*Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 6 (1): 33-38, 2016*
*ISSN: 2146-5843, E-ISSN: 2146-0078, www.nobel.gen.tr*

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

Sezer ŞAHIN[1]* Ali ÜNLÜKARA[2] Naif GEBOLOĞLU[3] Ayşegül DURUKAN[4] Mehmet Rüştü KARAMAN[5]
[1]Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat.
[2]Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Biosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri.
[3]Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Tokat.
[4]Gaziosmanpaşa Üniv., Tokat Meslek Yüksekokulu, Seracılık Böl., Tokat.
[5]Seyh Edebali Üniv., Ziraat Fak., Tarım Bil. ve Teknolojileri Fakültesi, Bilecik

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

Geliş Tarihi:
Kabul Tarihi:

**Özet**

Domates (Lycopersicum esculantum L.) yetiştiriciliğinde azot dozları ve sulama aralıkları fertigasyonda önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada, farklı azot dozları (N1= 119 kg ha-1, N2= 169 kg ha-1 ve N3= 241 kg ha-1) ve sulama aralıklarının (S1=her gün sulama, S2= üç günde bir sulama ve S3= 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 N3 x S2 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 N3 ve S2 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 (Lycopersicum esculantum L.) cultivation. In this study, effect of different nitrogen doses (N1= 119 kg ha-1, N2= 169 kg ha-1 and N3= 241 kg ha-1) and irrigation intervals (I1=one a day, I2= 1 in 3 days and I3= 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 desing 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 N3 x S2 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. N3 and I2 treatments were found the best application for yield and quality parameters of tomato.

**Keywords: Vitamine C, fertigation, solible solid dry matter, pH, water consuption**

## 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 sırık 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 $cm^{-3}$'tür. Aynı

derinlikler için sırasıyla kullanılabilir su tutma kapasitesi ise 0.112, 0.079 ve 0.048 $cm^3$ $cm^{-3}$'tür. Çalışma alanı topraklarının 0-30-60 cm derinliğe kadar diğer başlıca toprak özellikleri ise Tablo 1'de verilmiştir. En son toprak örneklemesi 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 $S_1$= 1 gün, $S_2$= 3 gün ve $S_3$= 5 gün olmak üzere üç sulama aralığı ve $N_1$= 175 kg $ha^{-1}$, $N_2$= 225 kg $ha^{-1}$ ve $N_3$= 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-$P_2O_5$-$K_2O$ oranları dikkate alınarak fertigasyon programı ile 16 haftalık periyotta uygulanmıştır. Normal bitki gelişimi için ayrıca toprak analiz sonuçlarına göre her parsele eşit miktarlarda 175 kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$ ve 320 kg $K_2O$ $ha^{-1}$dozlarında fosforlu ve potasyumlu gübre uygulamaları yapılmıştır. Denemede fertigasyona uygun yüksek çözünürlüklü gübre formları seçilmiştir.

Bitki su tüketimi ETc= Kc×ETo eşitliği ile tahmin edilmiştir. Eşitlikte ETc ve ETo dikkate alınan sulama aralığı için bitki su tüketimi (mm) ve referans bitki evapotranspirasyonu (mm), Kc 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 (ETo) 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 örneklemesi 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 örneklemeler 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 $P_2O_5$ ve $K_2O$ 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-Monteithyöntemine göre 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 ETo 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 Kc değerinin 1.20 değerine kadar yükseltilmesi önerilmiştir[11]. Bu çalışmada başlangıç dönemi Kc değeri 0.70, orta dönem 1.20 ve son dönem Kc değeri 0.90 alınarak oluşturulan Kc eğrisi kullanılmıştır.

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 $S_1$, $S_2$ ve $S_3$ 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.

Islatma oranına paralel şekilde gübre uygulamaları da ayarlandığı için $N_1$, $N_2$ ve $N_3$ konularına net olarak sırasıyla ilk yıl 126 kg $ha^{-1}$, 167kg $ha^{-1}$ ve 238 kg $ha^{-1}$ kadar N ve ikinci yılında 132 kg $ha^{-1}$, 171kg $ha^{-1}$ 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 kapsamlarına etkisi**

Denemenin 1.yılında birim alandan alınan verim 101.7-122.7 t $ha^{-1}$ ve ikinci yıl ise 104.0-122.7 t $ha^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Bitki başına verim ise 2009 yılında 4881-5888 gr/bitki arasında 2010 yılında ise 4991-5889 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 vegatatif 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 vitaminin 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 kapsamları 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 kapsamlarının 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 örneklemesindeki 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 örneklemelerde 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 kapsamlarının yeterli olduğu görülmektedir (Tablo 2). Bitki vegatatif gelişim oranında kök yapısı gelişmektedir. İyi bir kök gelişimi ile topraktan daha fazla mineral madde kaldırmaktadır. Fosfor kök gelişimini artırmakta ve uygulanan azot miktarı artıkça topraktan aldığı fosfor miktarı da artmıştır. Çalışmamızda yaprak potasyum kapsamlarına bakılmıştır ve değerler yeterlilik sınırları içerisinde bulunmuştur.

**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 örneklemesi yapılırken toprak örneklemesi 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 $S_2$ ve $S_3$ uygulamalarında toprak N kapsamı $S_1$ 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 istatiksel açıdan uygulamaların etkisi önemli çıkmamıştır.

# 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 örneklemesi 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 sırık 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 sırık 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/pdffiles/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 vegatable 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] Hebbar, S.S., Ramachandrappa, 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] Cemeroğlu, 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.

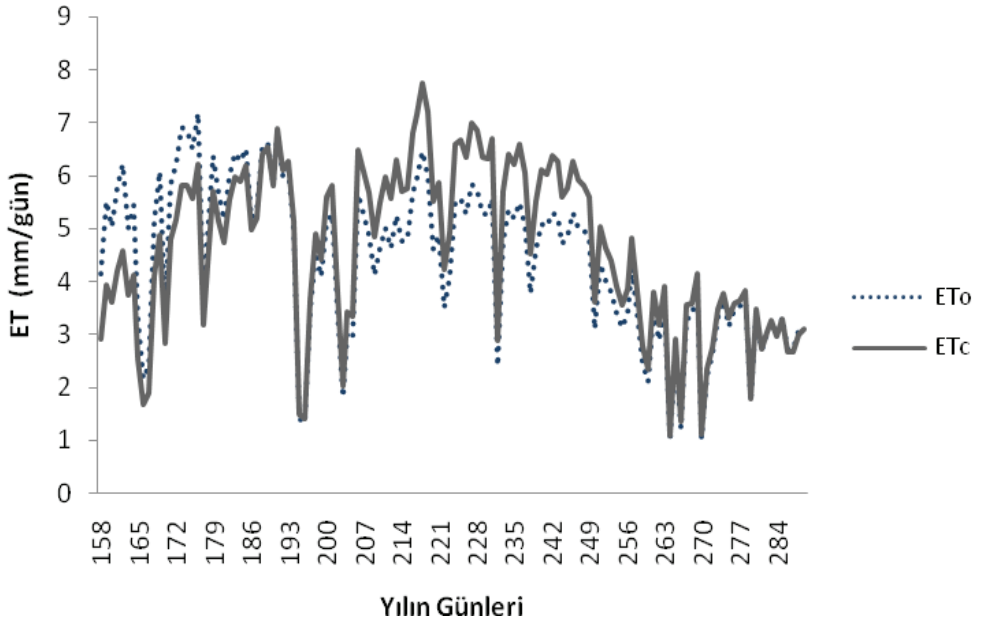
[21] Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice. Hall. Inc. Englewood Cliffs, N. J, Newyork.

[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.




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

**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 $P_2O_5$ (kg $da^{-1}$)[23] | 7.75 | 7.01 | 5.34 | 6.37 |
| Yarayışlı $K_2O$ (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 |
| Katyon değişim kapasitesi (me $100^{-1}$ gr) [24] | 29.3 | 20.4 | 33.6 | 36.4 |

**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 |

**Tablo 3.** Azot dozları ve sulama aralığının toprağın (0-40 cm) N %, $P_2O$ve $K_2O$ kg ha$^{-1}$ kapsamına etkisi (2009)

| Uyg. | | Toprak N % (1) | Toprak N % (2) | Toprak N % (3) | Toprak $P_2O_5$ (1) | Toprak $P_2O_5$ (2) | Toprak $P_2O_5$ (3) | Toprak $K_2O$ (1) | Toprak $K_2O$ (2) | Toprak $K_2O$ (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 %, $P_2O$ve $K_2O$ kg $ha^{-1}$ kapsamına etkisi (2010)

| Uyg. | | Toprak N % (1) | Toprak N % (2) | Toprak N % (3) | Toprak $P_2O_5$ (1) | Toprak $P_2O_5$ (2) | Toprak $P_2O_5$ (3) | Toprak $K_2O$ (1) | Toprak $K_2O$ (2) | Toprak $K_2O$ (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