı ile faydalı suyun %50'si tüketildiğinde sulama	BC(4)
3) 0.75 atmosfer basınçta 4 L/h damlatıcı ile faydalı suyun %30'u tüketildiğinde sulama	C(5)
4) 0.75 atmosfer basınçta 4 L/h damlatıcı ile faydalı suyun %50'si tüketildiğinde sulama	ABC(3)
5) 1.0 atmosfer basınçta 2 L/h damlatıcı ile faydalı suyun %30'u tüketildiğinde sulama	ABC (3)
6) 1.0 atmosfer basınçta 2 L/h damlatıcı ile faydalı suyun %50'si tüketildiğinde sulama	A(1)
7)0.75 atmosfer basınçta 2 L/h damlatıcı ile faydalı suyun %30'u tüketildiğinde sulama	ABC(3)
8) 0.75 atmosfer basınçta 2 L/h damlatıcı ile faydalı suyun %50'si tüketildiğinde sulama	AB(2)

Araştırma sonuçlarına göre, topraktaki nem miktarına basınçtan ziyade sulama seviyeleri ve damlatıcı debisi etkili olmuştur. Bunun sebebi, araştırmada kullanılan basınç değerlerinin birbirine oldukça yakınlığı (0.75 ve 1.0 atmosfer) olabilir. Farklı sulama seviyeleri toprak profiline bir miktar nem değişimine sebep olmuştur. Yani, FSK' nın % 50' si tüketildiğinde yapılan sulamalarda %30' u tüketildiğinde yapılan sulamalara göre nem miktarı daha fazla ölçülmüştür. Diğer yandan, topraktaki nem miktarına en fazla damlatıcı debisi etmiştir. Buna göre, 2 litre/saat debi uygulamalarında toprak nem değerleri 4 litre/saat' a göre daha yüksek bulunmuştur. Bütün uygulamalarda bu durum gözlenmiştir.

Damla sulamada temel prensip toprakta tarla kapasitesine yakın seviyede sürekli nem sağlamak olduğundan bitkiler su stresine girmeden daha sık aralıklarla sulama yapılır. Araştırma sonuçlarına göre her ne kadar FSK' nın % 50'si tüketildiğinde yapılan sulamalarda topraktaki nem miktarı daha fazla bulunsada FSK' nın %30'u tüketildiğinde yapılan sulamalar bitkileri su stresinden kurtarmak için tercih edilmelidir. Bu sonuçlara göre, bodur elma bitkisinin sığ köklü olduğu (30cm) göz önüne alınarak sulama suyundan tasarruf sağlamak için sulama uygulamalarında sadece 0-30cm kök derinliği için sulama suyu hesabı yapılmalıdır. Ancak, su kaynağı sınırlı değil ve enerji ucuzsa 30-60 cm derinliğin de ıslatılması faydalı olacaktır.

Sulamanın yapıldığı Ağustos ayında bitki su tüketimi 7-8 mm/gün olarak bulunmuştur. Bu değer sıcaklığın oldukça yüksek olduğu Temmuz-Ağustos ayları için on yaşındaki bodur elma bahçesinin günlük ortalama bitki su tüketimidir. Buna göre,

FSK' nın %30'unu (21.0 mm) kök bölgesinde depolamak için 25 mm (21/0.85) sulama suyu uygulamasında;

Sulama aralığı (SA) =Sulama suyu miktarı / Günlük bitki su tüketimi =21.0 / 8 mm/gün = 2.6 gün, yaklaşık 2.5 gündür.

FSK' nın %50' sini (35.0 mm) kök bölgesinde depolamak için 41 mm (35/0.85) sulama suyu uygulamasında;

Sulama aralığı (SA)= 35 mm /8 mm /gün= 4.4 gün, yaklaşık 4 gündür.

Bitkinin sulama suyu ihtiyacı, toprak yüzeyini örtme durumu ve iklimsel şartlardan büyük oranda etkilenmektedir (Moham ve Arumugam 1994). Bu sebeple, sulama aralığı sıcaklığın yüksek olduğu aylarda daha kısa ; düşük olduğu aylarda ise daha uzun olacaktır.

Sonuç olarak damla sulamada iletim, yüzey akış, buharlaşma ve derine sızma gibi kayıplar ortadan kalktığından dolayı su uygulama randımanı diğer sulama metotlarına göre daha yüksektir. Buna ilave olarak sulama suyu ile birlikte gübre ve ziraai ilaçların uygulama kolaylığı, yabancı ot kontrolü ve işçilik masraflarının son derece düşük olması söz konusu sistemin uygulama alanlarının artmasını teşvik etmektedir. Bu sebeple, özellikle İç Anadolu gibi yağışın düşük, buharlaşmanın yüksek olduğu bölgelerde daha yaygın kullanılması tavsiye edilir.

4. KAYNAKLAR

- Al-Juneidi, F. , and Isaac, J. , 1999. An Assessment of Irrigation Efficiency in the Palestinian West Bank. Irrigation Management and Saline Conditions. Proceedings of Regional Symposium, JUST, Irbid, Jordan, June 1999. Pp. 26-39.
- Anonymous, 1989. Agricultural Compendium. For Rural Development in the Tropics and Subtropics. Elsevier Science Publisher, Netherlands.
- Anonymous, 1998. Karaman Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları, Karaman.
- Aybak, Ç.H., ve Kaygısız, H., 1999. Damla Sulama ile Gübre Uygulamalarında Dikkat Edilecek Hususlar ve Ülkemiz Gerçekleri. Hasad Dergisi (Bitkilerin Su ve Gübre İstekleri), Temmuz, s. 86-89, İstanbul.
- Bhardwaj, S.K. , Sharma, I.P., Bhandari, A.R., Sharma, J.C. , and Tripathi, D. , 1995. Soil Water Distribution and Growth of Apple Plants Under Drip Irrigation. Journal of the Indian Society of Soil Science. Vol.43 (3), pp. 323-327.
- Çakmak, B., ve Beyribey M., 1996. Damla Sulama Sisteminin Tasarım, İşletme ve Yönetimde Karşılaşılan Sorunlar. Topraksu (ISSN 1300-4409), Cilt.2, s. 14-22.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları. Ank. Üniv. Ziraat Fak. Yayın No.1021, Ders Kitabı No.295, Ankara.
- Farouk, H.A., 1998. Evaluation of Emission Uniformity for Efficient Microirrigation. (PhD Thesis) Irrigation and Soils with Agro-Industrial Management, Fresno, California.
- Foroud, N., Mündel, H.H., Saindon, G., and Entz, T. , 1993. Effect of Level and Timing of Moisture Stress on Soybean Plant Development and Yield Components. Irrigation Science, Vol.13, pp.149-155.
- Gençoğlu, C. , ve Yazar, A., 1998. Damlatıcı Debileri ve Uygulanan Sulama Suyu Miktarına Bağlı Olarak Damlatıcı Aralıklarının Belirlenmesi. Tr. J. of Agriculture and Forestry, Cilt. 22, Sayı:1, s. 43-50.
- Gupta , R.K. , Rudra, R.P., Dickinson, W.T., and Lamm, F.R., 1995. Modelling of Saturated Regime as Affected by Emitter Application Rates. Proceedings of the 5 th. International Microirrigation Congress, Orlando, Florida (2-6 April), pp. 628-632, U.S.A

*Damla Sulamada Farklı Damlatıcı Debilerinin
Toprak Profiline Nem Dağılımına Etkisi*

- Kara, M., 1983. Sulama-Kurutma. Cilt. 1. Tarım Arazilerinin Sulanması. Akdeniz Üniv. Isparta Müh. Fak. Yayınları.
- Kara, M., Çiftçi, N., Şimşek, H., ve Topak, R., 1992. Konya Ovaları Projesinde (KOP) Su Potansiyeli ve İhtiyacı. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri. A.Ü. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 22-26 Haziran, Erzurum. s. 119-127.
- Maheshwari , B.L., and McMahon, T.A., 1993. Performance Evaluation of Border Irrigation Models for South East Australia. Part. 2 : Overall Suitability for Field Applications. Jr. of Agricultural Engineering Research, Vol. 54.
- Mohan, S., and Arunugam, N., 1994. Crop Coefficients of Major Crops in South India. Agricultural Water Management, Vol.26 (1/2), pp. 67-80.
- Mstat 1980. Mstat Uses Guide: Statistics (version 5.ed), Michigan State University, Michigan, U.S.A
- Warrick, W., 1986. Trickle Irrigation for Crop Production. Desing Principles. Edited by F.S. Nakayama and D.A. Bucks. Elsevier. pp. 93-116.
- Yüksel, N. A, ve Erdem, Y. , 1999. Sulama ve Gübreleme. (IV.Bölüm) Bitkilerin Su ve Gübre İstekleri. Hasad Yayıncılık, Temmuz 1999, İstanbul.