

Sera Hıyar Yetiştiriciliğinde Farklı Damla Sulama Lateral Derinlikleri ve Sulama Düzeylerinin Bitki Gelişimi ve Verime Etkileri

Sefer BOZKURT¹ Gülsüm SAYILIKAN MANSUROĞLU²

¹Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 31000, Hatay

²Mustafa Kemal Üniversitesi, Samandağ M.Y.O., Seracılık Programı, Hatay

Özet

Denemede üç damla sulama lateral derinliği (D_0 , D_{10} ve D_{20}) ve altı sulama suyu düzeyi (I_{20} , I_{40} , I_{60} , I_{80} , I_{100} ve I_{120}) bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak hıyar bitkisinde test edilmiştir. Tüm konularda bitki gelişim dönemlerine dayalı tek bir gübreleme programı uygulanmıştır. Her bir alt parsel 18 m^2 ($1.5 \text{ m} \times 12.0 \text{ m}$) olarak hazırlanmış ve bitkiler $0.50 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$ mesafelerde iki sıralı dikilmiştir. Bitki su tüketimi (ET) su bütçesi yöntemiyle hesaplanmıştır. Toplam su kullanım randımanları (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanları (IWUE), verim değerleriyle toplam su kullanımları ve sulama suyu kullanımları karşılaştırılarak belirlenmiştir. Deneme koşullarında bitkinin verim, kalite ve biyolojik kütle özellikleri gelişim dönemlerine göre belirlenmiştir. Denemede sulama derinlikleri ve sulama düzeyleri hıyar bitkisinin verim, kalite ve gelişimini istatistiksel olarak etkilemiştir.

Anahtar kelimeler: Hıyar, Gömülü damla sulama, Verim

Effects of Different Drip Lateral pipe depths and Irrigation levels on Plant Growth and Yield of Greenhouse Grown Cucumber

Abstract

In the cucumber experiment, three drip irrigation lateral depths (D_0 , D_{10} and D_{20}) and six irrigation water levels (I_{20} , I_{40} , I_{60} , I_{80} , I_{100} and I_{120}) tested with tree replications on split plot experimental design. One fertilization program based on plant growing period was used in all treatments. Each experimental sub-plot occupied an area of 18 m^2 ($1.5 \text{ m} \times 12.0 \text{ m}$) and included 48 plants (in two rows) with $0.50 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$ plant spacing. Evapotranspiration (ET) was calculated according to the water balance method. Total water use efficiencies (TWUE) and irrigation water use efficiencies (IWUE) were calculated from yields and total water uses and from yields and irrigation water uses, respectively. Yield, quality and biomass components of plants were determined according to plant development stages under the treatments conditions. The lateral depths and irrigation levels had statistically significant effects on plant growth, yield and quality parameters in the experiment.

Key words: Cucumber, Subsurface drip irrigation, Yield

Giriş

Hıyar (*Cucumis sativus*), günümüzde sebze yetiştiriciliğinde üretim miktarı (1,845,749 ton) yönünden üçüncü sırada yer alan önemli bir sebzedir (TUİK, 2014). Yüksek düzeylerde sürdürülebilir bir üretimi sağlayabilmek için su yönetiminin iyileştirilmesi zorunludur. Kontrollü sera

tarımı, su kullanım etkinliklerini tarla tarımına göre çok daha fazla artırmaktadır. Bununla birlikte, aşırı azot ve su kullanımının hıyar üretiminde yaygın olarak uygulanmakta olduğu ve bu uygulamaların üretim maliyetlerini, su ve azot kayıplarını artırdığı bilinmektedir. Günümüzde mevcut az suyu en kullanışlı şekilde verebilen damla sulama gibi sulama sistemleri önem taşımaktadır. Ancak,

gömülü damla sulama (SDI) ile hıyar yetiştiriciliği konusunda sera şartlarında yeterli çalışma yoktur.

SDI yöntemlerinin en büyük avantajlarından birisi toprak yüzeyinin kuru kalması ve topraktan olan buharlaşma miktarlarının azaltılmasıdır. Ancak, Patel ve Rajput (2007), gömülü damla sulamada en önemli tartışmanın lateral derinliklerinde yaşandığını belirttikleri çalışmalarında, en uygun lateral derinliklerinin yetiştirilecek bitki ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişeceğini vurgulamışlardır.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama suyuna ve pahalı su kaynaklarına olan talep arttıkça verim ile sulama suyu arasındaki ilişkiyi ortaya koyan en uygun sulama işletmeciliğini belirlemede kullanılan su-üretim fonksiyonlarına gereksinim de artmaktadır (Gençoğlu ve Yazar 1999).

Gömülü damla sulama yöntemleriyle yapılmış kısıtlı sulama uygulamaları yeterli düzeyde değildir. SDI sistemleriyle su uygulamalarında kesin bir kontrol sağlanmasına rağmen, bu teknolojinin nasıl kullanılacağına yönelik bilgi eksikliği bulunmaktadır. SDI ile hıyar'a ne kadar su verilmesi gerektiği ile ilgili verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenlerle, bu çalışmada sera koşullarında farklı damla sulama lateral derinlikleri ve sulama suyu düzeylerinin hıyar'da verim ve bitki gelişimine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı, Samandağ'ın sahil kesiminde, denizden 3 m yükseklikte, 36° 04' kuzey ve 35° 15' doğu enlem ve boylamlarındadır. Sera, Anti-fog+UV+IR katkılı, 0.150 mm kalınlığında P.E. plastik örtü ile kaplanmıştır. Sera yan ve çatı havalandırma sistemlerine sahiptir. Araştırma alanının uzun yıllar (1975–2007) bazı iklim verilerine göre (Anonim, 2009); ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri sırasıyla 19.0, 33.1 ve -2.2 °C'dir. Araştırma süresince sera içinde benzer iklim verileri gözlenmiş ve ortalama sıcaklık değerlerinin 15.2 ile 27 °C arasında değiştiği belirlenmiştir.

Araştırmada yörede yaygın olarak yetiştirilen ve beğenilen hıyar çeşidi (Ural-F1) fideleri kullanılmıştır. Deneme alanı toprakları killi-tın bünyede (As: 1.42 g cm⁻³, TK: %33 ve SN:%14) ve taban suyu problemi yoktur. Denemede bütün parsellere tek bir gübreleme programı uygulanmıştır. Gübrelemede örtüaltı hıyar (*Cucumis sativus* L.) yetiştiriciliğinde Kaygısız (2000)'ün önerdiği 20 kg da⁻¹ N, 14 kg da⁻¹ P ve 35 kg da⁻¹ K uygulanmıştır. Hıyar bitkileri 50x50cm sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde çift sıralı olarak dikilmiş ve parseller arasında 100 cm boşluk bırakılmıştır. Parseller 12.0 m x 1.5 m boyutlarında 18 m² alana sahiptir. Parsel başlarında tesir bitkileri bırakılmış ve gözlemler ortadaki bitkilerde yapılmıştır.

Sulama zamanının belirlenmesinde tansiyometrelerden yararlanılmıştır. Tüm deneme konularında sulamalara tam sulama (I₁₀₀) ana parsellerinde bulunan geleneksel damla sulama (D0) alt parsellerinde 30 cm derinliğindeki toprak tansiyonu 30 cb düzeyine ulaştığında başlanmıştır. Sulama suyu miktarı hesaplanmasında açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılmıştır. Sulama suyu miktarı Doorenbos ve Pruitt (1984)'e göre ($I = A \times E_{pan} \times K_{cp}$) hesaplanmıştır. Eşitlikte;

I:Toplam sulama suyu miktarı(I), A:Parsel alanı (m²), E_{pan}:iki sulama arasında oluşan toplam buharlaşma miktarı (mm), K_{cp}:Bitki-pan katsayısı [pan katsayısı (kp) ve bitki katsayısı (Kc) değerlerini içermektedir]'dir. Bitki su tüketimi James (1988) tarafından verilen su bütçesi eşitliği ($ET = I + R + Cr \pm \Delta SW - Dp - Rf$) kullanılarak hesaplanmıştır. Eşitlikte; ET:Bitki su tüketimi (mm), I:Uygulanan sulama suyu miktarı (mm), R:Düşen yağış (mm), Cr:Kapiler yükseliş (mm), Dp:Derine sızma (mm), Rf:Yüzey akış (mm) ve ΔSW :Toprak profilindeki nem değişimi (mm 90cm⁻¹) değerlerini temsil etmektedir. Toprak nem içerikleri gravimetrik olarak her sulama öncesi belirlenmiştir. Araştırmada sulama suyu kullanım etkinlikleri (IWUE) ve su kullanım etkinlikleri (WUE) uygulamalardan elde edilen verim değerlerinin sırasıyla toplam uygulanan sulama suyuna ve toplam

ET'ye bölünerek hesaplanmıştır (Kırnak ve ark. 2003).

Deneme koşullarında bitkinin verim (kg m^{-2}), ortalama meyve ağırlığı (g meyve^{-1}) ve sayısı (adet bitki $^{-1}$), toprak üstü biokütle miktarı (kg m^{-2}) ve yaprak alan indeksi değerleri belirlenmiştir.

Araştırma sera şartlarında hıyar bitkisi kullanılarak bölünmüş parseller deneme deseninde altı sulama düzeyi (I_{20} , I_{40} , I_{60} , I_{80} , I_{100} ve I_{120}) ve üç damla sulama lateral derinliğinde (D_0 , D_{10} ve D_{20}) üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Damla sulama lateral boru derinlikleri ($D_0:0$ cm, $D_{10}:10$ cm, $D_{20}:20$ cm) ana faktör sulama düzeyleri ise (I_{20} : sera ortasına yerleştirilmiş olan A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %20'si kadar sulama suyu, I_{40} : buharlaşmanın %40'ı, I_{60} : buharlaşmanın %60'ı, I_{80} : buharlaşmanın %80'i, I_{100} : buharlaşmanın %100'ü, I_{120} : buharlaşmanın %120'si kadar sulama suyu) alt faktör olarak ele alınmıştır.

İstatistiksel değerlendirmelerde MSTAT-C istatistik yazılımı kullanılmış, konu ortalama değerlerinin karşılaştırılmasında LSD (Least Significant Difference) testi ($p<0.05$) kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Her lateral derinliği ve sulama düzeyi için uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Bitki su tüketimi (ET) değerleri incelendiğinde her üç lateral derinliğinde de artırılan sulama suları ile birlikte ET değerlerinin de arttığı görülmüştür. Bu doğrultuda en düşük ET değerleri ($280\pm 13\text{mm}$) en az su uygulanan parsellerde oluşurken, en yüksek ET değerleri ($500\pm 35\text{mm}$) en fazla su uygulanan sulama parsellerinde görülmüştür.

Her üç lateral derinliğinde de uygulanan sulama suyu miktarları ile ET arasında doğrusal artan bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. En yüksek bağdaşım katsayısı ($R^2=1.0$) yüzey damla sulama (D_0)

uygulamalarında, en düşük katsayılar ise D_{20} yönteminde belirlenmiştir. En yüksek WUE değeri $D_{10}I_{60}$ konusunda 28.2 kg m^{-3} olarak elde edilirken, en yüksek IWUE değeri $D_{10}I_{40}$ konusunda 43.7 kg m^{-3} olarak hesaplanmıştır. Farklı sulama suyu uygulamaları sonucu oluşan IWUE değerleri incelendiğinde I_{40} su uygulamasından tam veya aşırı sulamaya doğru gidildikçe anılan değerlerin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. Buradan bitkilerin kısıtlı sulama şartlarına kıyasla aldıkları ilk suyu vejetatif gelişimde kullanarak daha sonrada verime dönüştürebildiğini ancak, bitki olağan gelişimini karşılamak için yeter miktarda su bulduktan sonra uygulanan sulama suyu miktarlarının başlangıçtaki uygulanan suyun yararlılığına kıyasla daha düşük verim tepkisi verdiği anlaşılmaktadır. Sulama suyu düzeylerinin su kullanım etkinliği değerlerine (WUE) etkileri incelendiğinde az sulama uygulamasından başlayarak I_{60} veya I_{80} uygulamalarına kadar artış gösterdiği ancak aşırı sulama uygulamalarında daha düşük değerler verdiği gözlenmiştir. Su kullanım etkinlikleri ile verim arasında pozitif polinomial bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, uygulamalar ortalama meyve ağırlıkları dışında incelenen tüm parametreler üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşturmuştur (Çizelge 2). En yüksek verim değerleri $D_{10} I_{60}$ ($103.9 \text{ ton ha}^{-1}$) ile $D_{10}I_{80}$ ($106.1 \text{ ton ha}^{-1}$) ve $D_{20}I_{80}$ ($104.3 \text{ ton ha}^{-1}$) ile $D_{20}I_{100}$ ($100.3 \text{ ton ha}^{-1}$) uygulama parsellerinden elde edilmiştir. En yüksek meyve sayısı ise 51.2 adet bitki $^{-1}$ olarak $D_{20}I_{120}$ sulama düzeyinde belirlenmiş ancak, bu parsellerde nispeten küçük meyveler oluşmuştur. En düşük verim ve verim parametreleri değerleri her üç sulama yönteminde de en az su uygulanan I_{20} konularında belirlenmiştir.

Çizelge 1. Denemede uygulanan ortalama sulama suyu ve Bitki su tüketim miktarları, Su kullanım ve Sulama suyu kullanım etkinliği değerleri.

Table 1. Average irrigation water, Plant water consumption, Water use efficiency and Irrigation water use efficiency values used in the experiment.

Konular	I	SWD	Dp	ET	IWUE	WUE	
D ₀	I ₂₀	121	173	0	294	28.1	11.6
	I ₄₀	202	147	0	349	37.8	21.9
	I ₆₀	283	117	0	400	30.8	21.8
	I ₈₀	364	87	0	451	25.5	20.6
	I ₁₀₀	445	50	0	495	21.0	18.9
	I ₁₂₀	526	27	-14	539	14.4	14.1
D ₁₀	I ₂₀	121	159	0	280	30.6	13.2
	I ₄₀	202	116	0	318	43.7	27.8
	I ₆₀	283	85	0	368	36.7	28.2
	I ₈₀	364	63	0	427	29.1	24.8
	I ₁₀₀	445	33	-8	470	21.4	20.3
	I ₁₂₀	526	3	-37	492	17.0	18.2
D ₂₀	I ₂₀	121	147	0	268	24.5	11.1
	I ₄₀	202	109	0	311	37.7	24.5
	I ₆₀	283	81	0	364	32.8	25.5
	I ₈₀	364	56	0	420	28.7	24.8
	I ₁₀₀	445	22	-16	451	22.5	22.2
	I ₁₂₀	526	1	-58	469	17.6	19.7

I:Sulama su miktarı (mm), SWD:Toprak suyu eksilişi (mm), Dp:Derine süzülme (mm), ET:Bitki su tüketimi (mm), IWUE:Sulama suyu kullanım etkinliği (kg m⁻³), WUE:Su kullanım etkinliği (kgm⁻³)

En yüksek biokütle değerleri; D₀ lateral derinliğinde I₁₀₀ (11.54 kg m⁻²) su düzeyinde, D₁₀ lateral derinliğinde, I₆₀ (12.63 kg m⁻²) ve I₈₀ (14.65 kg m⁻²) su düzeylerinde ve D₂₀ lateral derinliğinde ise, I₈₀ (12.71 kg m⁻²), I₁₀₀ (12.27 kg m⁻²) ve I₁₂₀ (12.10 kg m⁻²) su düzeylerinde elde edilmiştir. En düşük biokütle miktarları ise üç sulama yönteminde de en az su uygulanan I₂₀ konularında belirlenmiştir. En düşük LAI değerleri de her üç sulama yönteminde en az sulama yapılan konulardan elde edilirken, en yüksek LAI değeri D₁₀I₁₀₀ konusunda (3.51) belirlenmiştir.

Her üç sulama yönteminde de bitki su tüketimi (ET) ile verim arasında polinomial ilişki olduğu belirlenmiştir. En düşük bağdaşım katsayısı (R²=0.94) D₁₀ yönteminde belirlenirken, diğer iki yöntemde aynı ve daha

yüksek bir bağdaşım katsayısı (R²=0.98) belirlenmiştir.

Her üç lateral derinliğinde de ET ile biokütle arasında polinomial ilişkiler olduğu görülmüştür. Her üç sulama yönteminde de yaklaşık 450 mm su tüketiminden sonra biokütle miktarlarında düşüş yaşanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları ile de orantılı bir şekilde, en yüksek biokütle miktarları D₁₀I₈₀ (14.65 kg m⁻²) konusunda belirlenmiştir. Bitki su tüketimi ile biokütle oluşumları arasındaki ilişkiler incelendiğinde en yüksek bağdaşım katsayısı (R²=0.97) D₂₀ sulama yönteminde belirlenmiştir.

Tarımsal sulama suyu verim ilişkileri çalışmalarında sıklıkla kullanılan Su-verim tepki etmeni (ky) değerleri araştırmada incelemeye alınmıştır. Ky değerleri bitkinin

birim ET azalışına karşı verimde görülen düşüş tepkisini ifade etmektedir. Denemede en yüksek ky katsayısı toprakaltı damla sulama (D₂₀) yönteminde 0.83 olarak belirlenirken, en düşük tepki katsayısı (ky=0.66) ile D₁₀ sulama yönteminde elde edilmiştir.

Çizelge 2. Uygulanan farklı sulama yöntemleri ve sulama düzeyleri altında bitkisel verim ve verim parametrelerinin ortalama değerleri.

Table 2. Average values of plant yield and yield parameters under different irrigation methods and irrigation levels.

Konular		Verim (ton ha ⁻¹)	Meyve kütlesi (g meyve ⁻¹)	Meyve sayısı (adet bitki ⁻¹)	Biokütle (kg m ⁻²)	LAI (m ⁻² m ⁻²)
D ₀	I ₂₀	34.1bc	74.3	17.2cd	4.72cd	1.02bc
	I ₄₀	76.3abc	69.8	41.0a-d	9.69a-d	2.01abc
	I ₆₀	87.0abc	66.9	49.0ab	10.72abc	2.11abc
	I ₈₀	92.9ab	78.3	45.3a-d	11.16ab	2.22abc
	I ₁₀₀	93.7ab	81.0	43.4a-d	11.54a	3.04ab
	I ₁₂₀	75.9abc	77.6	36.6a-d	9.13a-d	2.33abc
D ₁₀	I ₂₀	37.0bc	72.8	19.1bcd	5.14bcd	0.09c
	I ₄₀	88.3abc	77.9	43.4a-d	10.84abc	1.98abc
	I ₆₀	103.9a	80.5	48.7ab	12.63a	2.13abc
	I ₈₀	106.1a	91.1	43.8a-d	14.65a	2.53ab
	I ₁₀₀	95.4ab	79.4	45.3a-d	11.38ab	3.51a
	I ₁₂₀	89.4abc	77.0	43.7a-d	11.11ab	2.04abc
D ₂₀	I ₂₀	29.7c	70.0	15.9d	4.38d	0.10c
	I ₄₀	76.2abc	77.2	36.7a-d	9.55a-d	2.41abc
	I ₆₀	92.8ab	80.2	43.4a-d	10.90abc	2.18abc
	I ₈₀	104.3a	84.7	46.2abc	12.71a	2.28abc
	I ₁₀₀	100.3a	78.1	48.3ab	12.27a	2.44abc
	I ₁₂₀	92.6ab	67.9	51.2a	12.10a	2.41abc
LSD _{0.05}		61.9	ns	30.2	6.333	2.36

Sonuç olarak, toprakaltı damla sulama yöntemi uygun lateraller seçilerek, serada hıyar yetiştiriciliği için rahatlıkla kullanılabilir. Yöntemin ortaya çıkardığı yüksek su kullanım etkinlikleri nedeniyle daha az su uygulanarak yetiştiricilik yapılabilme potansiyeli bulunmaktadır. Özellikle hıyar yetiştiriciliğinde toprakaltı damla sulama kullanılacağı zaman sulama laterallerinin 10 cm derinliğe gömülmesi hem daha yüksek verimle sonuçlanmakta, hem de derine sızma kayıplarını azaltmaktadır. Ayrıca anılan yöntem sera içi nem kontrolünde önemli avantajlar sağlamıştır. Toprak yüzeyi kuru kaldığından buharlaşma kayıpları sıfırlanmış ve sera neminin artmasının önüne geçilmiştir. Sulama programlamasında pan buharlaşma

kabı kullanılacağı zaman verimi en yükseğe çıkarmak için oluşan buharlaşmanın %80'inin (Kcp₈₀) sulama suyu olarak verilmesinin uygun olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, su sıkıntısı yaşanan yerlerde toprakaltı damla sulamayla %20'lik bir su kısıntıyla da (D₁₀I₆₀) kabul edilebilir verimlerin elde edilebileceği görülmüştür.

Teşekkür

Bu Çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi BAP-Koordinatörlüğü tarafından 262 (1201M0106) nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

Anonim, 2009. Meteorolojik veriler. Samandağ Meteoroloji İlçe Müd., Hatay.
Doorenbos J, Pruitt WO, 1984. Crop water

- requirements. FAO, Irrigation and Drainage Paper No. 24. 144 pp.
- Gençođlan C, Yazar A, 1999. Kısıntılı su uygulamalarının mısır verimine ve su kullanım randımanına etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23:233-241.
- James LG, 1988. Principles of farm irrigation system design. Wiley, New York, P. 543.
- Kaygısız H, 2000. Sebzeçilik genel teknikler özel uygulamalar(Domates, Biber, Patlıcan, Hıyar). Hasad Yayıncılık Ltd. Őti., İstanbul.
- Kırnak H, Kaya C, Higgs D, Taş İ, 2003. Responses of drip irrigated bell pepper to water stress and different nitrogen levels with or without mulch cover. Journal of Plant Nutrition 26(2):263–277.
- Patel N, Rajput TBS, 2007. Effect of drip tape placement depth and irrigation level on yield of potato. Agr. Water Manag 88:209–223.
- TUIK, 2008. Türkiye istatistik kurumu, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>