

Pamukta Farklı Lateral Aralıkları ve Azotun Fertigasyonda Uygulama Sıklığının Lif Verimi ile Besin İçeriğine Etkisi

Neşe ÜZEN

Öner ÇETİN*

Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü DİYARBAKIR

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): oner_cetin@yahoo.com

Geliş tarihi (Received) : 05.12.2017

Kabul tarihi (Accepted): 12.12.2017

DOI : 10.21657/topraksu.410131

Öz

Bu araştırma, 2011-2012 yılları arasında, damla sulama ile sulanan pamukta, farklı lateral aralığı ve azotun fertigasyonda farklı uygulama sıklığının lif verimi ile bitkilerdeki bazı makro ve mikro element içeriğine etkisi araştırılmıştır. Deneme, bölünmüş parseller deneme deseninde tesadüf bloklarına göre yürütülmüştür. Denemede, ana konular: L_1 : her sıraya bir lateral (lateral aralığı 0.70 m), L_2 : her 2 sıraya bir lateral (lateral aralığı 1.40 m) alt konular ise, F_1 : her sulamada (5 günde bir) N uygulaması F_2 :her 2 sulamada (10 günde bir) N uygulaması F_3 :1/4'ünü ilk sulama ile ilk çiçeklenme arasında, 2/4'ünü ilk çiçeklenme ile ilk koza oluşumu arasında, 1/4'ini de ilk koza oluşumu ile son sulama arasında uygulamak şeklinde olmuştur. En yüksek ortalama lif verim (1855 kg ha^{-1}) her 2 sıraya 1 lateral ve her 2 sulamada bir fertigasyon uygulamasından elde edilmiştir. Buna göre, azotun 1/5'ini topraktan, kalanı her 2 sulamada (10 günde bir) eşit olarak (toplam 15-18 kez) fertigasyonla son sulama (% 10 koza açımı) dönemine kadar uygulanmalıdır. Bitki yapraklarındaki total N 2011 yılında % 1.66-3.05, 2012 yılında ise % 1.92-3.01 arasında değişmiştir. Azot uygulama sıklığı arttıkça bitkilerdeki N içeriği de artmıştır. Maksimum Azot Kullanım Etkinliği (AKE) ($11.1-17.4 \text{ kg lif ha}^{-1} \text{ kg N}^{-1}$) her iki sulamada bir (10 gün) fertigasyon uygulamasından elde edilmiştir. Bitkilerdeki diğer makro ve mikro elementler ise P: % 0.19-0.27, K: % 1.56-1.72, Ca: % 2.6-5.6, Mg: % 0.13-0.37, Cu: 6.03-8.19 ppm, Zn: 3.55-15.81 ppm, Mn: 43.90-91.92 ppm ve Fe: 161-381 ppm olarak tespit edilmiştir. Buna göre Zn hariç mikro element yönünden bitkilerde bir eksiklik olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Azot, damla sulama, fertigasyon sıklığı, pamuk

Effects of Different Lateral Spacings and Nitrogen Fertigation Frequencies on Lint Yield and Nutrient Content of Cotton

Abstract

The aim of this study is to investigate the effects of different lateral spacing and frequencies of nitrogen (N) fertigation on lint yield and content of some macro and micro elements for drip-irrigated cotton. The split-plot experimental design was applied in this research. The main plots; L_1 :1 lateral for each row (lateral space are 0.70 m.), L_2 :1 lateral for 2 rows (lateral space is 1.40 m); Sub-plots were designed as different application N frequencies; F_1 : N application for each irrigation (5 days) F_2 : N application for each 2 irrigations (10 days) F_3 : N application one-fourth of total N between the first irrigation and the first flowering, two-fourth between the first flowering and the first boll formation, and one-fourth between the first boll formation and the last irrigation. The maximum cotton lint yield (1855 kg ha^{-1}) was obtained from the treatment of 1 lateral for 2 rows and each 2 irrigations (10 day). The total N content in cotton leaves ranged from 1.66 to 3.05 % in 2011 and from 1.92 to 3.01% in 2012 depending on

experimental treatments and growing stages of the plants. The uptake of N increased with an increasing frequency of N application. The maximum NUE (11.1-17.4 kg lint yied ha⁻¹ kg N⁻¹) was obtained for N fertigation every two irrigation cycles (10 days). The contents of other some macro and micro element in the cotton leaves were: P : 0.19-0.27 %, K: 1.56-1.72 %, Ca: 2.6-5.6 %, Mg: 0.13-0.37 %, Cu: 6.03-8.19 ppm, Zn: 3.55-15.81 ppm, Mn: 43.90-91.92 ppm and Fe: 161-381 ppm. There were no significantly defficiency in terms of micro elemenst except Zn for cotton crop.

Key words: Cotton, drip irrigation, fertigation frequency, nitrogen

GİRİŞ

Pamuk ülkemizin ulusal ekonomi ve ihracat yönünden en önemli bir endüstri bitkisidir. Ülkemizde bölgeler arasında en yüksek ekiliş alanı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde olup birinci (% 50) sıradadır.

Gelişen ve hızla yaygınlaşan damla sulama gibi modern sulama sistemlerinde pamukta azotun sulama ile birlikte (fertigasyon) sulamanın hangi döneminde uygulanması gerektiği konularının araştırılması önemli hale gelmiştir. Yetiştirme mevsimi boyunca bitkideki N düzeyinin izlenmesi uygulanacak azotun tespitinde iyi bir yaklaşım olabilir (Bronson vd., 2001; Chua vd., 2003).

Ravandere vd. (2003) pamukta geleneksel gübreleme ve fertigasyon uygulamasının etkilerini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, deneme konuları, önerilen gübre dozunun % 50, % 75 ve % 100'ü ve 3'e bölerek, yine fertigasyonda da % 50, % 75 ve % 100 'ü 6'ya bölerek uygulanmıştır. En yüksek kütlü pamuk verimi 6 kez uygulanan fertigasyon uygulamasından elde edilmiştir. Fertigasyon, geleneksel gübre uygulamasına göre verimi önemli düzeyde artırmıştır.

Hou vd. (2007) damla sulama ile sulanan pamukta, N fertigasyon uygulamasında, tüm sulamalar süresince her sulamanın başlangıcında uygulamanın daha etkin olduğunu tespit etmişlerdir.

Pamukta N kullanım etkinliğini geliştirmek için azotun uygulama zamanı en önemli konulardan birisi olduğu, azot ihtiyacının % 22 sinin ilk çiçeklenmeden önce, kalanının (% 78) ise koza oluşumu ile olgunlaşma dönemi arasında karşılanması gerektiği belirtilmiştir (Livingston, 2007). Ayrıca, pamukta çiçeklenme döneminde azot kullanımı maksimum düzeyde olduğu bildirilmiştir (Silvertooth, 2001).

Qi vd. (2009) yaptıkları araştırma sonucuna göre, fertigasyonda N'in daha sık aralıklarla uygulamanın su ve besin elementi yarıyışlılığını artırarak verimi de artırdığı belirlenmiştir.

Bitkilerdeki başta azot olmak üzere, makro ve mikro elementlerin tespit edilerek değerlendirilmesi bitki besleme açısından önemli bir rehberdir. Daha önce yapılan çalışmalarda Görmüş (2002), yapraktan potasyum uygulamasında pamuk veriminin önemli derecede arttığını bildirmiştir. Efe ve Yarpuz (2011) pamukta Zn uygulamasının (toprak ve yapraktan) pamuk verim ve verim bileşenlerini etkilemediğini bildirmiştir. Bunda en büyük etkenin toprak kireç içeriği ve pH'sının yüksek olmasına bağlıdır. Topraklardaki bazı elementlerin P: 4.8 ppm, K:150 ppm, Fe: 0.97 ppm, Cu: 1.2 ppm, Mn: 9.97 ppm Zn:0.44 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Damla sulama ile sulanan pamukta, azotun bitki kök bölgesine her sulamada verilmesinin daha uygun olacağı başka araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Bar-Yosef ve Sheikhoslami 1976; Papadopoulos 1988). Böylece, azot kaybı ya da derine yıkanmanın daha az olabileceği vurgulanmıştır (Miller vd., 1981; Papadopoulos 1985).

Bu çalışmada, damla sulama ile sulanan pamukta, farklı lateral aralıkları ve fertigasyonda N uygulama sıklığının pamukta lif verimi, azot kullanım etkinliği ile bitkideki makro ve mikro element içeriğine etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma 2011-2012 yılı vejetasyon süresince (2 yıl) Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (Diyarbakır) yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme yeri toprak ve iklim özellikleri

Topraklar, genel olarak düz ve düze yakın eğimli, ABC profilli zonal toprak grubuna girmektedir. Topraklar, tuzluluk ve drenaj sorunu

Çizelge 1. Deneme yeri topraklarının bazı analiz sonuçları

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil in the experimental site

Toprak derinliği cm	pH	Org. Mad. %	Kireç %	EC	Toprak bünyesi			Tarla Kap. g 100 ⁻¹ g	Solma noktası g 100 ⁻¹ g	Hac. Ağ. g cm ⁻³	
					Kum %	Silt %	Kil %				
0-30	7.7	1.67	7.8	0.48	10	24	66	C	35.5	25.5	1.19
30-60	7.9	1.67	7.8	0.37	12	22	66	C	35.2	25.3	1.25
60-90	7.8	–	8.7	0.42	12	21	67	C	36.4	27.0	1.27

Çizelge 2. Deneme konuları (Uzen and Cetin, 2016)

Table 2. The treatments in the experiment (Uzen and Cetin, 2016)

ANA KONULAR (Lateral aralıkları)	ALT KONULAR (Fertigasyonda azotun uygulama sıklığı)
L₁ : Sıra aralığı eşit ve her sıraya bir lateral (Sıra aralığı ve lateral aralığı 0.70 m)	F₁ : Her sulamada (5 günde bir) N uygulaması
L₂ : Sıra aralığı eşit ve her 2 sıraya bir lateral (Sıra aralığı 0.70, lateral aralığı 1.40 m)	F₂ : Her iki sulamada bir (10 günde bir) N uygulamak
	F₃ : Azotun 1/4'ünü ilk sulamada, 1/2'sini çiçeklenme döneminde (% 50) bir defada, diğer 1/4'ünü de ilk % 10 koza oluşumunda bir defada uygulamak

olmayan, potasyum ve kireç yönünden zengin, hafif alkali, fosfor ve organik madde içeriği ise düşüktür (Bukarlı, 2007).

Denemenin yürütüldüğü Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme İstasyonundaki, deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre deneme topraklarının kil içeriği çok yüksek olup, ağır bünyelidir. Bunun dışında pH, tuzluluk ve taban suyu ile ilgili önemli bir sorun bulunmamaktadır.

Yapılan sulama suyu analiz sonuçlarına göre sulama açısından kısıtlayıcı herhangi bir fiziksel ve kimyasal özelliklere rastlanılmamıştır.

Denemenin yürütüldüğü Diyarbakır iline ait deneme yıllarının ve uzun yıllara ait iklim verilerine göre, uzun yıllık ortalama yağış miktarı 487 mm olup, bunun genellikle büyük bir kısmı kış aylarında ve erken ilkbaharda yağmaktadır. Deneme yerine ait, minimum, maksimum ve ortalama sıcaklıklar, sırasıyla 2.8, 28.4 ve 15.8 °C dir.

Deneme yönetimi ve konular

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana konuları farklı lateral aralıkları, alt konular ise fertigasyonda azotun farklı uygulama sıklığı şeklinde olmuştur (Çizelge 2).

Makro ve mikro elementlerin tayini

Bitkide N ve diğer elementler için bitkinin çiçeklenme (% 50) dönemi (Ağustos ayı başlangıcı) esas alınarak örnekleme yapılmış ve tespit edilmiştir. Bu dönemde, her alt parselde rastgele 10 bitkide alınan yaprak örneklerinde analizler yapılmıştır (Chua vd., 2003). Bu amaçla toplanan yaprak örnekleri, çeşme suyu ve sonra da saf su ile yıkandıktan sonra, 65 °C'de etüvde kurutulduktan sonra, bir agat değirmeninde öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Bu örneklerde total N analizleri Kheldal yöntemi ile tespit edilmiştir (Horneck ve Miller, 1998). Diğer makro ve mikro elementler ise Bremner (1965) ve Kacar (1972) tarafından verilen yöntemlere göre yapılmıştır.

Diğer tarımsal uygulamalar

Denemede damla sulama sistemi kullanılmış olup, damlatıcı aralığı 0.40 m, damlatıcı debisi ise 4 l h⁻¹ olarak uygulanmıştır (Yıldırım, 2003). Sulama suyu, deneme yerinde bulunan derin kuyudan çıkarılan ve biriktirme havuzundan güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisi ile çalışan dalgıç pompa sayesinde sisteme verilmiştir.

Araştırmada, Stoneville-468 (ST 468) pamuk çeşidi kullanılmıştır. Bitki sıra aralığı 0.70 m ve sıra üzeri 0.15 m olarak ekilmiştir.

Bitkilerin ekimi 2011 yılında 20 Mayıs'ta, 2012 yılında ise 10 Mayıs'ta yapılabilmektedir. Kütlü pamuk hasadı her iki deneme yılında da iki kez yapılmış olup, ilk el hasat Eylül ayı sonunda, ikinci el hasat ise Ekim ayı ortalarında yapılmıştır.

Azotlu ve fosforlu gübrenin 1/5 oranları ekimle birlikte doğrudan toprağa kalani ise fertigasyon yöntemi ile deneme konularında belirtildiği şekilde uygulanmıştır. Azotlu gübre 130 kg N ha⁻¹, fosforlu gübre ise toprak analiz sonuçları da esas alınarak 80 kg ha⁻¹ P₂O₅ olarak eşit dozlar halinde fertigasyonla uygulanmıştır (Özer ve Dağdeviren, 1986; Özer, 1992; Karademir vd., 2005). Buna göre ekimle birlikte toplam uygulanacak net azot ihtiyacının 1/5'i ekimle birlikte doğrudan toprağa Diamonyum Fosfat (DAP, 18-46) gübresi uygulanmıştır. Kalani ise deneme konularına göre, 19-5-5-mikro elementler içeren ticari toz (Compo Basaplant Blue) gübre fertigasyon tekniği ile uygulanmıştır. Bu gübre kaynağında ise, % 19 total N, (% 17.5'i Amonyum, % 1.5'i Nitrat), % 5'i suda çözünebilir P₂O₅, % 5'i suda çözünebilir K₂O ve eser miktarda ise, B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn bulunmaktadır.

Analiz ve değerlendirme

Deneme sonucu elde edilen verilere her yıl varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında, çoklu karşılaştırmayöntemi olan Duncan testi ile konuların birbirinden önemli derecede ayrı olup olmadıkları belirlenmiştir (Yurtsever, 1984). Bu arada, deneme konularında farklı lateral aralıkları ve fertigasyonda azotun bitkinin farklı dönemlerinde ve farklı sıklıkta uygulanması etkileşimi (interaksiyon) ve birbirinden bağımsız etkisinin olup olmadığı değerlendirilerek tartışılmıştır.

Çizelge 3. Deneme konularına göre pamuk lif verimi ve azot kullanım etkinliği (AKE)

Table 3. Cotton lint yield and nitrogen use efficiency according to the treatments

Deneme konuları	2011			2012		
	Çırcır randımanı %	Lif verimi kg ha ⁻¹	AKE Kg lif kg N ⁻¹ ha ⁻¹	Çırcır randımanı %	Lif verimi kg ha ⁻¹	AKE kg lif kg N ⁻¹ ha ⁻¹
F ₁	42,5	1026 cd	7,9	45,9	1411	10,9
L ₁	F ₂	42,9	931 d	7,2	1810	13,9
	F ₃	43,2	948 d	7,3	1702	13,1
L ₂	F ₁	43,8	1281 b	9,9	1665	12,8
	F ₂	43,1	1441 a	11,1	2268	17,4
	F ₃	43,5	1207 bc	9,3	2017	15,5

*: Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harf grupları arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı lateral aralıkları ve N fertigasyon sıklığının pamuk lif verimi ve azot kullanım etkinliğine (AKE) etkisi

Deneme yıllarına göre elde edilen ortalama lif verimleri ile NUE değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Denemenin 2011 yılı sonuçlarına göre lif verimleri, uygulanan deneme konularına bağlı olarak 948 – 1441 kg ha⁻¹ arasında değişmiştir. Buna göre; en düşük verim (948 kg ha⁻¹) her sıraya 1 lateral uygulanan ve her 2 sulamada 1 (10 günde 1) kez azotun uygulandığı fertigasyon uygulamasından, en yüksek verim (1441 kg ha⁻¹) ise, her 2 sıraya 1 lateral bulunan ve yine her iki sulamada bir (10 günde 1) kez azotun uygulandığı fertigasyon uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3).

2011 yılı için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, fertigasyon sıklığının ve lateral aralığının verim üzerinde etkisi ayrı ayrı önemli bulunmamıştır. Ancak, her iki uygulamanın etkileşimi (interaksiyonu) istatistiksel bakımdan % 5 hata düzeyinde önemli bulunmuştur. Bunun anlamı, hem fertigasyon sıklığı hem de lateral aralığı birlikte verime etki etmiştir. Buna göre, her iki sıraya bir lateral uygulaması ile fertigasyon sıklığı uygulaması birlikte verimi artırmıştır. Buna göre uygulamalar arasındaki fark interaksiyon verileri üzerinde yapılan Duncan testi sonuçları da aynı veriler üzerinde gösterilmiştir (Çizelge 3).

Denemenin 2012 yılı sonuçlarına göre lif verimleri, uygulanan deneme konularına bağlı olarak 1411 – 2268 kg ha⁻¹ arasında değişmiştir. Buna göre en düşük verim (1411 kg/ha⁻¹) her sıraya bir lateral uygulanan ve her sulamada azotun uygulandığı (beş günde bir) fertigasyon uygulamasından, en yüksek verim (2268 kg ha⁻¹) ise, her iki sıraya bir

Çizelge 4. Denemede ana ve alt konuların lif verimine ayrı ayrı etkisi (2012)**Table 4.** The effects of main and sub treatments on lint yield (2012)

Farklı lateral aralıkları	Verim kg ha ⁻¹	Azotun fertigasyonda farklı uygulama sıklığı	Verim kg ha ⁻¹
L ₁	1641 b*	F ₁	1538 b*
L ₂	1983 a	F ₂	2039 a
		F ₃	1859 ab

*: Farklı harf grupları, Duncan gruplandırmasına göre % 1 hata düzeyinde istatistiksel bakımdan verim değerlerinin farklı olduğunu göstermektedir.

lateral bulunan ve yine her iki sulamada bir (on günde bir) kez azotun uygulandığı fertigasyon uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3).

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, lateral aralığı ve fertigasyon sıklığı pamuk lif verimini ayrı ayrı % 1 hata düzeyinde etkilemiştir. Buna göre, her iki sıraya bir lateral uygulamasında verim daha yüksek gerçekleşmiştir. Benzer şekilde, yine her iki sulamada bir (on günde bir) kez azotun uygulandığı fertigasyon uygulamasından maksimum verim elde edilmiştir. Konular arasında interaksiyon (etkileşim) bulunmamıştır. Buna göre ana faktör (lateral aralığı) ve alt faktör (azotun fertigasyonla uygulama sıklığı) verileri ayrı ayrı değerlendirilerek Duncan testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir.

2012 yılı bulgularına göre, her iki sıraya bir lateral uygulaması en yüksek verimi sağlamış olup, her sıraya bir lateral uygulaması ile ayrı ayrı grupta yer almıştır. Azotun fertigasyonda farklı uygulama sıklığı konusunda ise, en yüksek verim her iki sulamada bir uygulama konusundan elde edilmiş olup, diğer uygulamalar da ayrı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4).

Denemede fertigasyon uygulama yöntem ve/veya ekipmanı basınç farklılığı esasına dayalı bypass sistemi ile her sulamadaki (beş günde bir) fertigasyon uygulamasında çok küçük miktarlarda gübre uygulandığından, bitki kök bölgesine homojen bir dağılımın olması zordur. Başka bir ifade ile toplam uygulanan azotlu gübrenin her beş günde bir uygulama konusunda daha fazla sayıya bölünerek ve daha az miktarlarda uygulanması, bitkilerin azotlu gübreden yararlanma etkinliği diğer her 10 günde bir uygulamaya göre daha az olmuş olabilir. Aujla vd. (2005), de fertigasyonun her bir uygulamasında azot düzeyinin azaltılması verimi de azalttığını tespit etmiştir.

Pamukta azot kullanım etkinliğini geliştirmek için azotun uygulama zamanı en önemli konulardan birisi olduğu (Livingston, 2007)

ve ayrıca, pamukta çiçeklenme döneminde azot kullanımının maksimum düzeyde olduğu bildirilmiştir (Silvertooth, 2001).

Damla sulama ve fertigasyon diğer sistemlerle kıyaslandığında farklı aralıklarda düşük dozlarda gübre uygulanması sonucu besinlerin yıkanma riskini azaltmaktadır. Ravandere vd. (2003) pamukta fertigasyon uygulamasında, gübrenin 3 ve 6'ya bölünerek uygulamasında, en yüksek kütlü pamuk verimi 6 kez uygulanan fertigasyon uygulamasından elde edilmiştir. Qi vd. (2009) yaptıkları araştırma sonucuna göre, fertigasyon sıklığı (her beş günde bir uygulama) pamuk verimini ve kuru madde miktarını artırmıştır. Hou vd. (2007) pamukta fertigasyonla ilgili olarak farklı uygulamaları kıyaslamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, sulamanın başında azotu uygulamak kuru madde miktarını, azot alımını ve azot kullanım etkinliğini artırmıştır. Damla sulama ile sulanan pamukta, azotun bitki kök bölgesine her sulamada verilmesinin daha uygun olacağı belirtilmiştir (Bar-Yosef ve Sheikhsolami, 1976; Papadopoulos, 1988). Böylece, azot kaybı ya da derine yıkanmanın daha az olabileceği vurgulanmıştır (Miller vd., 1981; Papadopoulos, 1985).

AKE deneme yıllarına bağlı olarak 7.2 – 17.4 kg lif kg N⁻¹ ha⁻¹ arasında değişmiştir. Maksimum AKE lif veriminde olduğu gibi her iki sulamada bir olan (on günde bir) fertigasyon uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Benzer şekilde Rochester vd. (2009) pamukta NUE'nin 10.9 – 12.9 arasında değiştiğini ve bu durumda azotun yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Deneme yeri topraklarında bazı makro ve mikro element düzeyleri

Deneme yeri topraklarında yapılan bazı makro ve mikro element analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Buna göre toprak pH'sı 7.7 – 7.9 arasında, organik madde (OM) içeriği ise %

Çizelge 5. Deneme yeri topraklarında bazı makro ve mikro element düzeyleri

Table 5. Some macro and micro element levels in the soil of experimental site

Toprak derinliği cm	P ppm	K ppm	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Total N %
0-30	5.5	408	5.24	1.44	1.16	5.51	0,083
30-60	6.9	319	4.98	1.46	0.60	4.74	0,083

1.67 olup düşüktür. P ve Zn içerikleri de düşük olup, diğer Fe, Cu ve Mn ise (Follet ve Lindsay, 1970; Ankerman ve Large, 1977)'de verilen eşik değerlere göre yüksek bulunmuştur.

Toprak analiz sonuçlarına göre bitki besleme açısından P, OM ve total N'nin yetersiz olduğu söylenebilir.

Toprakların pH, kil ve kireç içeriğinin yüksek olması bitki besleme açısından özellikle mikro elementlerin alınabilirliği bakımından olumsuz etki gösterebilir. Çünkü besin elementlerinin topraktan absorpsiyonu toprak pH'sı, tekstürü ve OM içeriğine bağlıdır. Bunlardan toprak pH'sı besin elementlerinin yarayışlılığını etkileyen en önemli toprak özelliğidir. Çünkü yüksek pH değerlerinde mikro elementler daha az yarayışlıdır (Gardiner ve Miller, 2008). Birçok mikro element toprak pH'sı arttıkça daha az çözünür hale gelebilmekte, böylece bitkiye olan yarayışlılığı azalmaktadır. Örneğin, pH arttıkça Zn, Mn ve Cu'nun yarayışlılığı azalmaktadır. Buna göre deneme yeri topraklarının özellikle Zn yönünden neden eksik olduğunu da göstermektedir.

Bitkide total N ve diğer elementler

Bitki yapraklarındaki total N değerleri incelendiğinde bu değerler 2011 yılı için %

2.59-2.88, 2012 yılında ise % 2.31-2.61 arasında değişmiştir (Çizelge 6). Denemenin 2012 yılı verilerine göre, total N değerlerine azotun fertigasyonla uygulama sıklığının etkisi istatistiksel olarak % 5 hata düzeyinde etki ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 6). Diğer yıllarda ve dönemlerde bitki total N içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Yapılan değerlendirmede, 2012 yılı için en yüksek azot içeriği her 2 sulamada bir uygulanan fertigasyon uygulamasından elde edilmiştir. Buna göre, verim sonuçlarına benzer şekilde, her 2 sulamada bir yapılan azot fertigasyon uygulamasının bitki yaprak total N içeriğinin de daha yüksek olmasını sonuçlamıştır. Her sulamada uygulanan fertigasyonda, aynı miktar azotun her 2 sulamaya göre kıyaslandığında daha fazla doza bölünmesi sulama suyunda çok az miktarlarda besin elementi bulunması muhtemelen yeterli homojenlikte ve yeterli miktarda azotun bitki kök bölgesine ulaşmadığına bağlanabilir. Bu durum ise, önceki bölümlerde açıklandığı üzere, her 2 sulamada bir fertigasyon durumunda nispi olarak daha yüksek dozda azot uygulanması, azotun bitkiler tarafından daha etkin olarak kullanıldığını buna bağlı olarak da verimin de daha yüksek olmasına neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 6. Deneme konularına göre bitkide total N miktarı (%)

Table 6. The total N (%) according to experimental treatments

Ana Parseller	Alt Parseller	2011	2012
L ₁	F ₁	2,43	2,39
	F ₂	2,58	2,52
	F ₃	2,45	2,42
L ₂	F ₁	2,68	2,31
	F ₂	2,88	2,61
	F ₃	2,59	2,40
Fertigasyonda azotun farklı uygulama sıklığı		2012	
	F ₁	2,35 b*	
	F ₂	2,57 a	
	F ₃	2,41 a	

*: Farklı harf grupları, Duncan gruplandırmasına göre % 5 hata düzeyinde istatistiksel bakımdan değerlerin farklı olduğunu göstermektedir.

Genel olarak bitkideki azot düzeyleri incelendiğinde, bitkide yeterli düzeyde olmadığı söylenebilir. Çünkü, Reuter ve Robinson (1986) pamukta N düzeyinin % 3.75-4.5, Mitchell ve Baker (2009) ise geç çiçeklenme döneminde N düzeyinin % 3.0-4.0 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Bunun bir nedeni toplamda uygulanan azotun az olduğu düşünülebilir. Ancak önceden yüzey sulama ve geleneksel gübreleme çalışmalarında pamuk azot ihtiyacının 130 kg N ha⁻¹ olduğu bildirilmiştir (Özer, 1992; Karademir vd., 2005). Ancak, fertigasyonun üstünlüklerinden birisi de gübre kullanım etkinliğinin yüksek olması verimin de yüksek olmasını sağlayabilmektedir. Bu durum ise, fertigasyon uygulamalarında muhtemelen azotlu gübre ihtiyacı geleneksel yöntemlerden farklı daha doğrusu daha yüksek olabilir. Ayrıca bu durum yeni gelişen yüksek verim potansiyeline sahip pamuk çeşitlerine de bağlıdır. Diğer bir konu ise, fertigasyon uygulama yöntem ve aygıtının etkinliği de bunda rol oynamış olabilir. Çünkü basınç farklılığı yöntemi uygulanarak azotun uygulanmasında, sulama suyundaki gübre konstrasyonundaki yüksek değişkenlik ve her uygulamadaki düşük doz, muhtemelen bitki kök bölgesinde de homojen bir gübre dağılımı sağlamamış olabilir.

Pamuk bitkisine ait, çiçeklenme döneminde yapılan yaprak analiz sonuçlarına göre kimi makro ve mikro besin elementlerinin düzeyi yıllara göre Çizelge 7'de verilmiştir. Deneme konularının incelenen bu besin elementleri üzerinde istatistiksel olarak bir etkisi olmamıştır.

Pamuk yapraklardaki makro ve mikro elementlerin yeterli düzeyleri, Reuter ve Robinson (1986) tarafından, P % 0.3-0.5, K % 2-3, Ca % 2.25-3.00, Mg % 0.5-0.9, Cu 5-25 ppm, Zn 20-

60 ppm, Mn 50-350 ppm ve Fe 50-250 ppm arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Bunun yanında, Mitchell ve Baker (2009) ise, bitkinin geç çiçeklenme döneminde P % 0.15-0.6, K % 0.75-2.5, Ca % 2.0-4.00, Mg % 0.3-0.9, Cu 5-25 ppm, Zn 20-300 ppm, Mn 10-400 ppm ve Fe 50-300 ppm arasında olabileceğini bildirmiştir.

Bulgulara göre, Mitchell ve Baker (2009)'a göre, makro elementlerden P, K ve Ca yeterli Mg ise yetersizdir. Mikro elementlerden ise, Zn yetersiz, Fe, Cu ve Mn ise yeterli görünmektedir. Çinkonun yetersiz olması muhtemelen deneme topraklarının kireç içeriğinin nispi olarak yüksek olmasına bağlanabilir. Bitkilerdeki Ca içeriğinin yüksekliği de bu durumu göstermektedir. Çünkü bitkilerdeki Ca içeriği % 2.3-5.6 arasında değişmiştir. Öte yandan, Kızılgöz vd. (2011) aynı bölgede pamukta yaptıkları çalışmada da pamuk bitkilerinde Zn beslenmesinin kısmen yetersiz olduğunu tespit etmiştir. Erdal vd. (2017) İzmir-Menemen'de yaptığı çalışmada, pamuk yapraklarındaki makro ve mikro element içeriklerini tespit etmişlerdir. Buna göre geleneksel yetiştirilen pamuk yapraklarında N % 2.93, P % 0.21, K % 1.35, Ca % 1.19 ve Mg % 0.19, mikro elementlerden Fe 178 ppm, Cu 9.35 ppm, Mn 87.0 ppm ve Zn 11.2 ppm olarak tespit edilmiştir. Organik pamukta ise N % 2.82, P % 1.37, Ca % 0.96, Mg % 0.15, Fe 146 ppm, Cu 7.82 ppm, Mn 60.6 ppm ve Zn 9.6 ppm olarak tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre araştırma bölgesinde, özellikle pamuk Zn beslenmesi ile ilgili yeni araştırmaların yapılmasında yarar olacaktır.

SONUÇ

Fertigasyon uygulama yöntem ve aygıtı (basınç farklılığı, by-pass tank sistemi) dikkate alınarak,

Çizelge 6. Deneme konularına göre bitkide total N miktarı (%)

Table 6. The total N (%) according to experimental treatments

Ana Konu	Alt konular	P (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)		Fe (ppm)		Cu (ppm)		Zn (ppm)		Mn (ppm)	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
L1	F1	0,25	0,26	1,56	1,56	2,3	5,6	0,37	0,23	381	216	6,48	8,19	5,85	15,81	91,92	71,35
	F2	0,19	0,27	1,72	1,72	3,7	4,1	0,19	0,21	161	178	6,03	6,56	13,70	13,27	54,85	46,38
	F3	0,25	0,26	1,56	1,56	2,7	4,5	0,12	0,20	171	217	7,51	6,24	3,55	6,90	69,55	43,90
L2	F1	0,27	0,25	1,72	1,56	4,0	2,7	0,20	0,13	178	171	6,54	7,51	13,17	3,55	46,38	69,55
	F2	2,20	0,19	1,56	1,72	4,5	3,7	0,20	0,19	217	161	6,24	6,03	6,90	13,70	43,87	54,85
	F3	0,26	0,25	1,56	1,56	5,6	2,6	0,23	0,13	216	171	8,19	7,20	15,81	3,337	71,55	68,80

sulama sezonu boyunca her sulama yerine her 2 sulamada bir toplam azotlu gübrenin eşit dozlara bölünerek kozaların açmaya başladığı (yaklaşık % 10) döneme kadar uygulanması pamuk lif (1855 kg ha⁻¹) verimi maksimize etmiştir.

Hem verim hem de bitkilerin yaprak örneklerindeki total N değerlerine göre verilen toplam azotlu gübre miktarının yeterli olmadığı kuşkusuna ortaya çıkmıştır. Çünkü her ne kadar fertigasyon genel anlamda gübrede tasarruf sağlasa da, fertigasyonda, birim gübre uygulamalarında verimdeki artış nedeniyle toplamda bazen geleneksel olarak gerekli gübre miktarından daha fazla gübre ihtiyacı olabilmektedir. Ayrıca verim potansiyeli yüksek yeni pamuk çeşitleri, fertigasyon tekniğinde hem toplamda uygulanan azot miktarı, hem de gübrelerin farklı fertigasyon uygulama teknikleri gözönüne alınarak yeni araştırmaların yapılmasında yarar olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu makaledeki bazı veriler Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 10-ZF-166 No'lu proje sonuç raporu verilerinden oluşmaktadır. Makalenin yalnız bitki besleme ile ilgili bölümü yalnız özet (abstract) olarak, World Cotton Research Conference – 6, Goiânia - Goiás, Brazil, 2 - 6 May, 2016 isimli konferensta sunulmuştur. Ayrıca yalnız lif verimleri Uzen ve Cetin (2016) yayınında da yer almıştır.

KAYNAKLAR

Ankerman D, Large R, (1977). Soil and plant analysis. A&L Agricultural Laboratories, Memphis, Tn, USA. 82 pp.

Aujla MS, Thind HS, Buttar GS (2005). Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. *Agricultural Water Management*, 17(2): 167–169.

Bar-Yosef B, Sheikholami MR (1976). distribution of water and ions in soils irrigated and fertilized from a trickle source. *Soil Sci Soc Am J*, 40:575–582.

Bremner JM (1965). Organic forms of nitrogen. In: Black, C.A. (Ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2 American Society of Agronomy, Madison, WI*, pp. 1238±1255.

Bronson KF, Onken AB, Keeling JW, Booker JD, Torbert HA (2001). Nitrogen response in cotton as affected by tillage system and irrigation level. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65: 1153–1163.

Bukarlı MN (2007). Diyarbakır koşullarında kükürt uygulamasının pamuğun verim ve kalite özelliklerine etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, Adana, s. 79.

Chua TT, Bronson KF, Booker JD, Keeling JW, Mosier AR, Bordovsky JP, Lascano RJ, Green CJ, Segarra E (2003). In-Season nitrogen status sensing in irrigated cotton I. Yields and Nitrogen-15 Recovery *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67: 1428-1438.

Efe L, Yarpuz E (2011). The effect of zinc application methods on seed cotton yield, lint and seed quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in east Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*. 10: 8782-8789.

Erdal Ü, Sökmen Ö (2017). Organik ve konvansiyonel pamuk yetiştiriciliğinde toprak özelliklerinin karşılaştırılması. I.Uluslararası Organik Tarım ve Biyoçeşitlilik Sempozyumu, Bayburt Turkey, 27-29 Eylül 2017.

Follet RH, Lindsay WL (1970). Profile distribution of zinc, iron, manganese and copper in Colorado soils. *Colorado Exp. Station Tech. Bull.* 1 10. USA.

Gardiner DT, Miller RW (2008). *Soils in Our Environment*. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, New Jersey, USA.

Gormus O (2002). Effects of rate and time of potassium application on cotton yield and quality in Turkey. *J. Agron. Crop Sci.* 188: 382-388.

Horneck, DA, Miller RO (1998) .Determination of total nitrogen in plant tissue. In: Kalra, Y.P., Eds., *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis, Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press, Boca Raton*, pp.75-83.

Hou Z, Li P, Li B, Gong J, Wang, Y (2007). Effects of fertigation scheme on N uptake and N use efficiency in cotton. *Plant Soil*290:115–126.

Kacar B (1972). Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: II, bitki analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No: 453, Ankara.

Karademir Ç, Karademir E, Doran İ, Altıkat A (2005). Diyarbakır ekolojik koşullarında farklı azot ve fosfor uygulamalarının pamukta verim ve lif teknolojik özelliklerine etkisi. *GOÜ Ziraat Fak. Dergisi*, 22(1), 55-61

Kızılgöz İ, Sakin EA, Rıza Ö, Almaca A (2011). Tuzlu ve tuzsuz topraklarda yetiştirilen pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisinin makro ve mikro element kapsamlarının karşılaştırılması. *Uludağ Üni. Ziraat Fak. Dergisi* 25(2):19-30.

Livingston S (2007). Correcting nitrogen deficiencies in cotton with urea based products Urea. <http://agfacts.tamu.edu/D11/Extension> (19.04.2007)

Miller RJ, Rolston DE, Rauschkolb RS, Wolfe DE (1981) Labeled N uptake by drip-irrigated tomatoes. *Agron J* 73: 256–270

Mitchell CC, Baker WH (2009). Reference sufficiency ranges, field crops: cotton. reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the united states. *Southern Cooperative Series Bulletin*, 394. NC

Özer MS (1992). Harran ovası koşullarında pamuğun fosforlu gübre isteği, Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 71, Rapor Seri No: R-47, Şanlıurfa.

Özer SM, Dağdeviren İ (1986). Harran ovası koşullarında pamuğun azotlu gübre isteği. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No:25, Rapor Serisi No:17, Şanlıurfa.

Papadopoulos I (1985). Constant feeding of field-grown tomatoes irrigated with sulphate water. *Plant Soil* 88: 231–236.

Papadopoulos I (1988). N fertigation of trickle-irrigated potato. *Fert Res* 16: 157–167.

Qi T, Hou Z, Ye J, Ruan M, Lu X, Hao ZZ, Shi L (2009). Effects of nitrogen rate and fertigation frequency on nitrogen uptake and yield of hybrid cotton. *Cotton Science* 2009 [21(5)378-382.

Ravandere HN, Hadole SS, Sarap PA, Patil DB (2003). Studies fertilizer and fertigation impact seed cotton yield and fertilizer use economy. *Annals of Plant Physiology*. Vol:17, IS–2 PS. 203–204.

Reuter DJ, Robinson JD (1986). *Plant analysis: An interpretation manuel*. Inkata Press, Melbourne.

Rochester I, Ceeney S, Maas S, Gordon R, Hanna L, Hill J (2009). Monitoring nitrogen use efficiency in cotton crops. *The Australian Cotton Grower*, April-May 2009, 42-43.

Silvertooth JC (2001). Nitrogen management for cotton. University of Arizona, Cooperative Extension pub. AZ 1200. (http://ag.arizona.edu/crops/cotton/soilmgt/nitrogen_management.html)

Uzen N, Cetin O (2016). Effects of nitrogen fertigation frequency on yield and nitrogen retention in drip-irrigated cotton. *Journal of Plant Nutrition* Volume 39, 2016 - Issue 14 p.2126-2135

Yıldırım O (2003). Sulama sistemlerinin tasarımı. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1536, Ders Kitabı:489, Ankara, 348 S.

Yurtsever N (1984). Deneysel istatistik metotları. T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araş. Enst. Müd. Yayınları, Gen Yayın No:121, Teknik Yayın No: 56, Ankara