

Kök Bölgesi Sınırlamasının Domates (*Lycopersicon esculentum* L.)'in Gelişimi ve Verimine Etkileri

Esra TOSUN*¹, Ahmet ERTEK¹

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 15, Sayı 2,
Sayfa 106-116, 2020

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 15, Issue 2,
Page 106-116, 2020

Özet: Bu çalışma, kök bölgesi sınırlamasının domates bitkisinin gelişimi ve verimi üzerine olan etkilerini ortaya koymak amacıyla serada yapılmıştır. Çalışmada, 3 farklı boyuttaki saksılara (S_1 : 11, S_2 : 16.5 ve S_3 : 32 litrelik) her saksıya bir bitki gelecek şekilde "Perge" çeşidi sırık domates fideleri dikilmiştir. Her bir konu için tekerrürler dahil 15 saksıda fide dikimi yapılmıştır. Araştırmada 12 konu oluşturulmuştur. **1- $I_1S_1N_1$, 2- $I_1S_2N_1$, 3- $I_1S_3N_1$, 4- $I_2S_1N_1$, 5- $I_2S_2N_1$, 6- $I_2S_3N_1$, 7- $I_1S_1N_2$, 8- $I_1S_2N_2$, 9- $I_1S_3N_2$, 10- $I_2S_1N_2$, 11- $I_2S_2N_2$, 12- $I_2S_3N_2$** (I : sulama programı, S : saksı büyüklüğü, N : Gübre uygulama düzeyi). I_1 : Tüm saksılara en küçük saksıdaki su azalışı dikkate alınarak su uygulaması, I_2 : Saksıların büyüklüğü dikkate alınarak su azalışına göre sulama uygulaması; N_1 : Her iki sulama programındaki tüm saksılara en küçük saksı hacmi için uygulanan gübre miktarının uygulanması, N_2 : Saksı hacmi dikkate alınarak gübre uygulaması olmak üzere konular oluşturulmuştur. Sulama suyu damla sulama sistemiyle ve 2 ayrı programa göre uygulanmıştır. Birinci programda 3 farklı boyuttaki saksılara en küçük saksıdaki (11 lt) su azalışı dikkate alınarak sulama öncesi topraktaki mevcut su yaklaşık %60'a düşünce, tarla kapasitesine gelinceye dek tüm saksılara eşit miktarda su uygulanmıştır. İkinci programda ise, 16.5 ve 32 litrelik saksılardaki mevcut su eksilişi dikkate alınarak her birinin sulama öncesi kendi mevcut suyunu tarla kapasitesine getirecek şekilde su uygulanmıştır. Çalışma tesadüf parsellerinde 3 faktörlü deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sonuçlara göre; kök sınırlamasıyla hem yüksek verim alınması sağlanmış, hem de sulama suyundan önemli ölçüde tasarruf sağlanacağı sonucuna ulaşılmıştır. Neticede, benzer koşullarda sırık domates yetiştiriciliğinde bitki başına 11 litrelik toprak hacminin yeterli olacağı ve elverişli su yaklaşık %60'a düşünce sulama yapılmasının (I_1S_1) uygun olacağı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kök bölgesi sınırlaması, domates, bitki su tüketimi, su kullanım randımanı

Effects of Root Zone Restriction on Growth and Yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.)

Abstract: This study was carried out in order to determine the effects of the restriction of root zone on the growth and yield of tomato plant. In the study, on the date of 14.05.2015, "Perge" tomato variety were planted in a pot with a pot of 3 different sizes (S_1 : 11, S_2 : 16.5 and S_3 : 32 liters). The study was conducted in randomized in 3 replications according to a 3-factor trial design. Seedlings were planted in 15 pots including repetitions for each treatment. The research has been included in twelve treatments. **1- $I_1S_1N_1$, 2- $I_1S_2N_1$, 3- $I_1S_3N_1$, 4- $I_2S_1N_1$, 5- $I_2S_2N_1$, 6- $I_2S_3N_1$, 7- $I_1S_1N_2$, 8- $I_1S_2N_2$, 9- $I_1S_3N_2$, 10- $I_2S_1N_2$, 11- $I_2S_2N_2$, 12- $I_2S_3N_2$** (I : irrigation levels; S : pot size, N : fertilizer application level). I_1 : Water application to all pots, taking into account the water decrease in the smallest pot, I_2 : Irrigation application according to water decrease considering the size of the pots; N_1 : Application of the amount of fertilizer applied for the smallest pot volume to all pots in both irrigation programs, N_2 : Treatments including fertilizer application considering the pot size were consisted. Irrigation water was applied by drip irrigation system and two different programs. In the first program, taking into account the water decrease in the smallest pot (11 liters), once water available in the soil before irrigation decreased to approximately 60% and equal amount of water was applied to all the pots until it reached the field capacity. In the second program, water was applied up to field capacity to each of the 16.5 and 32 liter pots, taking into account the existing water loss. The study was conducted in randomized in 3 replications according to a 3-factor trial design. In the study, root restraint applications achieved both high yields and significant savings from irrigation water. As a result, in similar conditions, it can be said that 11 liters of soil volume per plant will be sufficient and irrigation applied (I_1S_1) will be appropriate when the available water drops to about 60%.

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
esraydmr@gmail.com

Alınış (Received): 22/06/2019
Kabul (Accepted): 05/12/2020

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve
Sulama Bölümü,
Isparta, Türkiye.

Keywords: Root zone restriction, tomato, plant water consumption, water use efficiency

1. Giriş

Domates yetiştiriciliğinde kalite ve verimin artmasında, zamanında ve dengeli sulamanın önemi oldukça büyüktür. Domatesin topraktaki su eksikliğine en duyarlı olduğu dönem çiçeklenme dönemi olup, bunu meyve oluşum dönemi izlemektedir. İlk çiçeğin görüldüğü zaman ve olgunlaşma zamanlarında bitki, topraktaki su eksikliğine daha çok dayanabilmektedir. Bitkinin su tüketiminin yüksek olduğu dönemlerde toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'dan fazlası tüketildiğinde topraktaki su eksikliğinden dolayı bitkinin gelişmesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca, toprak tuzluluğundan orta derecede etkilenen bitkinin verim kaybının olmaması için toprağın elektriksel iletkenliğinin (ECe) eşik değeri 2.5 dS/m olmalıdır (Doorenbos ve Kassam, 1986; Kesmez, 2009).

Örtü altı domates yetiştiriciliği yapılırken en uygun gübreleme yöntemi gübrenin damla sulamayla birlikte verilmesi; yani su ile gübrenin birlikte kullanılmasıdır. Damla sulama ile gübre doğrudan bitkilerin kök sistemlerine ulaştığından bu yöntem hem etkili, hem de güvenlidir. Sera ortamında 15 ton/da verim hedeflenerek üretilen domatesin bitki besin maddesi ihtiyacının 40-45 kg/da N, 30-35 kg/da P₂O₅, 60-65 kg/da K₂O, 5 kg/da CaO olduğu belirtilmektedir (Özdemir ve Özer, 2016).

Bitkilerde artan kök gelişimi, olası su alımını ve kullanılan toprak hacmini artıracaktır. Ayrıca, kök miktarı ve onun toprakta dağılımı köklerin su emme yeteneğini etkilemektedir (Atkinson, 2002).

Bitki için gerekli su, oksijen ve bitki besin elementlerinin yeteri kadar karşılanması durumunda, bitki köklerinin daha derine gelişme eğilimi azalmaktadır. Böylece, kök bölgesi sınırlamasının, bitki gereksinimi olan su, besin maddeleri ve oksijenin yeteri kadar sağlanması durumunda, kapalı ortamlarda hem birim alanın daha iyi değerlendirilmesi, hem de su ve besin elementlerinin randımanlı kullanımına yardımcı olacağı belirtilebilir (Ertek ve Bolat, 2016).

Sonuçta, seralarda en çok yetiştirilen ve en çok tüketilen bitkilerden biri olan domatesin serada konteynerlerde yetiştirilmesi durumunda, veriminde önemli miktarda azalma olmaksızın ne kadar miktarda toprak hacminin yeterli olacağını belirlemek çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanı içerisinde bulunan plastik örtüye sahip 120 m²'lik serada yapılmıştır. Kök sınırlamasının domates bitkisi gelişimi ve verimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, 14.05.2015 tarihinde 3 farklı boyuttaki saksılara (S₁: 11 litre, üst çap: 25 cm alt çap: 17 cm, h =24 cm; S₂: 16,5 litre, üst çap: 29 cm, alt çap: 20 cm, h =29 cm ve S₃: 32 litre, üst çap: 34 cm, alt çap: 23 cm, h: 32 cm) her saksıya bir bitki gelecek şekilde "Perge" çeşidi sırtık domates fideleri dikilmiştir (Şekil 1). "Perge" çeşidi sırtık domates fideleri bitki güçlü, boğum arası kısa, gür ve iri yapraklı, erkenci, yüksek verimli olduğu için tercih edilmiştir. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir



Şekil 1. Domates fidelerinin dikimden 1 gün sonraki görünümü

Çalışma tesadüf parsellerinde 3 faktörlü deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her bir konu için tekerrürler dahil 15 saksıda fide dikimi yapılmış ve çalışmada 12 konu oluşturulmuştur.

1-*I*₁S₁N₁, 2-*I*₁S₂N₁, 3-*I*₁S₃N₁, 4-*I*₂S₁N₁, 5-*I*₂S₂N₁, 6-*I*₂S₃N₁, 7-*I*₁S₁N₂, 8-*I*₁S₂N₂, 9-*I*₁S₃N₂, 10-*I*₂S₁N₂, 11-*I*₂S₂N₂, 12-*I*₂S₃N₂ (*I*: sulama programı, *S*: saksı büyüklüğü, *N*: Gübre uygulama düzeyi). *I*₁: Tüm saksılara en küçük saksıdaki su azalışı dikkate alınarak su uygulaması, *I*₂: Saksıların büyüklüğü dikkate alınarak su azalışına göre sulama uygulaması; *N*₁: Her iki sulama programındaki tüm saksılara en küçük saksı hacmi için uygulanan gübre miktarının uygulanması, *N*₂: Saksı hacmi dikkate alınarak gübre uygulaması olmak üzere konular oluşturulmuştur. Bu uygulamada, *I*₁S₁N₁ konusu aynı zamanda *I*₂S₁N₁, *I*₁S₁N₂,

Tablo 1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	Birim hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Tarla kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	pH	ECx10 ⁶	CaCO ₃ (g/kg)	Organik madde (g/kg)	Tekstür
0-30	1.12	23.8	15.8	8.00	425	758	1.40	TIN

$I_2S_1N_2$ konularıyla aynı özelliklere sahip olduğundan, bu konuya uygulamada 1 kez yer verilmiştir. $I_1S_1N_1$ konusundan elde edilen değerler $I_2S_1N_1$, $I_1S_1N_2$, $I_2S_1N_2$ konuları için de geçerli sayılmıştır. Her tekrürde 5 saksı yer almıştır. Böylece, 180 saksı yerine, alt tekrürler dâhil toplam $5 \times 3 \times 9 = 135$ saksıyla deneme yürütülmüştür.

Sulama suyu damla sulama sistemiyle ve 2 ayrı programa göre uygulanmıştır. Birinci programda 3 farklı boyuttaki saksılara en küçük saksıdaki (11 lt) su azalışı dikkate alınarak sulama öncesi topraktaki mevcut su tarla kapasitesine gelinceye dek tüm saksılara eşit miktarda su uygulanmıştır. İkinci programda ise, 16.5 ve 32 litrelik saksılardaki mevcut su eksilişi dikkate alınarak her birinin sulama öncesi kendi mevcut suyunu tarla kapasitesine getirecek şekilde su uygulanmıştır.

Sulama suyu deneme alanında bulunan sulama şebekesinden alınmıştır. Sistemin başında konulara uygulanan su hacmini ölçmek için su sayacı takılmıştır. Ayrıca her konunun sulama yönetimi için sistem içinde vanalar yerleştirilmiştir. Sulamada kullanılan su, sulama açısından birinci kalitededir (C_1S_2). Sodyum oranı ve elektriksel iletkenliği düşük olup, sulamada kullanılabilir niteliktedir.

Tablo 1'de bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri verilen yörede mevcut bahçe toprağına taban gübresi olarak $I_1S_1N_1 - I_1S_2N_1 - I_1S_3N_1 - I_2S_3N_1 - I_2S_2N_1$ konularına saksı başına 400 g, $I_1S_2N_2 - I_2S_2N_2$ konularına saksı başına 540 g, $I_1S_3N_2 - I_2S_3N_2$ konularına saksı başına 900 g çiftlik gübresi gelecek şekilde karıştırılmıştır. Gübre karışımı toprak, saksı tepe noktasından 4 cm aşağıda kalacak ve aynı büyüklükteki saksılara eşit miktarda olacak şekilde saksılar tartılarak yerleştirilmiştir. Daha sonra, her bir saksıya 01.07.2015 tarihinde içeriğinde sırasıyla %18 azot, %18 fosfor, %18 potasyum bulunan 18-18-18 içerikli gübre 7 gün arayla ağustos ayına kadar uygulanmaya devam etmiştir. Daha sonra 01.08.2015 tarihinde ise içeriğinde sırasıyla %19 azot, %19 fosfor, %19 potasyum bulunan 19-19-19 içerikli gübre 7 gün arayla eylül ayına kadar uygulanmıştır. Hastalıklara karşı savaşımında Bitki Koruma Bölümü'nün önerilerine göre gerekli ilaçlamalar yapılmıştır. Ayrıca fide dikiminden 15 (Şekil 2) ve 30 (Şekil 3) gün sonunda bitkilerin fotoğrafları çekilmiştir.

Fide dikiminden sonra bitkilere can suyu verilmiş ve fideler tutuncaya kadar yeterli miktarlarda sulama yapılmıştır. Daha sonraki aşamada programlı olarak her bir grup için söz konusu olan mevcut toprak suyu tarla kapasitesinin yaklaşık %60'ına düştüğünde sulamaya başlanmış ve tarla kapasitesine ulaşınca kadar su uygulanmıştır. Saksı toprağına uygulanan su saksı altlığına ilk damlanın düşüşü gözlenerek anında kesilmiş ve tarla kapasitesine geldiği kabul edilmiştir.



Şekil 2. Domates fidelerinin dikimden 15 gün sonraki görünümü



Şekil 3. Domates fidelerinin dikimden 30 gün sonraki görünümü

Saksı toprağına mevcut su tutma kapasitesi ise saksı içerisinde ve tarla koşullarında tarla kapasitesi belirleme ilkesine göre yapılmıştır. Bu amaçla, her saksı boyutundan bir saksıdaki gübre karışımı toprak örnekleri ayrı ayrı olmak üzere boşaltılarak hava kurusuna getirilmiş ve saksılara tekrar doldurularak tartılmıştır. Hava kurusu durumuna getirilen bu saksılara tam doymuş hale gelinceye kadar su ilave edilmiştir ve buharlaşmayı önlemek için üzeri kapatılmıştır (Camoglu, 2013). Saksı tabanından aşırı suyun drenajı sağlandıktan sonra, saksılar tartılmıştır. Böylece yaş ve kuru ağırlık farkı alınarak her bir boyuttaki saksıların elverişli su tutma kapasiteleri belirlenmiştir.

Her konuda işaretlenen 6 bitkide haftalık olarak çiçek sayısı, meyve sayısı, bitki boyu, bitki örtüsü genişliği, bitki boğaz kalınlığı ölçülmüştür. Belirli bir olgunluğa gelen domatesler ilk olarak 15.06.2015 tarihinde hasat edilmiş ve her hasattan sonra her bir konudaki domates sayısı, meyve boyu ve eni ölçülmüş ve ortalama meyve ağırlıkları belirlenmiştir. Ayrıca, dikimden son hasada kadar çiçek dökümleri gözlenerek, her konu için ayrı ayrı kaydedilmiştir.

01.10.2015 tarihinde son hasat yapılarak, her konuda işaretlenen 6 bitkide tüm yeşil aksam uygun bir şekilde söküldükten sonra gövde boğazından kesilen bitkinin kök uzunluğu, kök kuru madde ağırlığı ölçülmüştür (Böhm, 1979; Baran vd., 1996).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Sulama suyu ve bitki su tüketimi

Fideler saksılara 14.05.2015 tarihinde dikildikten hemen sonra her bir saksıya 1000 ml can suyu verilmiştir. Bitki tutumu sağlanıncaya kadar, 15.05.2015 ve 31.05.2015 tarihlerinde yine saksı başına 500 ml sulama suyu uygulanmış ve daha sonra tüm saksılardaki mevcut su, tarla kapasitesine gelinceye kadar su uygulamasına devam edilmiştir. Konulara uygulanan aylık ve toplam sulama suyu miktarları ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2'den görülebileceği gibi, konulara uygulanan sulama suyu miktarları; I_1 programındaki konulara eşit miktarda 69.56 litre, I_2 programında ise S_2 ve S_3 konularına sırasıyla 94.07 litre ve 135.0 litre sulama suyu uygulanmıştır. Deneme sera içerisinde ve saksılara kontrollü olarak su uygulandığından yağış, derine süzülme, yüzey akış kayıpları söz konusu olmadığı için, konulara uygulanan sulama suyu miktarları aynı zamanda bitki su tüketimini (Et) temsil etmiştir.

En yüksek su tüketimleri Temmuz ayında gerçekleşirken, Haziran ve Ağustos aylarında ise konulara ilişkin bitki su tüketimleri yaklaşık aynı düzeyde kalmıştır. Bitkiler yapraklarından sürekli olarak su kaybettiğinden, bünyesindeki su oranını belirli seviyede tutabilmek için kökleri vasıtasıyla kaybettiği suyu almak zorundadır. Bu yüzden toprakta belirli oranın üzerinde su bulunmalıdır. Özellikle yaz aylarında bitkiler diğer aylara kıyasla daha fazla su tükettiğinden bu aylarda daha fazla sulama yapılmaktadır (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). Şahin vd. (2010) sırık domates üzerine yaptığı çalışmada, bitkinin

ortalama 45.3 mm su tüketimi ile en fazla Temmuz ayının son haftasında olduğunu dikiminden son hasada kadar toplam olarak çalışmalarda domates bitkisi için fide Derviş vd. (1992) 403 mm, Kirda vd. (2004) bildirmişlerdir. Sera koşullarında yapılan (2004) 345 mm, Topcu vd. (2007) ise 314 mm sulama suyu verilmesini önermişlerdir

3.2. Verim sonuçları

Konularından elde edilen verim değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Ortalama en yüksek verimler I_2 sulama programındaki konularından elde edilmiştir. En yüksek verim (32 litrelik) saksılardan oluşan $I_2S_3N_2$ konusundan 904.2 gr/bitki olarak bulunmuştur. Saksı büyüklüğü aynı olan I_2 (ort: 736.1 gr/bitki) sulama suyu uygulama düzeyinde, I_1 (ort: 632.8 gr/bitki) konularına göre daha yüksek verim saptanmıştır. Her iki sulama uygulama düzeyinde de S_1 konularındaki uygulama aynı kaldığından dolaylı verim değerleri de aynı olmuştur.

Ayrıca, N_1 ve N_2 gübre uygulama düzeylerindeki konulardan ortalama değerler dikkate alındığında N_2 uygulamalarında (ort: 683.97 gr/bitki), N_1 uygulamasına göre daha yüksek verim (ort: 650.75 gr/bitki) elde edilmiştir. Örtü altı domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda bitkiye verilen artan dozlardaki N, hem bitki gelişimini hem de verimi arttırmaktadır. Demiral (2000) domates bitkilerine 90, 180 ve 270 ppm N uygulamış ve en yüksek verimi bitki başına 12.6 kg olarak 180 ppm uygulanan bitkilerde olduğunu bildirmiştir. Çoçlan (2011) ise sera koşullarında yetiştirilen domateslere potasyumlu gübre uygulaması sonucunda en düşük verimin (14.951 kg/da) kontrol dozu, en yüksek verimin ise (19.574 kg/da) ise 12 kg K_2O /da dozu ile elde edildiğini belirtmiştir. Yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı gibi NPK gübrelerinin uygun sulama suyu düzeyi ile birlikte verilmesinin bitkilerin gelişimi ve verimi için oldukça önemlidir. Ayrıca N bitkinin gelişimi (dal), P meyve tutumu (döl) için, K ise meyvelerin aromasının (bal) iyileştirilmesinde önemli bir yer tutmaktadır.

Tablo 2. Deneme konularına uygulanan aylık sulama suyu miktarları (litre)

TARİH	$I_1S_3N_1$	$I_1S_2N_1$	$I_1S_2N_2$	$I_1S_1N_1$	$I_1S_3N_2$	$I_1S_1N_2$	$I_2S_2N_1$	$I_2S_1N_1$	$I_2S_1N_2$	$I_2S_2N_2$	$I_2S_3N_2$	$I_2S_3N_1$
14.05.2015												
31.05.2015	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75
01.06.2015												
29.06.2015	16.22	16.22	16.22	16.22	16.22	16.22	21.42	16.22	16.22	21.42	30.38	30.38
01.07.2015												
31.07.2015	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76	21.76	30.41	21.76	21.76	30.41	45.04	45.04
01.08.2015												
31.08.2015	14.21	14.21	14.21	14.21	14.21	14.21	20.71	14.21	14.21	20.71	30.37	30.37
01.09.2015												
29.09.2015	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	13.65	9.57	9.57	13.65	20.77	20.77
01.10.2015	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.13	1.05	1.05	1.13	1.63	1.63
TOPLAM	69.56	69.56	69.56	69.56	69.56	69.56	94.07	69.56	69.56	94.07	135.0	135.0

Tablo 3. Deneme konularında tekerrürler dâhil saksı başına ortalama değerleri (gr/bitki)

Konular	Tekerrürler			Ortalama
	A	B	C	
$I_1S_1N_1$	656.0	518.0	595.3	589.8
$I_1S_2N_1$	829.3	755.0	512.0	698.8
$I_1S_3N_1$	499.5	546.0	508.5	518.0
$I_1S_1N_2$	656.0	518.0	595.3	589.8
$I_1S_2N_2$	871.2	716.0	739.8	775.7
$I_1S_3N_2$	517.0	737.3	619.8	624.7
$I_2S_1N_1$	656.0	518.0	595.3	589.8
$I_2S_2N_1$	752.0	980.0	802.8	844.9
$I_2S_3N_1$	805.6	855.6	948.2	869.8
$I_2S_1N_2$	656.0	518.0	595.3	589.8
$I_2S_2N_2$	504.0	750.0	601.0	618.3
$I_2S_3N_2$	896.0	949.3	867.4	904.2

3.3. Su kullanım randımanı (WUE)

Su kullanım randımanı (WUE) sulama uygulamalarının değerlendirilmesinde önemli göstergelerden birisidir. Bu çalışmada konuların su kullanım randımanları incelendiğinde, en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla, $I_1S_2N_2$ (11.15 gr/bitki/litre) ve $I_2S_3N_1$ (6.44 gr/bitki/litre) konularında gerçekleşmiştir (Tablo 4). En düşük sulama düzeylerinde WUE değerleri daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni, bu konularda birim su başına elde edilen verimin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Kirda vd. (2004), serada yetiştirilen domatesin su kullanım randımanı değerlerini 32.2 kg/m³ olarak bildirirken, Tarı ve Sapmaz (2017) 24.8 kg/m³ ile 35.7 kg/m³ arasında değiştiğini bildirmiştir. Tarla denemelerinde ise Çetin ve Uygan (2008), 15.3 kg /m³; Özbahçe ve Tarı (2010), 12.0 kg/m³ olarak belirlemişlerdir.

Yapılan analiz sonuçlarına göre, sulama düzeyleri ve saksı büyüklüklerinin tek başına domatesin verimi üzerine % 1 önem düzeyinde etkisi olduğu saptanmıştır.

Sulama düzeyi×saksı büyüklüğü interaksyonu ($I \times S$) %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Gübre düzeylerinin tek başına etkisi önemsiz bulunurken, sulama düzeyi×gübre ($I \times N$), saksı büyüklüğü×gübre ($S \times N$) ve sulama düzeyi×saksı büyüklüğü×gübre düzeyi ($I \times S \times N$) interaksyonlarının etkisi de önemsiz çıkmıştır. Saksı başına ortalama en yüksek verim $I_2S_3N_2$ konusundan (904.2 gr/bitki), en düşük verim ise $I_1S_3N_1$ konusundan (518.0 gr/bitki) elde edilmiştir (Tablo 5). Öte yandan, Duncan çoklu karşılaştırma testine göre saksı konuları iki grup oluşturmuş ve S_2 (734.4 gr/bitki) ve S_3 (729.2 gr/bitki) konuları en yüksek gruba girmiştir. $I \times S$ interaksyonları ise üç grup oluşturmuştur. En yüksek değer I_2S_3 konusunda, en düşük değer ise I_1S_3 konusunda gerçekleşmiştir. Ünlü ve Padem (2009), çiftlik ve mikrobiyal gübre uygulamasının domatesin verimi üzerine yaptıkları çalışmada verimin 4.87-7.23 ton/da, erkenci verimin ise 2.65-4.72 ton/da

olduğunu saptamışlardır. Nakano vd. (2010), domates üzerine yaptığı bir çalışmada bitki başına 11 ile 13 kg arasında verim alındığı bildirilmiştir. Özdemir ve Özer (2016), farklı dozlarda organik gübre uygulaması üzerine yaptığı çalışmada, gübre miktarının arttıkça verimin azaldığını bildirmiştir. Çalışmada uygulanan 300 g/m² organik gübre dozunun domatesin verim ve kalitesi üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Aynı sulama düzeyinde ve saksı büyüklüğündeki konular karşılaştırıldığında, $I_1S_2N_1$ (698.8 gr/bitki) ve $I_1S_2N_2$ (775.7 gr/bitki) konuları aynı miktar sulama düzeyi ile sulanmasına karşın, gübre düzeyindeki artış verimin artmasını sağlamıştır. Yine benzer şekilde $I_1S_3N_1$ (518.0 gr/bitki) ve $I_1S_3N_2$ (624.7 gr/bitki) konularında gübre düzeyindeki artışla verim artışı olduğu belirlenmiştir. Benzer ilişkiler, $I_2S_3N_1$ (869.8 gr/bitki) ve $I_2S_3N_2$ (904.2 gr/bitki) konularında da gerçekleşmiştir.

Demirtaş vd. (2012), sera koşullarında yetiştirilen domates üzerine yaptıkları çalışmada, 1:1 oranında kimyasal ve organik gübre uygulamasının verim üzerinde en olumlu sonucu verdiğini bildirmiştir. Yapılan araştırma çalışmaları yeterli ve zamanında uygulanan gübrenin domates bitkisinin verimi üzerinde olumlu etkiler yaptığını ortaya koymuştur

Ayrıca, aynı gübre uygulama düzeyinde ve saksı büyüklüğündeki konular karşılaştırıldığında, $I_1S_2N_1$ (698.8 gr/bitki) ve $I_2S_2N_1$ (844.9 gr/bitki) konuları aynı miktar gübre düzeyi uygulanmasına karşın sulama düzeyindeki artış verimi artırmıştır. Yine benzer şekilde $I_1S_3N_1$ (518.0 gr/bitki) ve $I_2S_3N_1$ (869.8 gr/bitki) konularında sulama düzeyindeki artışla verim artmıştır. Tarı ve Sapmaz (2017) gübre düzeylerinin tüm konularda aynı düzeyde alındığı çalışmalarında sulama düzeylerindeki artışın, domates verimi ve bazı kalite parametrelerini olumlu olarak etkilediğini bildirmişlerdir.

Kirimi vd. (2011), sera koşullarında üç farklı azot oranları (0, 40, 80 ve 120 kg N/ ha) uygulayarak domateste verim değerlerini irdeledikleri çalışmalarında en yüksek verimi 120 kg N/ ha konusundan elde etmişlerdir.

3.4. Ortalama meyve ağırlığı

Ortalama meyve ağırlığı üzerine sulama (I) ve sulama×saksı×gübre ($I \times S \times N$) interaksyonunun %5 önem düzeyinde etkisi olduğu belirlenmiştir. Saksı, gübre ve diğer interaksyonların ise ortalama meyve ağırlığını önemli düzeyde etkilemediği belirlenmiştir. Sulama düzeyi açısından konular iki grup oluşturmuş ve en yüksek grubu I_2 (45.7 gr) ve en düşük grubu ise I_1 konusu (41.7 gr) oluşturmuştur. $I \times S \times N$ interaksyonunun da ise en yüksek değeri $I_2S_3N_2$ (52.1 gr) konusu oluştururken, en düşük değeri ise, 38.8 gr ile $I_2S_2N_2$ konusu oluşturmuştur (Tablo 5). Değerler sulama düzeyi artışıyla birlikte artış göstermiştir.

Heuvelink (1995), domates üzerine yaptığı bir çalışmada bitki başına meyve ağırlığını 2072 g olarak bildirmiştir. Ercan vd. (2002), dokuz farklı domates çeşidi üzerinde yaptığı bir çalışmada, ortalama meyve ağırlığının 90.44 g ile 183.5 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ünlü ve Padem (2009), yaptığı çalışmada ortalama meyve ağırlığının 143.26-167.02 g olduğunu belirtmişlerdir. Nakano vd. (2010) ise başka bir çalışmada ortalama meyve ağırlığının 113 ile 183 g arasında olduğunu saptamıştır.

3.5. Saksı başına ortalama meyve sayısı

Saksı başına düşen ortalama meyve sayısına sulama×saksı ($I \times S$) interaksiyonunun %5 önem düzeyinde etkilediği,

gübre düzeyi, saksı büyüklüğü ve diğer interaksiyonların ise önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. En yüksek değer I_2S_3 (18.6 adet) konusundan, en küçük değer ise I_1S_3 (14.1 adet) konusunda elde edilmiştir. Sulama düzeyi artışında saksı başına düşen meyve sayısı da artmıştır (I_1 : 15.3 adet ve I_2 : 16.3 adet). Saksı büyüklüğü açısından en düşük meyve sayısı S_1 konusunda (14.3 adet) ve en yüksek ise S_2 konusunda (17 adet) belirlenmiştir. Meyve büyüklüğü en büyük saksıda (S_3 : 16.4 adet) ise düşme eğilimi göstermiştir.

Domates bitkisinin dengeli bir şekilde gelişmesi için bitki meyvelenme dönemine kadar az miktarda ancak sık sulama yapılmalı, meyve tutumundan sonra da uygulanan

Tablo 5. İncelenen parametreler ile ilgili analiz sonuçları

Konular	Saksı başına meyve ağırlığı (gr)	Ortalama meyve ağırlığı (gr)	Saksı başına meyve sayısı (adet)	Meyve boyu (mm)	Meyve çapı (mm)	Bitki boyu (cm)	Bitki Boğaz çapı (cm)	Kök kuru ağırlığı (gr)	Kök uzunluğu (cm)	Suda çözülebilir katı madde %
$I_1S_1N_1$	589.8 ^{ns}	41.9 cd*	14.3 ^{ns}	35.3 e*	41.1de*	106.7 ^{ns}	11.4 ^{ns}	5.0 ^{ns}	15.5cd**	7.7 ^{ns}
$I_1S_2N_1$	698.8	41.2 cd	16.9	36.2cde	42.3cde	129.3	11.5	17.0	13.0d	7.7
$I_1S_3N_1$	518.0	43.1bcd	12.1	37.3bcde	43.3bcde	141.7	11.7	39.5	28.0a	6.5
$I_2S_1N_1$	589.8	41.9 cd	14.3	35.3 e	41.1 de	106.7	11.4	5.0	15.5cd	7.7
$I_2S_2N_1$	844.9	50.5 ab	16.9	40.1ab	46.8ab	151.3	11.8	21.0	23.0b	7.1
$I_2S_3N_1$	869.8	48.6abc	18.0	39.4abc	45.5abc	172.7	11.2	65.5.0	25.0ab	5.9
$I_1S_1N_2$	589.8	41.9 cd	14.3	35.3 e	41.1de	106.7	11.4	5.0	15.5cd	7.7
$I_1S_2N_2$	775.7	42.7cd	18.1	38.6abcd	44.7abcd	133.3	11.9	32.7	17.5c	6.5
$I_1S_3N_2$	624.7	39.6 d	16.1	36.5cde	39.8 e	128.0	12.1	21,5	16.5cd	6.8
$I_2S_1N_2$	589.8	41.9 cd	14.3	35.3 e	41.1de	106.7	11.4	5.0	15.5cd	7.7
$I_2S_2N_2$	618.3	38.8d	15.9	35.8de	41.2cde	128.3	11.9	22.0	16.0cd	6.4
$I_2S_3N_2$	904.2	52.1 a	19.2	41.0 a	47.7 a	188.3	11.8	34.5	22.0a	6.3
I_1S_1	589.8 c**	41.9 ^{ns}	14.3 bc*	35.3 ^{ns}	41.1b*	106.7 c*	11.4 ^{ns}	5.0 ^{ns}	15.5 ^{ns}	7.7a*
I_1S_2	737.2 b	41.9	17,5 ab	37.4	43.5 b	131.3 b	11.7	24.8	15.3	7.1b
I_1S_3	571.4 c	41.3	14.1 c	36.9	41.5 b	134.8 b	11.9	30.5	22.3	6.7c
I_2S_1	589.8 c	41.9	14,3 bc	35.3	41.1 b	106.7 c	11.4	5.0	15.5	7.7a
I_2S_2	731.6 b	44.7	16.4 abc	38.0	44.0ab	139.8 b	11.8	21.5	19.5	6.8c
I_2S_3	887.0 a	50.4	18,6 a	40.2	46.6 a	180.5 a	11.5	50.0	23.5	6.1d
I_1N_1	602.2 ^{ns}	42.0 ^{ns}	14.4 ^{ns}	36.3 ^{ns}	42.2 ^{ns}	125.9 ^{ns}	11.5 ^{ns}	20.5 a ^{ns}	18.8 ^{ns}	7.3 ^{ns}
I_1N_2	663.4	41.4	16.2	36.8	41.9	122.7	11.8	19.7	16.5	7.0
I_2N_1	768.2	47.0	16,4	38.3	44.5	143.6	11.5	30.5	21.2	6.9
I_2N_2	704.1	44.3	16,5	37.4	43.3	141.1	11.7	20.5	18.8	6.8
I_1N_1	589,8 ^{ns}	41.9 ^{ns}	14.3 ^{ns}	35.3 ^{ns}	41.1 a ^{ns}	106.7 ^{ns}	11.4 ^{ns}	5.0 c*	15.5c**	7.7a**
I_1N_2	589,8	41.9	14.3	35.3	41.1	106.7	11.4	5.0 c	15.5c	7.7a
S_2N_1	771.9	45.8	16,9	38.2	44.6	140.3	11.6	19.0 bc	18.0bc	7.4a
S_2N_2	697,0	40,8	17,0	37.2	42.9	130.8	11.9	27.3 b	16.8bc	6.5bc
S_1N_1	693,9	45,8	15,0	38.4	44.4	157.2	11.4	52.5 a	26.5a	6.2c
S_3N_2	764.5	45,9	17,7	38.8	43.8	158.2	11.9	28.0 b	19.3b	6.6b
I_1	632,8 b**	41,7 b*	15,3 ^{ns}	36,5 ^{ns}	42,0 b*	124,3b**	11,7 ^{ns}	20,1 ^{ns}	17,7b*	7,2a**
I_2	736,0 a	45,7 a	16,5	37,8	43,9 a	142,3 a	11,6	25,5	19,5a	6,9b
S_1	589.8 b**	41.9 ^{ns}	14,3 ^{ns}	35,3b**	41,1 b*	106,7c**	11,4 ^{ns}	5,0 c**	15,5b**	7,7a**
S_2	734.4 a	43.3	17,0	37,7a	43,7 a	135,6 b	11,8	23,2 b	17,4b	6,9b
S_3	729,2 a	45,8	16,4	38,6a	44,1 a	157,7 a	11,7	40,3 a	22,9a	6,4c
N_1	685,2 ^{ns}	44,5 ^{ns}	15,4 ^{ns}	37,3 ^{ns}	43,3 a ^{ns}	134,7 ^{ns}	11,5 ^{ns}	25,5 ^{ns}	20,0a**	7,1a*
N_2	683,7	42,8	16,3	37,1	42,6	131,9	11,7	20,1	17,2b	6,9b
C.V (%)	13.9	10.4	17.1	5.2	5.98	13.6	6.6	63.1	12.1	3.7

** %1 düzeyinde önemli, * %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

sulama suyu miktarı artırılmalıdır. Sulama suyu miktarı arttıkça, buna paralel olarak meyve sayısında da artış olacaktır. Erken dönemde azotlu gübre uygulaması, bitkilerin aşırı vegetatif gelişmesine neden olurken, meyve tutumunu azaltmaktadır (Ata, 2015). Yapılan bu çalışmada da yukarıda açıklanan çalışmalarla uyumlu olarak, sulama suyu miktarı arttıkça meyve sayısında da artış gözlemlenmiştir. El-Tohamy vd. (2009), domates bitkisine kimyasal ve biyolojik gübre ile yaptıkları çalışmada, bitki başına meyve sayısının 1. sezonda 22 ile 50 arasında, 2. sezonda ise 21 ile 48 arasında değiştiğini saptamışlardır. Çalışma sonunda uygulanan gübre miktarı arttıkça meyve sayısının da arttığını bildirmişlerdir. Gözükara (2014), yaptığı çalışmada domates bitkisinin bitki başına 20.46-26.95 adet meyve verdiğini belirtmiştir. Tuan ve Mao (2015) ise bitki başına domates sayısının 13-16 arasında değiştiğini bildirmiştir.

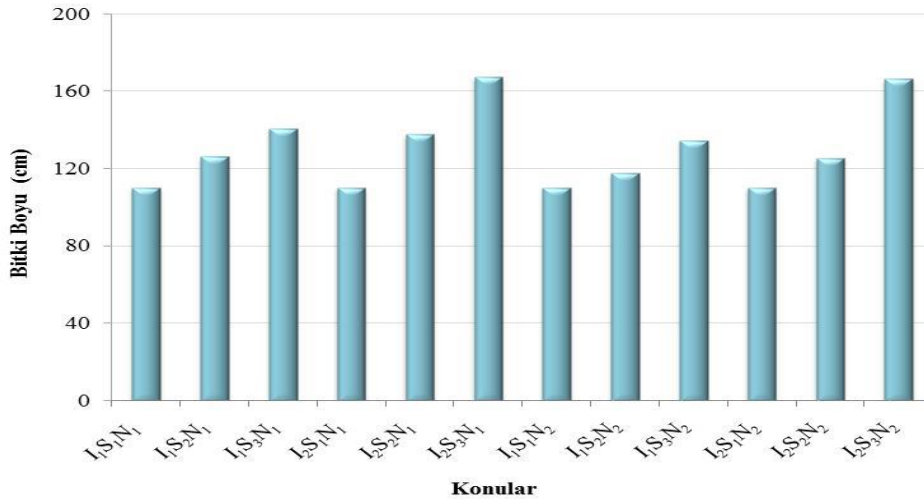
3.6. Ortalama meyve boyu

Ortalama meyve boyuna saksı büyüklüğünün tek başına %1 düzeyinde, sulama düzeyi×saksı büyüklüğü×gübre

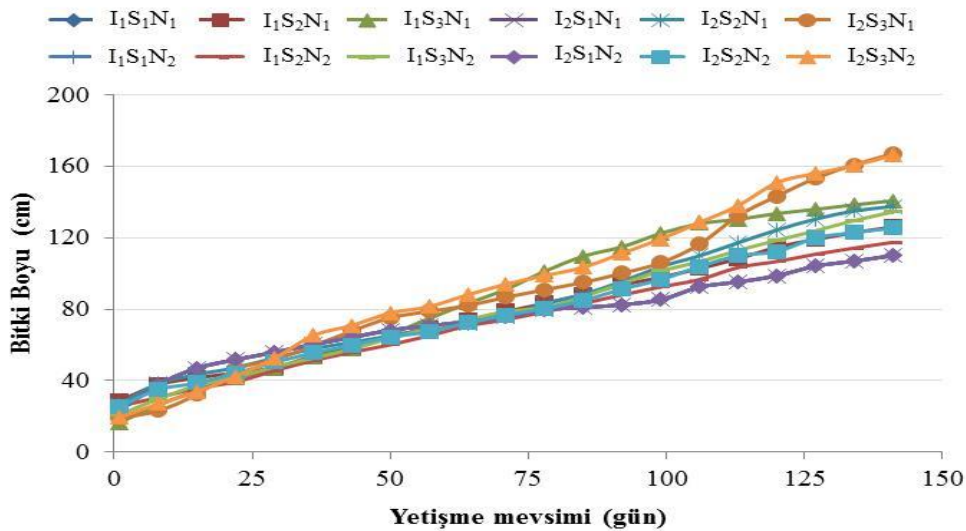
düzeyi ($I \times S \times N$) interaksiyonunun da %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Sulama düzeyi, gübre düzeyi ve diğer interaksiyonların etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, ($I \times S \times N$) interaksiyonu açısından konular altı gruba ayrılmıştır. En yüksek grubu $I_2 \times S_3 \times N_2$ (41.0 mm) konusu, en küçük grubu ise $I_1 \times S_1 \times N_1$ (35.3 mm) konusu oluşturmuştur. Öte yandan saksı büyüklüğü arttıkça ortalama meyve boyu artmıştır (S_1 : 35.3 mm, S_2 : 37.7 mm, S_3 : 38.6 mm).

3.7. Ortalama meyve eni

Ortalama meyve çapına sulama düzeyi ve saksı büyüklüğünün tek başına %5 düzeyinde, sulama düzeyi×saksı büyüklüğü ($I \times S$) ve sulama düzeyi×saksı büyüklüğü×gübre düzeyi ($I \times S \times N$) interaksiyonunun da %5 düzeyinde önem etkisi olduğu belirlenmiştir. Gübre düzeyi ve diğer interaksiyonların etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, ($I \times S \times N$) interaksiyonu açısından konular sekiz gruba ayrılmıştır. En yüksek grubu $I_2 \times S_3 \times N_2$ (47.7 mm) konusu, en küçük grubu ise $I_1 \times S_3 \times N_2$ (39.8 mm) konusu oluşturmuştur. Öte yandan



Şekil 4. Deneme konularında son hasatta ölçülen bitki boyları



Şekil 5. Deneme konularında yetiştirme mevsimi boyunca ölçülen bitki boyları

saksı büyüklüğü arttıkça ortalama meyve çapı artmıştır (S_1 : 41.1 mm, S_2 : 43.7 mm, S_3 : 44.1 mm).

Küçükyumuk ve Ertek (2011), tarla koşullarında domates üzerine yaptıkları çalışmada, meyve eni ile uygulanan sulama suyu ve Et arasında önemli ilişkilerin olduğunu ortaya koymuşlardır. Sulama suyu ve Et arttıkça, meyve eni de artmıştır.

3.8. Bitki boyu

Ortalama bitki boyuna sulama düzeyi ve saksı büyüklüğünün tek başına %1 önem düzeyinde, sulama düzeyi x saksı büyüklüğü ($I \times S$) interaksiyonunun ise %5 önem düzeyinde etkisi olduğu belirlenmiştir. Gübre düzeyi ve diğer interaksiyonların etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, ($I \times S$) interaksiyonu açısından konular 3 gruba ayrılmıştır. En yüksek grubu $I_2 \times S_3 \times N_2$ (180.5 cm) konusu, en küçük grubu ise $I_1 \times S_1$ (106.7 cm) ve $I_3 \times S_1$ (106.7 cm) konuları oluşturmuştur. Şekil 4 ve Şekil 5'de görüldüğü üzere saksı büyüklüğü arttıkça ortalama bitki boylarında da artış olduğu gözlemlenmiştir (S_1 : 106.7 cm, S_2 : 135.6 cm, S_3 : 157.7 cm).

Yaptığı çalışmalarda domates bitkisi boyunu Çolpan (2011), ortalama 173.1-181.7 cm; Altay (2015), 117.67-133.25 cm ve Tuan ve Mao (2015) ise 140.4-174.9 cm arasında belirlemişlerdir. Ertek vd. (2012), domates bitki boyunun sadece uygulanan gübre (azot) dozundaki artış ile artış gösterdiğini, bitki su tüketimi ve uygulanan sulama suyu miktarının önemli bir etkisi olmadığını belirlemişlerdir.

3.9. Bitki boğaz çapı

Konuların bitki boğaz çapları üzerine, uygulanan hiçbir parametre ve interaksiyonlarının etkisi olmamıştır. Bununla birlikte, gübre düzeyindeki artış bitki boğaz çapını bir miktar artırmıştır.

Yapılan çalışmalar örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılan N ve K gübrelerinin bitkinin boğaz çapı kalınlığındaki artışa olumlu etki ettiğini ortaya koymuştur. Hofner ve Krantz (1951)'a atfen Bayram vd. (2004), azot eksikliğinin gövde gelişimini geriletmediğini ve kontrole oranla daha küçük çaplı bitkilerin oluşmasını sağladığını belirlemişlerdir. Altay (2015), domates üzerine yaptığı bir başka çalışmada bitki çapının 1.21-1.74 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Çolpan (2011), potasyum dozlarının domates verimi üzerine yaptığı çalışmada bitkinin gövde çaplarını 1.41-1.49 cm arasında olduğunu belirlemiştir. Ertek vd. (2012), domateste bitki boğaz çapının sadece uygulanan gübre dozundaki artış ile artış gösterdiğini, bitki su tüketimi ve uygulanan sulama suyu miktarının önemli bir etkisi olmadığını belirlemişlerdir.

3.10. Kök kuru ağırlığı

Analiz sonucuna göre, kök kuru ağırlıkları üzerine saksı büyüklüklerinin %1, saksı büyüklüğü x gübre düzeylerinin ise %5 önem düzeyinde etkili olduğu, sulama düzeyi, gübre düzeyi ve diğer interaksiyonların ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, saksı büyüklükleri 3 gruba ayrılmıştır. En yüksek grubu S_3 (40.3 gr), en düşük grubu ise S_1 (5 gr) konusu oluşturmuştur. Saksı büyüklüğü x gübre düzeyi interaksiyonuna göre ise, konular 4 gruba ayrılmış, en yüksek grubu $S_3 N_1$ (52.5 gr), en düşük grubu ise $S_1 N_1$ (5.0 gr) konusu oluşturmuştur. Belirlenen sonuçlara göre, küçük boyutlu saksılarda köklerin gelişimi sınırlanmıştır.

Nakano vd. (2010), yaptığı bir çalışmada domates bitkisi kök kuru ağırlığını 14.4-32.5 g olarak belirlenmiştir. Bouzo ve Favaro (2015) 20, 40, 70 ve 350 ml hacimlerdeki poşetlere dikilen domates bitkilerinin gelişimlerini incelemişlerdir. Çalışmanın 35. gün sonundaki sayımlarına göre 20 ml hacmindeki poşetlere dikilen bitkilerin kök ağırlığını 0.051 g, 350 ml hacmindeki poşetlere dikilen bitkilerin kök ağırlığını ise 0.691 g olarak belirlemişlerdir.

3.11. Kök uzunluğu

Kök uzunlukları üzerine saksı büyüklüğü (S) ve gübre düzeylerinin (N) tek başına %1, sulama düzeylerinin (I) %5, saksı büyüklüğü x gübre düzeyi ($S \times N$) ve sulama düzeyi x saksı büyüklüğü x gübre düzeylerinin ($I \times S \times N$) ise %1 önem düzeyinde etkili olduğu, diğer interaksiyonların ($I \times S$, $I \times N$) ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, sulama düzeyleri açısından konular iki gruba (I_1 : 17.7 cm, I_2 : 19.5 cm); saksı büyüklükleri ise üç gruba ayrılmıştır (S_1 : 15.5 cm, S_2 : 17.4 cm, S_3 : 22.9 cm). Belirlenen sonuçlara göre, küçük boyutlu saksılarda köklerin gelişimi sınırlanmıştır. Gübre düzeyine göre ise konular iki gruba ayrılmıştır (N_1 : 20.0 cm, N_2 : 17.2 cm).

Gübre düzeyindeki artış kök uzunluğunu azaltmıştır. Saksı büyüklüğü x gübre düzeyi interaksiyonuna göre ise, konular dört gruba ayrılmış, en yüksek grubu $S_3 N_1$ (26.5 cm), en düşük grubu ise $S_1 N_1$ (15.5 cm) konusu oluşturmuştur. Sulama düzeyi x saksı büyüklüğü x gübre düzeyi interaksiyonuna göre ($I \times S \times N$) ise konular altı gruba ayrılmış, en yüksek grubu $I_1 S_3 N_1$ (28.0 cm), en düşük grubu ise $I_2 S_2 N_1$ (13.0 cm) konusu oluşturmuştur.

Machado vd. (2000), üç sulama rejimi (0.5, 0.7 ve 1 ETm) ve üç azot uygulama düzeyinin domates bitkisi kök gelişimine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, sulama ve gübreleme düzeylerinin sadece bazı durumlarda, lokasyonlarda ve derinliklerde kök uzunluğu yoğunluğu üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmada, bitki sırasındaki belirlenen noktalardaki tüm numune alma tarihleri için

Tablo 6. Deneme konularında ilk çiçek görülme tarihi ve sayısı

Tarih	Konular								
	$I_1S_3N_1$	$I_1S_2N_1$	$I_1S_2N_2$	$I_1S_1N_1$	$I_2S_3N_2$	$I_2S_3N_1$	$I_2S_3N_2$	$I_2S_2N_2$	$I_2S_2N_1$
10.06.2015	-	1	2	-	-	4	3	-	-
27.06.2015	5	9	7	-	3	6	11	5	8

Tablo 7. Deneme konularında dökülen çiçek sayısı (silkme)

Tarih	Konular								
	$I_1S_3N_1$	$I_1S_2N_1$	$I_1S_2N_2$	$I_1S_1N_1$	$I_2S_3N_2$	$I_2S_3N_1$	$I_2S_3N_2$	$I_2S_2N_2$	$I_2S_2N_1$
18.06.2015	9	7	12	13	10	10	12	11	6
02.07.2015	5	5	7	-	3	6	10	5	8
15.07.2015	2	-	3	8	4	1	-	6	7
Toplam	16	12	22	21	17	17	22	22	21

kök uzunluğunun yaklaşık % 63 ila 78'inin toprağın üst 10 cm'inde yoğunlaştığını ve uygulanan suyun önemli ölçüde yanal kök büyümesini arttırdığını belirlenmiştir.

Gerek yukarıdaki literatürlerde açıklananlar, gerekse bizim araştırma çalışması sonuçları, yeterli bir toprak hacmi sağlanması koşuluyla, zamanında sulama ve gübreleme işlemlerinin gerçekleştirilmesi sayesinde bitkinin ihtiyaç duyduğu besin ve suyu rahatça alabilmesi kolaylaştığı sürece, daha az toprak hacminde sağlıklı domates üretimi yapabileceğini ortaya koymaktadır.

3.12. Suda çözünebilir katı madde (SÇKM)

Konuların suda çözünebilir katı madde oranlarına, sulama düzeyi (I_1), saksı büyüklüğünün %1, gübre düzeylerinin ise tek başına %5 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Sulama düzeyi x saksı büyüklüğü ($I \times S$) interaksiyonunun %5 düzeyinde önemli bulunurken, diğer interaksiyonların önemsiz olduğu saptanmıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, sulama düzeyleri 2 (I_1 : %7.2, I_2 : %6.9), saksı büyüklükleri açısından konular üç gruba (S_1 :%7.7, S_2 :%6.9, S_3 :%6.4) ayrılmıştır. Gübre düzeyleri ise iki gruba ayrılmıştır (N_1 : %7.1, N_2 : %6.9). Sulama düzeyi, gübre düzeyi ve saksı büyüklüğü azaldıkça suda çözünebilir katı madde (SÇKM) oranları da azalma göstermiştir. En yüksek oranlar, en küçük boyutlu saksı kullanılarak yapılan uygulamalardan elde edilmiştir (%7.7). Bu durum, aşırı sulama ve gübre uygulamasının SÇKM'yi azalttığını ortaya koymaktadır.

Mahmoud ve Abdulasoul (2012) kısıntılı sulamanın, belli bir yetiştirme döneminde veya sezonun tamamında verimde önemli bir azalma olmaksızın bir miktar su stresine izin veren bir optimizasyon stratejisi olduğunu belirtmişlerdir. Domates üzerine sera koşullarında yaptıkları çalışmalarında, meyve verimi veya vegetatif büyüme aşaması boyunca ETC'nin %75'inin sulama suyu olarak uygulanmasının, büyümeyi ve meyve verimini önemli ölçüde azaltmamış olduğunu ve WUE, C vitamini ve SÇKM'yi arttırdığını belirlemiştir. Neticede çalışmada su sulama suyundan da önemli ölçüde tasarruf sağlanmıştır.

Bu nedenle, sera koşullarında domates üretiminde ETC'nin %75'inin sulama suyu olarak verilmesini önermişlerdir. Sulama suyu azaldıkça SÇKM artmış olduğundan, çalışmamızda da yukarıdaki literatürler ile benzer bir ilişki olduğu belirtilebilir.

3.13. Deneme konularında ilk çiçek ve dökülen çiçek sayısı (silkme)

Deneme konularında ilk çiçek görülme tarihleri ve sayıları Tablo 6'da verilmiştir. İlk görülen çiçek sayısı 10.06.2015 tarihinde olup, gübre oranı yüksek olan N_2 konularında daha fazladır. Gübre uygulamasının çiçek sayısına ve dolayısıyla meyve verimine etkisi olduğu söylenebilir.

Deneme konularında yetiştirme mevsimi boyunca dökülen çiçek sayıları belirlenmiş olup, Tablo 7'de gösterilmiştir. Tablodan görüleceği gibi konulardaki saksı başına ortalama dökülen çiçek sayısı en az $I_1S_2N_1$ konusunda gözlemlenmiştir. İlgili konuda su kullanım randımanı dikkate alındığında (WUE : 10.05), $I_1S_2N_2$ (WUE : 11.15) konusu hariç diğer konulara göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. I_2 konularında daha fazla çiçek dökülmesi gözlenmesine rağmen I_1 konularına göre daha fazla verim elde edilmiş olsa da, su kullanım randımanları daha düşük düzeyde kalmıştır.

Eksik ya da aşırı gübreleme, kültürel işlemlerin yetersiz olması ve stres koşullarının oluşması domateste çiçeklenme ve meyve oluşumunu arttırmaktadır. Ancak bu durumlara maruz kalan bitki, dengeli bir büyüme gerçekleştiremeyeceğinden dolayı meyvelerin kalitesiz ve verimin düşük olmasına neden olmaktadır (Özer, 2012; Özdemir ve Özer, 2015).

4. Sonuç

Konuların su kullanım randımanları göz önüne alındığında, en yüksek WUE değerine sahip (11.15 gr/bitki/litre) $I_1S_2N_2$ konusunda alınan verim (775.7 gr/bitki), denemede en yüksek verim alınan $I_2S_3N_2$ konusundan alınan verimle karşılaştırıldığında bitki başına (904.2–775.7) 128.5 gr

daha az verim alındığı görülmektedir. Ancak, $I_1S_2N_2$ konusuna uygulanan sulama suyu miktarı (69.56 litre/bitki), en yüksek verim alınan $I_2S_3N_2$ konusuna uygulanan sulama suyu miktarıyla (135.0 litre/bitki) karşılaştırıldığında 65.44 litre olduğu görülmektedir. Bu durumda önemli bir sulama suyu tasarrufu sağlanmakla birlikte, aradaki fark kadar su kullanarak $I_1S_2N_2$ konusunda bitki başına 729.8 gr ilave verim alınabileceği açıktır. Böylece, $I_1S_2N_2$ konusundan bitki başına 135.0 litre sulama suyu ile 1505.5 gr verim alınabilecektir. Ayrıca, S_3 saksı boyutu yerine S_2 saksının alabildiği kadar toprak hacmi yeterli olacaktır. Bu da daha büyük toprak hacmine gereksinim olmadığını ortaya koymaktadır.

Çalışma sonucu göstermektedir ki, bitki çeşidine göre değişmekle birlikte yetiştiricilikte çok fazla toprak hacmine gereksinim bulunmamaktadır. Böylece uygun toprak hacmindeki yetiştiricilikte, hem çevreye zarar vermeden, hem de kaliteli ve yüksek verim alınmasının yanı sıra, su ve gübre kaynaklarından da tasarruf elde edilebilecektir. Gerek bu çalışmanın, gerekse metin içerisinde verilen literatürlerdeki çalışma sonuçları göstermektedir ki, domates yetiştiriciliğinde önemli olan, bitkinin istediği su-gübre ve yetişme ortamı üçlüsünün en iyi şekilde ayarlanmasıdır. Böylece, birim alandan birim suyla bitki başına en yüksek verim alınması sağlanabilecektir.

Bilimsel bir sulama programı, sadece verimi ve meyve kalitesini değil aynı zamanda su tasarrufu kapasitesini de kapsayan su stresi etkilerini kapsamlı bir şekilde ele alan bir planı içermelidir. Benzer şekilde optimum bir gübre uygulama seviyesi, meyve verme ve kaliteyi arttırmayı ve aynı zamanda gübre atıklarını en aza indirmeyi de hedeflemelidir.

Kaynakça

- Altay T (2015). Sera Domates Yetiştiriciliğinde Otomasyona Dayalı Uygun Sulama Programının Saptanması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ata A (2015). Örtüaltı Domates Yetiştiriciliği. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayınları El Broşürü (Mersin), 1-2.
- Atkinson CJ (2002). Using rootstocks to optimize fruit tree water use. *The Compact Fruit Tree*, 35 (1): 12-18.
- Baran A, Çaycı GI, Öztürk HS, Ataman Y, Özkan İ (1996). Farklı ortamlarda yetiştirilen biber bitkisi (*Capsicum annuum* L.)'nin kök parametrelerindeki değişimler. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2 (2): 1-4.
- Bayram G, Türk M, Budaklı E, Çelik N (2004). Azot, fosfor, potasyum ve çinko eksikliklerinin mısır bitkisinin kök ve gövde gelişimi üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (33): 23-27.
- Bouzo CA, Favaro JC (2015). Container size effect on the plant production and precocity in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21 (2): 325-332.
- Böhm W (1979). *Methods of Studying Root Systems*. Ecological Studies. Springer-Verlag Berlin.
- Camoglu G (2013). The effects of water stress on evapotranspiration and leaf temperatures of two olive cultivars. *Zemdirbyste*, 100 (1): 91-98.
- Cetin O, Uygan D (2008). The effect of drip line spacing, irrigation regimes and planting geometries of tomato on yield, irrigation water use efficiency and net return. *Agricultural Water Management*, 95: 949-958.
- Çoplan E (2011). Potasyum uygulamalarının sera koşullarında yetiştirilen sırık domatesin (*Lycopersicon esculentum* L. var. Şimşek) verim ve verim unsurlarına etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Demiral M (2000). Örtüaltında yetiştirilen domates bitkisinin bitki besin maddesi gereksinimi. *Derim*, 17 (2): 84-97.
- Demirtaş EI, Özkan CF, Öktüren F, Arı AN (2012). Bazı organik ve kimyasal gübre uygulamalarının domateste verim ve kalite üzerine etkileri. *Alatırım*, 11 (2): 9-16.
- Derviş Ö, Doğan M, Tok A, Ertekin Ü (1992). Antalya koşullarında cam serada tek ürün olarak yetiştirilen domatesin açık su yüzeyi buharlaşmasında yararlanarak damla sulama sistemiyle sulanması. *Tarsus Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 178 (122): 1-73.
- Doorenbos J, Kassam AH (1986). Yield response to water. irrigation and drainage paper. 33 (FAO): 1-193.
- El-Tohamy WA, El-Abagy HM, El-Greadly NHM, Gruda N (2009). Hormonal changes, growth and yield of tomato plants in response to chemical and bio-fertilization application in sandy soils. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 82: 179-182.
- Ercan N, Ayar F, Şensoy AS, Temirkaynak M (2002). Bazı domates çeşitlerinin Antalya koşullarında açıkta yetiştirilme olanakları üzerinde bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (2): 101-105.
- Ertek A, Erdal İ, Yılmaz Hİ, Şenyiğit U (2012). Water and nitrogen application levels for the optimum tomato yield and water use efficiency. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14 (4): 889-902.
- Ertek A, Bolat S (2016). Growth and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) under root zone restriction. *Agricultural Research & Technology*, 2 (5): 555-599.

- Heuvelink E (1995). Tomato Growth and Yield: Quantitative Analysis and Synthesis. Oxford University Press, London, UK.
- Hofner GN, Krantz BA (1951). Deficiency symptoms of corn and small grains in: hunger signs in crops. The American society of agronomy and the national fertilizer association, Washington, D.C.
- Gözükara G (2014). Farklı çiftçi koşullarında yetiştirilen güzlük domates (*Solanum lycopersicum*) çeşitlerinin verim, kalite ve beslenme durumlarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Kesmez GD (2009). Damla ve karık sulama yöntemlerinin aşılı domateste meyve verimi, kalitesi ve toprak tuzluluğuna etkileri. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kırda C, Cetin M, Dasgan Y, Topcu S, Kaman H, Ekici B, Derici MR, Ozgüven AI (2004). Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. Agricultural Water Management, 69: 191-201.
- Kirimi JK, Itulya FM, Mwaja VN (2011). Effects of nitrogen and spacing on fruit yield of tomato. African Journal of Horticultural Science, 5: 50-60.
- Nakano Y, Sasaki H, Nakano A, Suzuki K, Takaichi M (2010). Growth and yield of tomato plants as influenced by nutrient application rates with quantitative control in closed rockwool cultivation. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 79 (1): 47-55.
- Küçükymuk C, Ertek A (2011). The most suitable irrigation scheduling by pan evaporation for tomatoes grown in Van region. Essays on Agriculture and Environment, 99 (6): 63-76.
- Machado RMA, Oliveira MRG, Portas CAM (2000). Effects of drip irrigation and fertilization on tomato rooting patterns. Acta Horticulture, 537, 313-320.
- Mahmoud AW, Abdulrasoul MA (2012). Effect of water quality and deficit irrigation on tomato growth, yield and water use efficiency at different developmental stages. Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 11 (2): 80-110.
- Özbahçe A, Tarı AF (2010). Effects of different emitter space and water stress on yield and quality of processing tomato under semi-arid climate conditions. Agricultural Water Management, 97 (9): 1405-1410.
- Özdemir A, Özer H (2016). Organik sera domates yetiştiriciliğinde farklı gübre dozlarının kalite ve verim üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (1): 17-26.
- Özer H (2012). Organik domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde değişik masura, malç tipi ve organik gübrelerin büyüme, gelişme, verim ve kalite üzerine etkileri. Doktora Tezi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Sönmez K, Ellialtıoğlu ŞŞ (2014). Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. Derim, 31 (2): 107-130.
- Şahin S, Karaman MR, Ünlükara A, Geboloğlu N, Durukan A (2010). Tokat kazova yöresi sırik domates yetiştiriciliğinde fertigasyon tekniği ile uygun azot dozu ve bitki su tüketiminin belirlenmesi, 5. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 15-17 Eylül, s. 81-87, İzmir.
- Tarı AF, Sapmaz M (2017). Farklı sulama düzeylerinin serada yetiştirilen domatesin verim ve kalitesine etkisi. Toprak Su Dergisi, 6 (2): 11-17.
- Topçu S, Kırda C, Dasgan Y, Kaman H, Çetin M, Yazici M, Bacon MA (2007). Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation. European of Journal Agronomy, 26: 64-70.
- Tuan NM, Mao NT (2015). Effect of plant density on growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) at thai nguyen, Vietnam. International Journal of Plant & Soil Science, 7 (6): 357-361.
- Ünlü H, Padem H, (2009). Organik domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü kullanımının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Ekoloji, 19 (73): 1-9.