



Domateste Azot Dozu ve Sulama Aralıkları ile Verim, Kalite ve Yaprak Besin Elementi İçeriği Arasındaki İlişkiler

Sezer ŞAHİN^{1*} Ali ÜNLÜKARA² Naif GEBOLOĞLU³ Ayşegül DURUKAN⁴ Mehmet Rüştü KARAMAN⁵
¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat.
²Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Biosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri.
³Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Tokat.
⁴Gaziosmanpaşa Üniv., Tokat Meslek Yüksekokulu, Seracılık Böl., Tokat.
⁵Seyh Edebalı Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bil. ve Teknolojileri Fakültesi, Bilecik

*Sorumlu Yazar:
E-posta:sezer.sahin@gop.edu.tr

Geliş Tarihi: 10 Temmuz 2016
Kabul Tarihi: 05 Aralık 2016

Özet

Domates (*Lycopersicon esculantum* L.) yetiştiriciliğinde azot dozları ve sulama aralıkları fertigasyonda önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada, farklı azot dozları ($N_1=119$ kg ha⁻¹, $N_2=169$ kg ha⁻¹ ve $N_3=241$ kg ha⁻¹) ve sulama aralıklarının (S_1 =her gün sulama, S_2 = üç günde bir sulama ve S_3 = beş günde bir sulama) domateste fertigasyon uygulamasında verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma 2009 ve 2010 yıllarında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Bitki su ihtiyacı FAO 56 Penman-Monteith yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve toprak nemi takip edilerek sulama uygulamaları kontrol edilmiştir. En yüksek verim 2009 ve 2010 yıllarında $N_3 \times S_2$ uygulamasından elde edilmiştir. Artan azot dozları verimde linear artış sağlamıştır. Meyvede vitamin C ve pH içeriği azot dozları ve sulama aralığından etkilenmemiştir. Yüksek azot dozlarında suda çözünebilir kuru madde miktarı ve yapraklardaki azot ve fosfor miktarı artmıştır. Verim ve kalite özellikleri bakımından N_3 ve S_2 uygulamaları en iyi sonucu vermiştir.

Anahtar kelimeler: C vitamini, fertigasyon, suda çözünür kuru madde, pH, su tüketimi

Interaction between Nitrogen Doses, Irrigation Intervals and Yield, Quality and Nutrient Elements of Leaves in Tomato

Abstract

Nitrogen doses and irrigation intervals have an important role in fertigation for tomato (*Lycopersicon esculantum* L.) cultivation. In this study, effect of different nitrogen doses ($N_1=119$ kg ha⁻¹, $N_2=169$ kg ha⁻¹ and $N_3=241$ kg ha⁻¹) and irrigation intervals (I_1 =one a day, $I_2=1$ in 3 days and $I_3=1$ in 5 days) on yield and quality of tomato under fertigation were investigated. The study was carried out in field conditions in 2009 and 2010 according to randomized complete block design split-plots with three replications. FAO 56 Penman-Monteith Method was used to estimate plant water consumption and irrigation treatments were carried out by monitoring of soil water content. The highest yield was obtained from $N_3 \times S_2$ interaction in both 2009 and 2010. As the nitrogen doses increased, the yield increased linearly. Vitamine C and pH of fruit were not influenced from nitrogen doses and irrigation interval treatments. High nitrogen doses resulted high soluble solid dry matter in fruits and high N and P concentration in leaves. N_3 and I_2 treatments were found the best application for yield and quality parameters of tomato.

Keywords: Vitamine C, fertigation, soluble solid dry matter, pH, water consumption

GİRİŞ

Bitkisel üretimde damla sulama ile gübre uygulaması (fertigasyon) tekniği, gübre kullanımını azaltmaktadır. Bu sistem aşırı sulamadan kaynaklanan gübre yıkanmaları nedeniyle yeraltı suyu kirlenmesini en aza indirmektedir. Fertigasyon tekniğinde su-gübre ilişkisi en optimal düzeyde tutulması sağlanarak bitkisel üretimde verim ve kalitenin maksimum düzeylerde olması hedeflenmektedir [1,2]. Damla sulamayla gübre uygulamalarına bitkilerin tepkisi genellikle olumlu olmakta ve gübre kullanım etkinliği artmaktadır [3]. Bu nedenle, fertigasyon uygulamaları yalnız verimi artırmakla kalmayıp aynı zamanda gübre tasarrufu da sağlamaktadır [4]. Bitkinin fizyolojik gelişme dönemlerine göre, toprak ve iklim karakteristikleri de dikkate alınarak sulama sistemlerinin planlanması ve bitki besin maddesi ihtiyaçlarının sağlanması, toprakların kirlenmesini azaltmakta ve bitkisel üretimde verim artışlarını getirmektedir [5].

Sebze yetiştiriciliğinde en önemli gübre girdi azotlu gübrelemedir [6,7]. Bununla birlikte dengesiz azotlu gübre uygulaması, başta çevre kirliliği olmak üzere

verim ve kalitede azalma gibi önemli sorunları da beraberinde getirmektedir [8]. Fertigasyon ile azotlu gübre uygulamasında, klasik uygulamalara göre toprağın alt katmalarındaki N kayıplarının daha az seviyelerde olduğu bildirilmiştir [9]. Aynı şekilde damla sulama sistemi ile karık sulama sistemine göre % 20-40 oranında N tasarrufu sağlanmaktadır[10].

Bu çalışmanın amacı ise (1) N dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkilerini göz önünde bulundurarak fertigasyon tekniğinde uygun N dozunun belirlenmesi, (2) fertigasyon koşullarında sulama aralığının verime, meyve kalitesine ve azot kullanımına etkisinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2009-2010 yıllarında iki yıl boyunca Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen denemede, F_1 hibrit sınık domates Yankı çeşidi kullanılmıştır. Toprakların 90 cm derinliğe kadar hacim ağırlığı 0-30, 30-60 ve 60-90 cm için sırasıyla 1.29, 1.38 ve ve 1.35 g cm⁻³tür. Aynı

derinlikler için sırasıyla kullanılabilir su tutma kapasitesi ise 0.112, 0.079 ve 0.048 cm³ cm⁻³'tür. Çalışma alanı topraklarının 0-30-60 cm derinliğe kadar diğer başlıca toprak özellikleri ise Tablo 1'de verilmiştir. En son toprak örnekleme 0-40 cm derinlikten alınmıştır. Boyutları 3.6×5.2 m olan parsellere sıra arası 1.2 m ve sıra üzeri 40 cm olacak şekilde toplam 39 fide dikilmiştir. Çalışmada S₁= 1 gün, S₂= 3 gün ve S₃= 5 gün olmak üzere üç sulama aralığı ve N₁= 175 kg ha⁻¹, N₂= 225 kg ha⁻¹ ve N₃= 325 kg ha⁻¹ olmak üzere üç azot konusu bulunmaktadır. Her blokta 9 ve tüm

denemede 27 parsel üzerinde deneme yürütülmüştür. Azotlu gübrenin % 20'lik bölümü taban gübresi olarak, geriye kalan bölümü ise fizyolojik gelişme durumlarına göre en uygun N-P₂O₅-K₂O oranları dikkate alınarak fertigasyon programı ile 16 haftalık periyotta uygulanmıştır. Normal bitki gelişimi için ayrıca toprak analiz sonuçlarına göre her parselde eşit miktarlarda 175 kg P₂O₅ ha⁻¹ ve 320 kg K₂O ha⁻¹ dozlarında fosforlu ve potasyumlu gübre uygulamaları yapılmıştır. Denemede fertigasyona uygun yüksek çözünürlüklü gübre formları seçilmiştir.

Tablo 1. Deneme alanına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (2009-2010)

Toprak Özellikleri	Toprak Derinliği (cm)		Toprak Derinliği (cm)	
	0-30	30-60	0-30	30-60
pH (1:2 toprak-su çözeltisi) [21]	7.89	7.65	8.25	8.31
EC (1:2 toprak-su çözeltisi, µS cm ⁻¹) [21]	503	350	620	540
CaCO ₃ (%) [22]	15.4	13.6	13.2	11.3
Total N (%) [13]	0.101	0.81	0.114	0.76
Yarayışlı P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹) [23]	7.75	7.01	5.34	6.37
Yarayışlı K ₂ O (kg da ⁻¹) [24]	25.5	12.31	21.3	23.9
Organik madde (%) [25]	1.24	0.90	1.55	1.55
Tekstür [26]	Tınlı	Tınlı	Tınlı	Tınlı
Kasyon değişim kapasitesi (me 100 ⁻¹ gr) [24]	29.3	20.4	33.6	36.4

Bitki su tüketimi E_{Tc}= K_c×E_{To} eşitliği ile tahmin edilmiştir. Eşitlikte E_{Tc} ve E_{To} dikkate alınan sulama aralığı için bitki su tüketimi (mm) ve referans bitki evapotranspirasyonu (mm), K_c bitki gelişme dönemine ait bitki katsayısıdır [11, 12]. Tahmin edilen bitki su tüketiminden etkili yağış düşüldükten sonra uygulanacak sulama suyu miktarı bulunmuştur. Damla sulama sistemiyle sulanan parsellerde toprağın belirli bir yüzdesi ıslatıldığı için uygulanacak sulama suyu miktarı ıslatma oranına göre düzeltilmiştir. Islatma oranı deneme başlangıcında 0.44 ve daha sonra bu miktar giderek artmıştır.

FAO 56 Penman-Montetih referans evapotranspirasyonun (E_{To}) hesaplamaları için gerekli veriler deneme alanı yakınında kurulu otomatik meteoroloji istasyonundan (Weatherlink) sağlanmıştır. Deneme boyunca 90 cm derinliğe kadar her 30 cm toprak derinliği için toprak örnekleri alınarak toprak nemi gravimetrik olarak saptanmıştır. Toprak örnekleme yapılarak Surfer 8.0 programı yardımı ile eş toprak nem eğrili toprak nem profili çizilmiştir. FAO 56 Penman-Monteith yöntemi ile bitki su tüketimi tahmininde sırık domatesi bitki katsayıları kesin olarak belli olmadığı için bu toprak nem haritaları vasıtasıyla belirlenen ortalama toprak nemi 2 kez destekleyici sulama yapılarak tarla kapasitesine getirilmiştir.

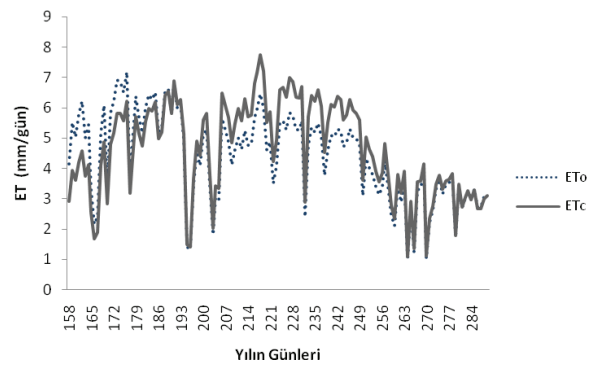
Deneme süresince domates bitkisinin 2. 4. ve 6. salkım üzerindeki yapraklarından örnekleme yapılmış ve bu örneklerde Kjeldahl yöntemi [13] ile toplam N kapsamları belirlenmiştir. Meyve örneklerinde C vitamini [14, 15], suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve meyve suyu pH ölçümleri yapılmıştır. Dönemsel olarak (Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında) ayrıca toprak örnekleri alınarak toplam N, yarayışlı P₂O₅ ve K₂O miktarları belirlenmiştir. Veriler SPSS 11.0 istatistik programı kullanılarak Varyans Analizleri Anova testiyle yapılmış ve ortalamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testiyle belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme alanına uygulanan su ve gübre miktarları

FAO 56 Penman-Monteith yöntemiyle tahmin edilen bitki su tüketimi ve referans evapotranspirasyon değerlerinin

değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Bitki su tüketimi bitki gelişimine ve hava şartlarına bağlı olarak değişen bitkinin dinamik bir özelliğidir. Şekil 1'de görüldüğü gibi deneme başında bitki su tüketimi günlük 3 mm olarak tahmin edilmiş ve 9 Ağustos tarihinde (221.gün) 7.8 mm değerine ulaşmış ve sulama sezonu sonunda 3.2 mm değerine düşmüştür. Havanın buharlaştırma talebini gösteren E_{To} değişimine bağlı olarak bitki su tüketimi de sürekli olarak değişim göstermiştir. Domatesin başlangıç dönemi, orta dönemi ve hasat dönemi için bitki katsayıları sırasıyla 0.60, 1.17 ve 0.70-0.90 şeklinde verilmiştir. Sırık domatesi için orta dönem K_c değerinin 1.20 değerine kadar yükseltilmesi önerilmiştir [11]. Bu çalışmada başlangıç dönemi K_c değeri 0.70, orta dönem 1.20 ve son dönem K_c değeri 0.90 alınarak oluşturulan K_c eğrisi kullanılmıştır.



Şekil 1. 2009 yılı bitki su tüketimi ve referans evapotranspirasyon tahminleri

Deneme boyunca 111.1 mm yağmur yağmış, uygulanan sulama suyu ve deneme başı ile sonu arasındaki toprak depo su farkından bitki su tüketimi hesaplanmıştır. Buna göre birinci yıl S₁, S₂ ve S₃ konuları bitki su tüketimi sırasıyla toplam 396 mm, 399 mm ve 408 mm düzeylerinde gerçekleşmiştir. İkinci yıl ise aynı sırayla bitkiler tarafından 418 mm, 402 mm ve 399 mm su tüketilmiştir. Bu verilere göre bitki su tüketiminin düşük olduğu görülmektedir.

Sulama suyunun damla sulama sistemi ile ıslatılan alana uygulanması dolayısıyla ıslatılmayan alan oranı kadar eksik su uygulaması yapılmıştır. Tüm alanın ıslatılmasına göre tüm konular ortalama % 35 oranında daha az su tüketmiştir. Sulama suyu ise % 49 oranında daha az uygulanmıştır.

İslatma oranına paralel şekilde gübre uygulamaları da ayarlandığı için N_1 , N_2 ve N_3 konularına net olarak sırasıyla ilk yıl 126 kg ha^{-1} , 167 kg ha^{-1} ve 238 kg ha^{-1} kadar N ve ikinci yılında 132 kg ha^{-1} , 171 kg ha^{-1} ve 245 kg ha^{-1} N uygulanmıştır. Aynı şekilde uygulanacak fosfor ve potasyum miktarları da düşmüştür.

Azot dozları ve sulama aralığının verim, meyve kalitesi üzerine ve yaprak N, P kapsamına etkisi

Denemenin 1.yılında birim alandan alınan verim $101.7-122.7 \text{ t ha}^{-1}$ ve ikinci yıl ise $104.0-122.7 \text{ t ha}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Bitki başına verim ise 2009 yılında $4881-5888 \text{ gr/bitki}$ arasında 2010 yılında ise $4991-5889 \text{ gr bitki}^{-1}$ arasında değişim göstermiş, verim değişimi üzerine N dozları, sulama aralığı ve N dozu×sulama aralığı etkileşimi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2). Azot dozlarının artışıyla 2009 yılında N_1 konusuna göre N_2 ve N_3 konularında verim % 6.7 ve % 15.9; 2010 yılında ise % 6.4 ve % 15.4 oranında artış göstermiştir. Sulamaların 1 gün ve 3 gün aralıkla yapıldığı S_1 ve S_2 uygulamalarından sulamaların 5 günde bir yapıldığı S_3 uygulamasına göre daha yüksek verim sağlanmıştır. Azot uygulamalarının artışı ile vegetatif gelişim artış göstermiş ve bitkinin oluşturduğu salkım sayısını artırarak bitki başına verimi artırmıştır. Domates bitkisinin verimi üzerine sulama aralığının etkisinin olmadığını ve azot dozlarının verimi artırdığını bildirmiştir [16]. Daha önceki çalışmalarda da azotun domatesin toplam verimini artırdığı rapor edilmiştir [17, 18].

2009 yılında meyve C vitamini $21.67-25.40$ arasında 2010 yılında ise $21.76-24.54$ arasında değişim göstermesine karşılık bu değişim önemli düzeyde farklı bulunmamıştır (Tablo 2). Sulama aralığı ve azot uygulamalarının etkisi domates meyvesi pH değeri üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır. 2009 yılında meyve pH değerleri $4.21-4.27$ arasında 2010 yıllarında $4.22-4.28$ arasında değişim göstermiştir. Domates meyvesinin suda çözünen katı madde miktarı (SÇKM) üzerine sulama aralığının etkisi önemli bulunmaz iken artan azot dozları ile birlikte SÇKM'de görülen küçük artışlar önemli bulunmuştur. SÇKM 2009 yılında % $5.05-5.65$ arasında 2010 yılında ise % $5.16-5.43$ arasında değişmiştir. Azot uygulamalarının domatesin meyve kalite özelliklerini etkilemediğini bildirmiştir [17].

Meyve C vitamini ve reaksiyonuna benzer şekilde uygulamaların meyve rengi L, a, b değerleri üzerine etkisi önemli çıkmamıştır. N_1 , N_2 ve N_3 uygulamaları L değerleri 2009 yılında sırasıyla $46.58, 47.87$ ve 48.53 iken 2010 yılında bu değerler sırasıyla $48.28, 47.22$ ve 47.23 olarak bulunmuştur. Meyve rengi a değerleri N_1 , N_2 ve N_3 uygulamaları için 2009 yılında sırasıyla $37.94, 37.44$ ve 39.23 iken 2010 yılında bu değerler sırasıyla $34.98, 36.19$ ve 36.5 olarak bulunmuştur. Meyvenin b değeri ise 2009 yılında sırasıyla $28.08, 29.27$ ve 28.02 ve 2010 yılında ise $26.12, 27.57$ ve 26.53 olarak tespit edilmiştir.

Yaprak N kapsamı ile ilgili değerler Tablo 2'de verilmiştir. Yaprak N kapsamı üzerine azot dozlarının $p<0.05$ düzeyinde önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Domates bitkisinin yaprak örnekleri deneme boyunca 3 farklı dönemde (Haziran 20, Temmuz 20 ve Ağustos 20) alınarak hem uygulamaların etkilerinin görülmesi hem de farklı dönemlerdeki azot kapsamının değişimlerine bakılmak istenmiştir. Fertigasyon tekniği ile gübrelemede her hafta gübre uygulaması yapıldığı için bitkilerde besinsel noksanlığın oluşmamasıyla birlikte hasat döneminde besinsel noksanlığın tamamlanmasıyla meyve hasadının daha sağlıklı olmasını sağlamaktadır.

Birinci yaprak örneklemeindeki yaprak N konsantrasyonu ikinci ve üçüncü zamandaki yaprak N konsantrasyonundan daha yüksek çıkmıştır (Tablo 2). Bitki meyve döneminde ve hasat döneminde bünyesinde bulunan azot miktarı meyve oluşumunda kullanıldığı için genellikle azalış göstermektedir. Çalışmamızda bu durum açık bir şekilde görülmektedir. Her dönemde yapılan örneklemelede uygulanan azot dozunun artışıyla bitki yapraklarının azot kapsamının arttığı görülmektedir ($p<0.05$). Azot artışı ile patates bitkisinin yapraklarının N kapsamının artmıştır [20].

Azot uygulamaları yaprak fosfor kapsamını arttırmıştır ($p<0.05$). Sulama aralıklarının yaprak fosfor kapsamına etkisi önemli çıkmamıştır. Çiçeklenme döneminde domates yapraklarının fosfor içeriğinin % $0.5-1.20$ arasında yeterli olduğunu bildirmişlerdir [20]. Çalışmada örneklenen bitkilerin fosfor kapsamının yeterli olduğu görülmektedir (Tablo 2). Bitki vegetatif gelişim oranında kök yapısı gelişmektedir. İyi bir kök gelişimi ile topraktan daha fazla mineral madde kaldırmaktadır. Fosfor kök gelişimini artırmakta ve uygulanan azot miktarı artırsa topraktan aldığı fosfor miktarı da artmıştır. Çalışmamızda yaprak potasyum kapsamına bakılmıştır ve değerler yeterlilik sınırları içerisinde bulunmuştur.

Tablo 2. Azot dozları ve sulama aralığının domateste verim, meyve kalitesi üzerine ve yaprak N, P (2, 4 ve 6. salkım üstü) konsantrasyonuna etkisi (2009-2010)

Uygulamalar		Verim (g.bitki ⁻¹)	Meyve Kalite Özellikleri			Yaprakta N, P Konsantrasyonu (%)					
			Vitamin C (mg.100g ⁻¹)	pH	SÇKM (%)	N (2)	N (4)	N (6)	P (2)	P (4)	P (6)
N ₁	S ₁	4881 c	23.73	4.27	5.33	2.68	2.45	2.15	0.80	0.83	0.99
	S ₂	5030 a	24.08	4.26	5.05	2.62	2.57	2.18	0.83	0.91	1.11
	S ₃	4961 b	25.21	4.25	5.28	2.63	2.53	2.11	0.85	0.89	1.08
N ₂	S ₁	5425 a	21.67	4.21	5.16	2.83	2.75	2.49 a	0.99	1.11	1.12
	S ₂	5274 b	24.48	4.23	5.21	2.66	2.73	2.21 b	1.12	1.01	1.23
	S ₃	5178 c	22.56	4.26	5.30	2.65	2.68	2.17 b	1.10	1.21	1.21
N ₃	S ₁	5733 b	22.06	4.23	5.27	3.00	3.06	2.26	1.21	0.99	1.23
	S ₂	5888 a	25.21	4.24	5.65	3.01	2.83	2.41	1.23	1.21	1.12
	S ₃	5673 c	25.40	4.24	5.35	2.75	2.75	2.48	1.23	1.23	1.21
Ortalamalar											
N ₁		4957 c	24.34	4.26	5.22 b	2.64 b	2.52 c	2.15 b	0.82 c	0.87 b	1.06 b
N ₂		5292 b	22.90	4.23	5.22 b	2.71 b	2.72 b	2.29 a	1.07 b	1.11 a	1.22 a
N ₃		5748 a	24.22	4.22	5.42 a	2.92 a	2.88 a	2.38 a	1.22 a	1.14 a	1.18 a
S ₁		5346 a	22.48	4.24	5.25 b	2.83	2.75	2.30	1.00	0.97	1.13
S ₂		5397 a	24.59	4.24	5.30 a	2.76	2.71	2.27	1.06	1.07	1.15
S ₃		5264 b	24.39	4.24	5.31 a	2.67	2.65	2.25	1.06	1.11	1.16

Uygulamalar		Verim (g.bitki ⁻¹)	Meyve Kalite Özellikleri			Yaprakta N, P Konsantrasyonu (%)					
			Vitamin C (mg.100g ⁻¹)	pH	SÇKM (%)	N (2)	N (4)	N (6)	P (2)	P (4)	P (6)
N ₁	S ₁	4991 c	22.75	4.22	5.23	2.56	2.31	2.23	0.80	0.83	0.99
	S ₂	5048 a	23.75	4.24	5.16	2.62	2.42	2.21	0.83	0.91	1.11
	S ₃	5034 b	21.76	4.28	5.17	2.71	2.46	2.17	0.85	0.89	1.08
N ₂	S ₁	5482 a	23.87	4.20	5.19	2.67	2.65	2.45	0.99	1.11	1.12
	S ₂	5361 b	24.54	4.27	5.28	2.56	2.67	2.21	1.12	1.01	1.23
	S ₃	5208 c	22.11	4.28	5.25	2.61	2.75	2.19	1.10	1.21	1.21
N ₃	S ₁	5807 b	21.78	4.22	5.28	3.04	2.98	2.28	1.21	0.99	1.23
	S ₂	5889 a	22.77	4.24	5.39	3.01	2.85	2.34	1.23	1.21	1.12
	S ₃	5701 c	22.98	4.24	5.43	2.99	2.80	2.35	1.23	1.23	1.21
Ortalamalar											
N ₁		5024 c	22.75	4.25	5.18 c	2.63 b	2.39 c	2.20	0.82 c	0.87 b	1.06 b
N ₂		5350 b	23.57	4.23	5.24 b	2.61 b	2.69 b	2.28	1.07 b	1.11 a	1.22 a
N ₃		5799 a	22.51	4.23	5.36 a	3.02 a	2.87 a	2.32	1.22 a	1.14 a	1.18 a
S ₁		5427 a	22.80	4.21	5.23	2.75	2.64	2.32	0.99	0.97	1.11
S ₂		5433 a	23.68	4.26	5.27	2.73	2.64	2.25	1.05	1.00	1.11
S ₃		5314 b	22.34	4.25	5.28	2.77	2.67	2.24	1.05	1.03	1.14

Azot Dozları ve Sulama Aralığının Toprağın Azot, Fosfor ve Potasyum Kapsamları Üzerine Etkisi

Dönemsel olarak toprağın N kapsamlarını takip etmek için damlatıcının altından (0-40 cm) alınan toprak örneklerine ait veriler Tablo3 ve 4'de sunulmuştur. Her iki yılda Haziran 20, Temmuz 20 ve Ağustos 20 de bitki örnekleme yapılırken toprak örnekleme de yapılmıştır. Uygulamalara ve dönemlere göre toprak N kapsamında önemli değişimler olmuştur. Bu değişimler uygulanan N dozlarındaki artışa ve bitki gelişim dönemine göre sömürülen N oranındaki değişime bağlanmıştır. Sulama

aralıklarının toprağın N kapsamı üzerine etkisi de dönemlere göre farklı olmuştur. Bitkinin fazla miktarda suya ve gübreye ihtiyaç duyduğu Temmuz ve Ağustos aylarında alınan toprak örneklerinde artan N dozlarına bağlı olarak toprak N kapsamı artış göstermiştir. Bu dönemlerde S₂ ve S₃ uygulamalarında toprak N kapsamı S₁ uygulamasına göre daha yüksek çıkmıştır.

İki yıllık ortalamalara bakıldığında uygulamaların toprağın pH, EC ve kireç miktarı üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. Topraktaki kireç miktarı başlangıç toprak özelliğine göre bir miktar azalsa da istatistiksel açıdan uygulamaların etkisi önemli çıkmamıştır.

Tablo 3. Azot dozları ve sulama aralığının toprağın (0-40 cm) N %, P₂O₅ ve K₂O kg ha⁻¹ kapsamına etkisi (2009)

Uyg.	Toprak N %	Toprak N %	Toprak N %	Toprak P ₂ O ₅	Toprak P ₂ O ₅	Toprak P ₂ O ₅	Toprak K ₂ O	Toprak K ₂ O	Toprak K ₂ O	
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	
N ₁	S ₁	0.093 b	0.100 c	0.143 b	16.41	13.95	12.12	35.6	34.2	32.3
	S ₂	0.100 a	0.147 b	0.167 b	18.03	13.46	11.43	31.2	32.5	34.2
	S ₃	0.110 a	0.117 b	0.203 a	17.02	14.27	11.24	38.9	33.1	31.2
N ₂	S ₁	0.93 ab	0.130 b	0.200 a	17.24	11.32	12.13	28.9	26.3	22.3
	S ₂	0.097 a	0.137 b	0.193 b	15.53	11.10	10.03	27.7	25.6	23.2
	S ₃	0.83 b	0.153 a	0.190 b	19.19	13.47	12.16	26.9	27.3	24.2
N ₃	S ₁	0.97 a	0.173 a	0.157 c	14.26	9.63	9.81	19.7	18.9	23.4
	S ₂	0.077 b	0.180 a	0.190 a	15.46	9.53	9.72	19.8	18.5	18.9
	S ₃	0.040 c	0.143 a	0.220 a	12.30	12.91	9.51	17.7	18.9	19.7
Ortalamalar										
N ₁	0.101 a	0.121 c	0.171 b	17.15 a	13.89 a	11.59 a	35.2 a	33.2 a	32.5 a	
N ₂	0.091 b	0.140 b	0.194 a	17.32 a	11.96 b	11.44 a	27.8 b	26.4 b	23.2 b	
N ₃	0.071 c	0.166 a	0.189 a	14.01 b	10.69 c	9.68 b	19.0 c	18.7 c	20.6 b	
S ₁	0.094 a	0.134 b	0.167 b	15.97	11.63 b	11.35	28.1	26.4	26.0	
S ₂	0.091 a	0.154 a	0.183 b	16.34	11.36 b	10.39	26.2	25.5	25.4	
S ₃	0.078 b	0.138 b	0.204 a	16.17	13.55 a	10.97	27.8	26.4	25.0	

* Aynı harflere sahip ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine (p < 0.05) göre aynı grupta yer almaktadır

Tablo 4- Azot dozları ve sulama aralığının toprağın (0-40 cm) N %, P₂O₅ ve K₂O kg ha⁻¹ kapsamına etkisi (2010)

Uyg.	Toprak N %	Toprak N %	Toprak N %	Toprak P ₂ O ₅	Toprak P ₂ O ₅	Toprak P ₂ O ₅	Toprak K ₂ O	Toprak K ₂ O	Toprak K ₂ O	
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	
N ₁	S ₁	0.102	0.102 b	0.135	15.61	14.34	11.23	26.1	25.3	23.6
	S ₂	0.105	0.112 b	0.125	15.64	14.92	10.34	26.4	22.1	22.3
	S ₃	0.111	0.102 b	0.143	16.53	13.56	10.18	24.3	27.4	19.3
N ₂	S ₁	0.098	0.134 a	0.164	14.34	11.23	12.34	19.5	25.3	21.3
	S ₂	0.095	0.131 ab	0.168	13.78	11.56	10.29	22.3	21.2	21.4
	S ₃	0.091	0.135 a	0.171	14.67	12.45	12.78	25.4	24.3	20.2
N ₃	S ₁	0.099	0.139 a	0.145	13.78	9.01	9.61	18.3	18.3	20.4
	S ₂	0.091	0.141 a	0.154	13.52	9.12	8.72	16.3	18.3	19.2
	S ₃	0.090	0.135 a	0.145	13.51	9.45	9.59	17.9	17.2	19.6
Ortalamalar										
N ₁	0.106 a	0.105 b	0.134 c	15.92 a	14.27 a	10.58 a	25.6 a	24.9 a	21.7	
N ₂	0.095 b	0.133 a	0.167 a	14.26 b	11.74 b	11.80 a	22.4 b	23.6 a	20.9	
N ₃	0.093 b	0.137 a	0.148 b	13.60 c	9.19 c	9.30 b	17.5 c	17.9 b	19.7	
S ₁	0.100	0.125	0.148	14.57	11.52	11.06	21.3	22.9	21.7	
S ₂	0.97	0.128	0.149	14.31	11.86	9.78	21.6	20.5	20.9	
S ₃	0.97	0.124	0.153	14.90	11.82	10.85	22.5	22.9	19.7	

* Aynı harflere sahip ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine (p < 0.05) göre aynı grupta yer almaktadır

SONUÇ

Deneme sonuçları, artan N dozlarına bağlı olarak verimde bir artış gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan, 1 gün ve 3 gün gibi daha sık yapılan sulamalar ile 5 gün aralıkla yapılan sulamalara göre daha yüksek verim elde edilmiştir. Buna karşın sulamaların 5 gün veya daha sık aralıkla yapılması ile meyve kalitesi önemli düzeyde etkilememiştir. Azot dozları SÇKM dışında genel olarak meyve kalite özelliklerinde önemli farklılıklar ortaya çıkarmamıştır. SÇKM değerlerinde artan azot ile birlikte küçük oranlarda artışlar olmuştur. Dönemsel örneklenen yaprakların mineral madde sonuçları fertigasyon tekniği ile bitkinin gelişim ve hasat süresinde mineral madde bakımından noksanlık

çekmediğini göstermektedir. Bu durumu her hafta yeterli miktarda ve oransal uygulanan gübreleme programına bağlayabiliriz. Dönemsel olarak toprak örneklerindeki N, P ve K miktarları atılan gübrelerin bitki gelişimi oranında topraktan sömürüldüğünü işaret etmektedir. Dönemsel toprak örnekleme topraktaki P miktarının bitki gelişim dönemi ilerledikçe düştüğünü göstermiştir. Bu sonuç başlangıçta taban gübresi olarak uygulanan fosforun bitki gelişme döneminin başında az kullanılması ve sonrasında artan bitki gelişimiyle kullanımının artmasıyla açıklanabilir. Artan azot dozları topraktan potasyum alımını da artırmıştır.

Topraklarının başlangıç pH ve kireç kapsam değerleri örneklenen topraklarda değişmemiştir. Gübre uygulamalarında toprak pH'sı ve kireç miktarları dikkate

alınarak gübre formları seçilmiş ve uygulanmıştır. İki yıllık bu çalışmada uygulanan sulama programı altında 3 gün aralıkla yapılan sulamalardan ve yaklaşık 200 kg ha⁻¹ azot uygulamasından en yüksek verim elde edilmiştir. FAO 56 Penman-Monteith yöntemi ile sulamalar hava şartlarına paralel olarak pratik ve dinamik şekilde programlanabilmesine karşın henüz sırk domatesi için Kc katsayılarının kesin olarak bilinmemesi nedeni ile toprak nem açığı artmış ve iki kez toprak nemi ilave sulamalar ile tamamlanmıştır. Yerel Kc katsayılarının belirlenmediği yerlerde yalnızca bitki su tüketimi tahminlerine güvenilerek sulamalar yapılmamalı buna ilaveten toprak nemi de takip edilerek sulamalar kontrol edilmelidir. Damla sulama yapılan sırk domatesi yetiştiriciliğinde yabancı ot kontrolünün sağlanması için önemli düzeyde mekanik mücadele uygulamaları yapılmıştır. Su kaybı ve yabancı ot kontrolü açısından malçlama yapılması faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2009/25).

KAYNAKLAR

- [1] Boman, B. and Obreza, T. 2008. Fertigation Nutrient Sources and Application Considerations for Citrus. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/CH/CH18500.pdf>
- [2] Çetin, Ö. ve Tolay, İ. 2009. Fertigasyon (Sulama ile Birlikte Gübreleme), Hasad Yayıncılık.
- [3] Malik, R.S., Kumar, K., Bhandari, A.R. 1994. Effect of urea application through drip irrigation systems on nitrate distribution in loamy sand soils and pea yield. *J. Indian Soc. Soil Science* 42(1): 6-10.
- [4] Bar Yosef, B. and Sagiv, B. 1982. Response of tomatoes to N and water applied via tricle irrigation system. *I. Nitrogen*. *Argon. Journal* 74: 633-637.
- [5] Imas, P. 1999. Recent Techniques in Fertigation of Horticultural Crops in Israil. Workshop on Recent Trends in Nutrition Management in Horticultural Crops, 11-12 February, Dapoli, Maharashtra, India.
- [6] Locacio, S.J., Wiltbank, W.J., Gull, D.D., Maynard, D.N. 1984. Fruit and vegetable quality as affected by nitrogen nutrition. In: Hauck, R.D. (ed), *Nitrogen in Crop Production*. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 617-626.
- [7] Mohammad, M.J., Zuraiqi, S., Quasmeh, W., Papadopoulos, I. 1999. Yield response and nitrogen utilization efficiency by drip irrigated potato. *Nutr. Cycl. Agroecosyst*, 54: 243-249.
- [8] Zotarelli, L., Scholberg, J.M., Dukes, M.D., Munoz-Carpena, R. Icerman, J. 2009. Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. *Agricultural Water Management* 96:23-34.
- [9] Hebbbar, S.S., Ramachandrapa, B.K., Nanjappa, H.V., Prabhakar, M. 2004. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Europ. J. Agronom.*, 21, 117-127.
- [10] Singandhupe, R.B., Rao, G.G.S.N., Patil, N.G., Brahmanand, P.S. 2003. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation systems in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L.). *Europ. J. Agronomy* 19: 327-340.
- [11] Allen R G, Pereria L S, Raes, D., Smith, M. 1998. *Crop Evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*, FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome.
- [12] Doorenbos, J., Kassam, A.H. 1986. *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, Rome.
- [13] Bremner, J.M. 1965. *Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological properties*. Ed. A.C.A. Black Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No:9 Madison USA.
- [14] Cemeroglu, B. 1992. *Meyve ve Sebze İşletme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları*. Biltav Yayınları, Üniversite Kitapları Serisi, No: 02-2, ISBN 975-7401-00-5, s 381.
- [15] AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*, 15 th eds., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA
- [16] Erdal, İ., Ertek, A., Şenyiğit, U. and Koyuncu, M.A. 2007. Combined effects of irrigation and nitrogen on some quality parameters of processing tomato. *World of Agricultural Sciences*, 3(1):57-62
- [17] Parisi, M., Giordano, I., Pentangelo, A., D'Onofrio, B., Villari, G. 2006. Effects of different levels of nitrogen fertilisation on yield and fruit quality in processing tomato. *Acta Horticulture* 700: 129-132.
- [18] Simone, E., Hochmuth, R., Hochmuth, G., Studstill, D.W. 2008. Development of nitrogen fertigation program for grape tomato. *Journal of Plant Nutrition* 31: 2145-2154.
- [19] Janat, M. 2007. Efficiency of nitrogen fertilizer for potato under fertigation utilizing a nitrogen tracer technique. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 38: 2401-2422.
- [20] Jones, J.R., Wolf, B., Mills, H.A. 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro Macro Publishing, Inc.
- [21] Jackson, M.L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice. Hall. Inc. Englewood Cliffs, N. J, Newyork.
- [22] Allison, L.E. and Moodie, C.D. 1965. Carbonate. In C. A. Black et al. (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy* 9:1379-1400. Amer. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- [23] Olsen, S.R., Cole, V., Watanabe, F.S., Dean, L.A. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodiumbicarbonate. *Agricultural Handbook*, US, Soil Department.
- [24] Richards, L. A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. U.S.D.A. Handbook, No:60.
- [25] Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1982. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical ve Microbiological Properties*, Page, A.L., Miller, R.H. Keeney, D.R.(ed) 2nd edition. S.S.S.of America Inc. Publisher, Madison, Wisconsin.