



Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Yaprak Bitki Besin Elementlerine Etkisi

Yoldaş EKTİREN¹ , Hasan DEĞİRMENCİ² 

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı, ²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

✉: degirmenci@ksu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Stoneville 468 pamuk çeşidinde kısıntılı sulama uygulamalarının pamuk verimine ve bitki besin elementleri üzerine etkisini belirlemektir. Bu çalışma, 2016 yılında Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında yürütülmüştür. Çalışma 4 sulama uygulamasında (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) ve 3 tekerrürlü olmak üzere tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Bitki su tüketimi sırasıyla 1037 mm (S₁₀₀), 815 mm (S₇₅), 720 mm (S₅₀) ve 203 mm (S₀) bulunmuştur. Sulama uygulamalarına ait kütlü pamuk verimleri sırasıyla 481.1 kg da⁻¹ (S₁₀₀), 405.7 kg da⁻¹ (S₇₅), 213.5 kg da⁻¹ (S₅₀) ve 106.3 kg da⁻¹ (S₀) bulunmuştur. Çiçeklenme döneminde alınan yaprak numunelerinde yapılan elementel analiz sonuçları; N % 2.58-3.39, P % 0.15-0.19, K % 0.50-0.88, Ca % 3.24-4.77, Mg % 0.63-1.22, Fe 293.8-514.2 mg kg⁻¹, Zn 16.22-14.82 mg kg⁻¹, Mn 44.18-46.42 mg kg⁻¹ ve Cu 2.95-4.40 mg kg⁻¹ değerleri arasında saptanmıştır. Araştırma sonucunda, kısıntılı sulama uygulamalarının, pamuk verimi ve bitkinin makro ve mikro besin elementi alınma etkisi arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.399149

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 27.02.2018

Kabul Tarihi :04.06.2018

Anahtar Kelimeler

Kısıntılı Sulama,
Pamuk,
Verim,
Bitki Besin Elementleri

Araştırma Makalesi

Effect of Deficit Irrigation Applications on Plant Leaf Nutrition Elements of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

ABSTRACT

Aim of this study was to determine effect of deficit irrigation applications on cotton yield and plant nutrients in the stonville 468 cotton variety. This study was conducted in 2016 in East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research of Institute. The study was conducted as a randomized plot design with 4 irrigation applications (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀), replicated 3 times. Plant water consumption was found to be 1037 mm (S₁₀₀), 815 mm (S₇₅), 720 mm (S₅₀) and 203 mm (S₀). For irrigation applications, seed yield of cotton were 481.1 kg da⁻¹ (S₁₀₀), 405.7 kg da⁻¹ (S₇₅), 213.5 kg da⁻¹ (S₅₀) and 106.3 kg da⁻¹ (S₀). Results of elemental analysis on leaf samples taken during flowering; N is 2.58-3.39%, P is 0.15-0.19%, K is 0.50-0.88%, Ca is 3.24-4.77%, Mg is 0.61-1.22%, Fe is 293.8-514.2 mg kg⁻¹, Zn is 16.22-14.82 mg kg⁻¹, Mn is 44.18-46.42 mg kg⁻¹, and Cu was found between 2.95-4.40 mg kg⁻¹. In the study, statistically significant differences were observed between the effect of different irrigation practices on the intake of macro and micro nutrients of cotton plant.

Article History

Received : 27.02.2018

Accepted : 04.06.2018

Keywords

Deficit irrigation,
Cotton,
Yield,
Leaf nutrition elements

Research Article

To cite : Ektiren Y, Değirmenci H 2018. Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Yaprak Bitki Besin Elementlerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(5): 691-698. DOI:10.18016/ksudobil.399149

GİRİŞ

Son yıllarda görülen iklim değişikliği ve kuraklık, bitki desenini değiştirmekte ve buna bağlı olarak yüksek su

tüketimi olan bitkiler ile ilgili projeksiyonlar yapılmaktadır. Yüksek su tüketim potansiyeline sahip önemli bitkilerden birisi de pamuktur. Pamuk

(*Gossypium hirsutum* L.) tekstil sanayisi başta olmak üzere birçok sanayi kollarında kullanılan hem ekonomik hem sosyal açıdan ülke ekonomisi için stratejik bir üründür. Ülkemizde pamuk üretimi en çok GAP, Ege, Çukurova ve Akdeniz bölgelerinde yapılmaktadır (Anonim 2011). Tekstil Kahramanmaraş'ta istihdam ve ihracat yönünden en önemli sektördür. Kahramanmaraş tekstil sektörünün sürdürülebilirliği için bölgemizde ve ülkemizde pamuk üretimine ihtiyaç vardır. Yağışların yetersiz olduğu yıllarda Kahramanmaraş ovasına su sağlayan barajlardaki su seviyesine göre ovada pamuk ekimine kısıtlama getirilmektedir. Pamuk üretiminde verimi etkileyen en önemli faktörlerden birisi sulamadır. Ülkemizde pamuk bitkisinde kısıntılı sulama uygulamalarının verim ve bitki bileşenleri üzerine etkisi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Elçi ve Hançer, 2016; Ketten, 2016; Karademir ve ark., 2011; Dağdelen ve ark., 2009; Kaçar, 2007). Ancak kısıntılı sulama uygulamalarının, pamukta yaprak besin elementi içeriği üzerine yapılan çalışma yok denecek kadar azdır. Tarımsal üretimde sınırlı bir kaynak olan suyun, daha verimli ve ekonomik kullanımında kısıntılı sulama uygulamaları önemli bir yaklaşımdır. Bu konuda çalışma yapan Tekinel ve Kanber (1979), pamuk sulamasında %30'a kadar bir su kısıntısının verim değişiminin istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Dünyada ve ülkemizde pamuk bitkisinin besin elementi içeriği üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Milroy ve ark. (2009) Avusturya koşullarında sulama ve su baskınının pamuk bitkisi yaprak besin elementi içeriğine etkisi üzerine yapmış oldukları çalışmada su baskınına maruz kalan alanlarda yetişen pamuk bitkisi yaprakların N, P ve K içeriğinin su baskını miktarıyla beraber azaldığını, Na miktarının ise arttığını; normal sulama koşullarında ise besin elementi içeriğinin su baskını olan alanlara göre daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Okur ve Anaç (2010) pamuk bitkisinin topraktan iyi beslenip beslenmediğini ve verilen gübrenin doğru ve dengeli olup olmadığını araştırmak için, gözle görülen veya görülmeyen element noksanlıklarının belirlenebilmesi için diğer birçok bitki türünde olduğu gibi toprak analizlerinin yanı sıra yaprak örneği alınıp analiz edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. İrget ve ark. (2010) pamuğun gelişme döneminde tüm bitki kısımları ile topraktan aldığı besin maddesi miktarları incelendiğinde, topraktan en çok N ve K kaldırdığı, bunları Ca ve P'un izlediği en az miktarda ise Mg'un kaldırıldığını gözlemlemişlerdir. Kızılgöz ve ark. (2011) tuzlu ve tuzsuz topraklarda yetiştirilen pamuk bitkisinin yaprak analiz sonuçlarına göre, yaprak örneklerinin Zn ve Fe içeriğini yetersiz bulmuşlardır. Araştırmacılar, Ni saptanamayan örneklerde Cu elementinin yeterli düzeyde, Mn ve B elementlerinin ise standartların üzerinde olduğunu belirlemişlerdir.

Erdal ve ark. (2010) pamuk yetiştiriciliğinde organik ve konvansiyonel tarım uygulamalarının pamuk yapraklarında bulunan N, K, Ca, Cu, Mn ve Zn elementi düzeylerinin iki sistem arasında ki farkı istatistikî olarak önemli bulunmuş, P, Mg ve Fe yönünden ise önemli bulunmamıştır. Bitkilerin N, P ve Zn yönünden yeterince beslenemediği, K açısından ise yeterliliğin alt sınırında olduğunu belirlemişlerdir. Kaptan ve Aydın (2012) tarafından pamukta hasat öncesi alınan yaprak analiz sonuçları incelendiğinde, humik asit uygulamalarının bitki besin elementi içeriklerini etkilediği görülmüştür. Bitkilerin K, Fe, Mn, Cu ve B içerikleri kontrole göre yükselmiş N, P, Ca, Mg ve Zn içerikleri ise azalmıştır. Uzun (2016) pamuk bitkisinde artan zeytin karasuyu uygulamalarında azot içeriğinin azaldığını, fosfor içeriğinin arttığını, kalsiyum içeriğinde ise önemli bir farklılık yaratmadığını belirtmiştir. Albayrak (2014) Aydın'da pamuk yetiştiriciliği yapılan 30 farklı araziden alınan yaprak örneklerinin besin elementi analiz sonuçlarına göre arazilerin büyük bir bölümünde azot ve fosfor içeriklerinin düşük düzeylerde olduğunu belirlemiştir.

Bu çalışmada, pamuk bitkisinin su tüketimi, verim düzeyi ve besin elementi içerikleri ile ilgili çalışmalar ışığında, kısıntılı sulama uygulamalarının pamuk verimine ve bitki besin maddesi içeriklerine etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışma alanının konumu ve iklim özellikleri

Çalışma 2016 yılında Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü (DAGTEM) deneme alanında yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanının denizden ortalama yüksekliği 465 m olup, 37°32'17.05" kuzey enlemi ve 36°55'05.58" doğu boylamında yer almaktadır. Ortalama yıllık sıcaklık 16.8 °C, yıllık ortalama yağış ise 710 mm'dir. Ayrıca çalışma alanında oransal nem değeri % 36.5-47.9 arasında değişmektedir (Anonim, 2016). Çalışmada bölgenin standart çeşitlerinden olan Stoneville 468 (*Gossypium hirsutum* L.) pamuk çeşidi kullanılmıştır. Çalışma 4 sulama uygulaması (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) ve 3 tekerrür olmak üzere tesadüf parseller deneme desenine göre planlanmıştır. S₁₀₀, 5 günde 0-90 cm kök bölgesindeki kullanılabilir nemin tüketilen kısmın tamamının; S₇₅, S₁₀₀'e uygulanan suyun % 75'nin; S₅₀, S₁₀₀'e uygulanan suyun % 50'nin; S₀ ise, bir kez can suyu uygulanması dışında yetiştirme dönemi boyunca sulama yapılmayan konuları ifade etmektedir. Pamuk bitkisinin 23 Nisan'da ekimi yapılmış, 29 Eylül ve 29 Ekim tarihlerinde de birinci ve ikinci hasatları yapılmıştır. Bitkinin ekimi sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olacak şekilde mibzerle yapılmıştır. Denemenin sulanmasında

damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Damla sulama borularının çapı 16 mm, damlatıcı aralıkları 40 cm, damlatıcı debisi 4 L h⁻¹ ve damlatıcı tipi içten geçik (in-line) olarak seçilmiştir. Tohum ekimi öncesi dekara saf olarak 6 kg N, 6 kg P₂O₅ ve 6 kg K₂O kompoze 15-15-15 gübre uygulanmıştır. Ayrıca dekara 3 kg taraklanma döneminde ve 3 kg çiçeklenme döneminde olmak üzere toplam 6 kg saf azot sulama suyuyla birlikte verilmiştir. Pamuk kozalarının %10'u açılınca sulama işlemine son verilmiştir.

Yöntem

Araştırma alanının toprak özelliklerinin belirlenmesi

Denemenin yürütüldüğü alandaki toprakların bünye analizleri Bouyucos hidrometre yöntemi ile yapılmıştır (Bouyucos, 1952).

Araştırmada, deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için, pamuğun ekiminden önce, toprağın farklı derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı, bünye, anyon ve katyon değerleri ülkemizde yaygın olarak kullanılan yöntemlere göre belirlenmiştir (Güngör ve ark., 1996).

Toprak nem içeriği gravimetrik yöntemle göre (Güngör ve ark., 1996), toprak pH'sı saturasyon çamurunda Black yöntemine göre (Black, 1965), elektriksel iletkenlik Richards (1954) tarafından önerilen yöntemle göre, % kireç Scheibler kalsimetre yöntemine (Jackson, 1962) göre ve organik madde Nelson ve Sommers (1996) tarafından önerilen yaş yakma metoduna göre belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan su kaynağının özelliklerinin belirlenmesi

Araştırmada kullanılan sulama suyu, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde bulunan derin kuyudan temin edilmiştir. Kuyudan alınan sulama suyu örnekleri USSL (1954)'de verilen yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir.

Kütlü pamuk verimi (kg da⁻¹)

Her parselde yanlardaki birer sıra ve iki ucundan 1m'lik kısım çıkarılarak, ortadaki iki sırada 10 m'lik

bölümde (14 m²) bitkilerden toplanan kütlü pamuk tartılıp dekara kg olarak belirlenmiştir.

Yaprakta bitki besin elementi içeriğinin belirlenmesi

Bitki örnekleri, fenolojik dönemlere uyacak şekilde alınmıştır (Dağdelen ve ark. 2005). Her bir parselde ve her dönemde bitki örneklerinin gözlemleri ve analizleri için rastgele 6 bitki seçilmiştir (Oosterhuis ve ark., 1993). Bitki yaprakları Jones ve Case (1990) tarafından tanımlanan yöntem izlenerek yakılmış, makro ve mikro element analizleri ICP-MC cihazında yapılmıştır. Yaprak dokularındaki toplam azot Bremner ve Mulvaney (1982) tarafından bildirilen Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır. Yaprakların besin maddesi element içerikleri yaş yakma yöntemi kullanılarak ekstrakte edilmiştir (Kaçar, 1996) ve süzükteki elementler ICP-MC cihazında okunmuştur. Elde edilen değerler SPSS programı (IBM SPSS Advanced Statistics version 20.0) kullanılarak varyans analizleri ve çoklu karşılaştırma testleri ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışma alanı topraklarının pH değeri 8.3-8.5 arasında olup orta alkalidir. Toprakların organik madde (OM) içeriği yetersizdir. Üst katmanda toprak bünyesi killi tın (CL) olup pamuk üretimi için uygundur. Toprağın hacim ağırlığı 1.43-1.46 g cm⁻³ arasında, ağırlık esasına göre belirlenen toprağın tarla kapasitesi % 23.1 ile %26.3 ve solma noktası % 13.2 ile % 15.5 değerleri arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışma alanındaki toprakların EC değeri 1.82-2.57 dS m⁻¹ arasında değiştiği ve tuzluluk yönünden sorun olmadığı belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan sulama suyu, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde bulunan derin kuyudan temin edilmiş ve sulama suyu analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Sulama suyu sınıfı C₂S₁, elektriksel iletkenlik değeri (ECe) 3.27 dS m⁻¹ ve sodyum absorpsiyon oranı (SAR) değeri (0.18) pamuk sulaması için uygundur.

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik cm	pH	ECe dS m ⁻¹	OM %	As g cm ⁻³	TK %	SN %	Katyonlar me L ⁻¹				Anyonlar me L ⁻¹			Bünye
							Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄	
0-30	8.3	1.82	2.01	1.46	26.3	13.2	0.08	0.07	5.34	3.18	4.66	3.38	0.26	CL
30-60	8.4	2.11		1.46	23.1	15.5	0.10	0.08	5.18	2.96	4.67	3.23	0.99	CL
60-90	8.5	2.57		1.43	23.1	14.8	0.11	0.06	4.93	3.34	4.04	3.42	0.78	SCL

*ECe: Elektriksel İletkenlik; OM: Organik madde; As: Hacim ağırlığı; TK: Tarla kapasitesi; SN: Solma noktası

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal analiz sonuçları

Su kaynağı	pH	ECw dS m ⁻¹	Katyonlar, me L ⁻¹				Anyonlar, me L ⁻¹				SAR
			Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	
Kuyu	7.0	3.27	0.35	0.05	1.83	1.79	-	2.39	0.71	0.92	0.18

Sulama suyu, bitki su tüketimi ve kütlü pamuk verimi

Kısıntılı sulama uygulamalarına göre sulama suyu, bitki su tüketimi, kütlü pamuk verimi ve yağış değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çalışmada yetiştirme sezonu boyunca S₁₀₀ uygulamasına toplam 887 mm, S₇₅ uygulamasına toplam 654 mm ve S₅₀ uygulamasına toplam 533 mm sulama suyu uygulanmıştır. Bitki gelişimi boyunca sulama suyu yapılan kısıntılı bitki su tüketimi değerlerinin değişmesine neden olmuştur. En yüksek bitki su tüketimi topraktaki eksik nemin tam olarak karşılandığı S₁₀₀ uygulamasından elde edilirken en düşük bitki su tüketimi ise susuz uygulamadan elde edilmiştir. S₁₀₀ uygulamasında yetiştirme mevsimi su tüketimi yaklaşık olarak 1037 mm, S₇₅ yaklaşık 815 mm, S₅₀ uygulamasında yaklaşık 720 mm ve susuz uygulamada ise 203 mm bulunmuştur. Çalışmada sulama uygulamalarına ait kütlü pamuk verimi uygulamalar arasında farklılık göstermiştir. Sulama uygulamalarına ait kütlü pamuk verimleri sırasıyla 106.3 kg da⁻¹ (S₀), 213.5 kg da⁻¹ (S₅₀), 405.7 kg da⁻¹ (S₇₅) ve 481.1 kg da⁻¹ (S₁₀₀) bulunmuştur. Elde edilen verilere göre buharlaşma değerinin tamamının uygulandığı (S₁₀₀) uygulamasında en yüksek verim alınmıştır. Kısıntılı sulamalarda ise verim azalmaktadır. Sulama uygulamalarının kütlü pamuk verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Bu konuda çeşitli araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda en yüksek kütlü pamuk verimi tam sulama (S₁₀₀) uygulamasından elde edilirken, yapılan kısıntılı seviyesine bağlı olarak kütlü pamuk veriminin azaldığı belirlenmiştir (Peynircioğlu, 2014; Özdemir ve Dağdelen, 2012; Akhtar ve ark., 2011).

Kahramanmaraş ilinde sulama birlikleri mısır ve pamuk ekimi uygulamasında bölgedeki barajların su potansiyeli durumuna göre yönlendirme yapmaktadır. Bölgede bu araştırma ile elde edilen verilere göre tam sulama (S₁₀₀) ile %25 eksiği (S₇₅) sulama arasında verim açısından farklılık olsa da istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. Bu nedenle bölgede pamuk ekiminin sınırlandırılması yerine kısıntılı

sulama ile pamuk ekim alanının artırılması teşvik edilebilir.

Yaprak Bitki Besin Elementi İçeriği

Bitkilerin bünyesinde bulunan besin elementlerinin bir bölümü bitki gelişiminde, bir bölümünün de metabolizma faaliyetlerinde etkin role sahip oldukları bilinmektedir. Bitkiler gelişmeleri için gerekli olan besin elementlerini toprak çözeltilisinden veya yapay yollarla yapılan gübreleme ile karşılamaktadır. Bitkilerin besin elementlerinin alımında; bitkinin çeşidi, bitkinin yaşı, gelişme dönemi (fizyolojik dönem), besin elementinin alınabilirliği, çevresel faktörler vs. etkilidir. Kısıntılı sulama düzeylerinde pamuk bitkisinin çiçeklenme döneminde, yapraklarında bulunan besin elementi içerikleri ve çoklu karşılaştırma Duncan testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Çalışmada kısıntılı sulama uygulamalarının pamuk bitkisinde makro ve mikro besin elementi almına etkisi uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık göstermiştir.

Azot : Kısıntılı sulama uygulamalarında N miktarının % 2.58 - 3.39 değerleri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki azot değerleri sırasıyla % 3.05 (S₀), % 3.39 (S₅₀), % 2.58 (S₇₅) ve % 3.14 (S₁₀₀) bulunmuştur. En düşük sulama uygulaması ile en yüksek sulama uygulaması arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Wichman (1992) %N 3.5-4.5 arası yeterli olarak sınıflandırmaktadır. Buna göre sulama uygulamalarında % N değeri düşük olarak saptanmıştır. Albayrak (2014) Aydın ilinde yapmış oldukları bir çalışmada pamuk yapraklarındaki % N değerinin 1.09 ile 3.38 arasında değiştiğini ve ortalama % 2.57 olarak belirlemiştir. Akyol (2013) ise % N değerinin 2.87 ile 3.79 arasında olduğunu vermektedir. Okur ve Anaç (2010) iyi ve dengeli beslenmiş pamuk bitkisinin yapraklarının % N içeriklerinin 3,60-4,70 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 3. Sulama suyu, bitki su tüketimi ve kütlü pamuk verimi

Sulama uygulamaları	Kütlü pamuk verimi (kg da ⁻¹)	ET (mm)	Toplam sulama suyu miktarı (mm)	Toprak Kullanımı	Su Toplam yağış (mm)
S ₁₀₀	481.1a	1037	887	61.6	88.4
S ₇₅	405.7a	815	654	72.6	
S ₅₀	213.5b	720	533	98.6	
S ₀	106.3b	203	0	114.6	

Çizelge 4. Çiçeklenme dönemi yapraklarda makro ve mikro element içerikleri kuru gövde ve yaprak ağırlıkları çoklu karşılaştırma Duncan testi sonuçları

Sulama Konuları	Yaprakta Makro Elementler (%)					Yaprakta Mikro Elementler (mg kg ⁻¹)				Kuru Gövde (g bitki ⁻¹)	Kuru Yaprak (g bitki ⁻¹)
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu		
S ₁₀₀	3.14 ab	0.19 a	0.70 b	4.6 a	0.63 b	353.7 b	14.82 a	44.98 a	4.4 a	119.23a	48.95a
S ₇₅	2.58 b	0.22 a	0.72 b	3.24 b	0.67 b	514.2 a	13.48 a	46.42 a	3.57 ab	115.72a	57.29a
S ₅₀	3.39 a	0.15 b	0.88 a	4.77 a	1.22 a	348.6 b	16.22 a	45.75 a	3.8 ab	123.48a	54.11a
S ₀	3.05 ab	0.15 b	0.50 c	3.48 b	0.76 b	293.8 b	16.23 a	44.18 a	2.95 b	105.31a	39.10a

*Aynı sütun içerisinde aynı sembol ile gösterilen ortalama değerler, Duncan testine göre $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Fosfor: Kısıntılı sulama uygulamalarında P miktarının % 0.15 - 0.22 değerleri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki P değerleri sırasıyla % 0.15 (S₀), % 0.15 (S₅₀), % 0.22 (S₇₅) ve % 0.19 (S₁₀₀) bulunmuştur. Wichman (1992)'e göre tüm sulama uygulamalarında P değeri 0.30'dan küçük olduğu için düşük sınıfta değerlendirilmektedir. Albayrak (2014) % P değerinin 0.18 ile 0.49 arasında değiştiğini ve ortalama % 0.26 olarak belirlemiştir. İstatistiksel olarak S₀ ve S₅₀ aynı grupta diğer sulama uygulamaları farklı grupta yer almış ve daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, topraklarda fosforu tutan oksit bileşiklerinin indirgenmesine ve dolayısıyla fosfor adsorpsiyonunun azalmasına, böylece bitkinin daha fazla fosfor almasına bağlanabilir (Güneş ve ark., 2000). İyi ve dengeli beslenmiş pamuk bitkisinin yapraklarının % P içerikleri 0,3-0,5 arasında değişmektedir (Okur ve Anaç, 2010). Bu konuda yapılan çalışmalarda yaprakların % P içeriklerinin farklı olması, toprak özellikleri, bitki çeşidi, gübre uygulama dozu ve sulama koşullarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

Potasyum: Potasyum bitki metabolizması, büyüme, gelişme ve verim gibi komponentleri etkileyen en önemli besin maddelerinden birisidir (Zhao ve ark., 2001). Kısıntılı sulama uygulamalarında % K değerinin 0.50-0.88 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki K değerleri sırasıyla % 0.50 (S₀), % 0.88 (S₅₀), % 0.72 (S₇₅) ve % 0.70 (S₁₀₀) bulunmuştur. Wichman (1992) sınıflandırmasına göre tüm uygulamalarda K değeri düşük sınıftadır. İyi ve dengeli beslenen pamuk bitkisinin yaprak % K içeriği 1.7-3.5 arasında değişmektedir (Okur ve Anaç, 2010). Bitki yapraklarının % K içerikleri iyi ve dengeli beslenen bitiler için önerilen değer altındadır. Akyol (2013) Aydın ilinde % K değerini 2.74 ile 3.37 arasında tespit etmiştir. Bu iki çalışmada, pamuk yapraklarının % K içeriği arasındaki farklılık toprakların K içerikleri ve potasyumlu gübre uygulama farklılıklarından ileri gelmektedir. Akhtar ve ark. (2003) pamukta potasyumun koza sayısını ve ağırlığını arttırdığı, liflerin yeknesaklığını, parlaklığını ve uzunluğunu olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Pamukta potasyum noksanlığında ise lif uzunluğu, yeknesaklığı ve inceliğinin önemli ölçüde azaldığı saptanmıştır

(Pettigrew ve ark., 1996). Besin maddelerinin bölgede sulama suyu miktarı da dikkate alınarak dengeli bir şekilde verilmesi pamuk verimi ve kalitesini arttıracaktır.

Kalsiyum: Kısıntılı sulama uygulamalarında Ca miktarının % 3.24 - 4.77 değerleri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki Ca değerleri sırasıyla % 3.48 (S₀), % 4.77 (S₅₀), % 3.24 (S₇₅) ve % 4.60 (S₁₀₀) bulunmuştur. Wichman (1992) sınıflandırma sistemine göre tüm uygulamalarda Ca değeri yüksek sınıfa girmektedir. Albayrak (2014) Ca değerini % 1.42 ile 3.86 arasında ve ortalama % 2.53 olarak bulmuştur. İyi ve dengeli beslenen pamuk bitkisi yapraklarının % Ca içeriği 0.6-1.5 arasında değişmektedir (Okur ve Anaç, 2010). Bu çalışmada pamuk yaprağının % Ca içeriği yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Bu durum araştırma alanı topraklarının kireçli (% 15,71) olmasına bağlanabilir. Çünkü kurak ve yarı kurak bölgelerde topraklarda kireç yıkanamamaktadır. Yağış ve sulama ile çözünen kireç ile toprakların Ca konsantrasyonu artmakta ve böylece bitkinin Ca alımı artmaktadır.

Magnezyum: Kısıntılı sulama uygulamalarında Mg miktarının % 0.63 - 1.22 değerleri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki Mg değerleri sırasıyla % 0.76 (S₀), % 1.22 (S₅₀), % 0.67 (S₇₅) ve % 0.63 (S₁₀₀) bulunmuştur. Albayrak (2014) Aydın ilinde pamuk yapraklarındaki % Mg değerini 0.51 ile 1.21 arasında değiştiğini ve ortalama 0.83 olarak bulmuştur. Aydın koşullarında yapılan bir başka çalışmada, hasat öncesi yaprakların Mg değeri % 0.76 ile 0.86 arasında değiştiğini ve ortalama % 0.81 bulunmuştur (Kaptan ve Aydın, 2012). Wichman (1992) sınıflandırma sistemine göre tüm uygulamalarda Mg içeriği yeterli ve düşük sınıfa girmektedir. Akyol (2013) % Mg değerini 0.56 ile 0.73 arasında bulmuştur. Dengeli ve iyi beslenen pamuk bitkisinin yaprağının % Mg içeriğinin % 0.35-0.80 arasında olduğu bildirilmiştir (Okur ve Anaç, 2010).

Demir: Kısıntılı sulama uygulamalarında Fe miktarı 293.8 mg kg⁻¹ ile 514.2 mg kg⁻¹ değerleri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki Fe değerleri sırasıyla 293.8 mg kg⁻¹ (S₀),

348.6 mg kg⁻¹ (S₅₀), 514.2 mg kg⁻¹ (S₇₅) ve 353.7 mg kg⁻¹ (S₁₀₀) bulunmuştur. Kaptan ve Aydın (2012) Aydın koşullarında yürüttükleri çalışmada, hasat öncesi aldıkları yapraklar örneklerinde Fe değerini 191 mg kg⁻¹ olarak bulmuşlardır. Jones ve ark. (1991), pamuğun çiçeklenme döneminde vejetatif aksamın Fe içeriğinin 40-300 mgkg⁻¹ olduğunda yeterli olacağını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda, yaprakların Fe içeriği yeterli ve yüksek bulunmuştur. Bu farklılık, deneme yapılan toprakların alınabilir Fe içeriği, toprak pH'sı, toprakların kireç içeriği gibi toprak faktörlerinden kaynaklanabilir.

Çinko (Zn): Kısıntılı sulama uygulamalarında Zn miktarının 13.5 mg kg⁻¹ ile 16.2 mg kg⁻¹ değerleri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki Zn değerleri sırasıyla 16.2 mg kg⁻¹ (S₀), 16.2 mg kg⁻¹ (S₅₀), 13.5 mg kg⁻¹ (S₇₅) ve 14.8 mg kg⁻¹ (S₁₀₀) bulunmuştur. Uygulamalar arasında fark istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Akyol (2013) tarafından Aydın bölgesinde yapılan çalışma sonucunda çinko içeriği 4.80 ile 6.00 (mg kg⁻¹) arasında, Kaptan ve Aydın (2012) ise çiçeklenme döneminde tüm yapraklarda ortalama çinko miktarını 19 mg kg⁻¹ olarak bulmuşlardır. Bergmann (1992), pamuk yapraklarının Zn içeriğinin 25-80 mg kg⁻¹ arasında yeterli olduğunu bildirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre pamuk yaprağının Zn içeriğinin diğer araştırmalara göre daha düşüktür. Bu durum, bitkilerin Zn alımını olumsuz etkileyen toprakların yüksek pH ve kireç içeriğine bağlanabilir (Güneş ve ark., 2000).

Mangan: Kısıntılı sulama uygulamalarında Mn miktarının 44.2 mg kg⁻¹ ile 46.4 mg kg⁻¹ değerleri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki Mn değerleri sırasıyla 44.2 mg kg⁻¹ (S₀), 45.8 mg kg⁻¹ (S₅₀), 46.4 mg kg⁻¹ (S₇₅) ve 45 mg kg⁻¹ (S₁₀₀) bulunmuştur. Uygulamalar arasında fark istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Wichman (1992) sınıflandırma sistemine göre tüm uygulamalarda Mn içeriği yeterli sınıfa girmektedir. Akyol (2013) tarafından Aydın ilinde yapılan çalışmada mangan içeriği 3.75 ile 4.55 (mg kg⁻¹) arasında değişmiştir. Kaptan ve Aydın (2012) Aydın koşullarında yürüttükleri çalışmada ise, hasat öncesi aldıkları yapraklar örneklerinde Mn değerini 82 mg kg⁻¹ bulmuşlardır. Bergmann (1992), çiçeklenme ve koza oluşumu döneminde yaprakların Mn içeriğinin 35-100 mg kg⁻¹ arasında olduğu zaman yeterli ve uygun olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre pamuk bitkisinin yapraklarının Mn içeriğinin yeterli olduğu söylenebilir.

Bakır: Kısıntılı sulama uygulamalarında Cu miktarının 2.95 mg kg⁻¹ ile 4.40 mg kg⁻¹ değerleri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar

arasındaki Cu değerleri sırasıyla 2.95 mg kg⁻¹ (S₀), 3.80 mg kg⁻¹ (S₅₀), 3.57 mg kg⁻¹ (S₇₅) ve 4.40 mg kg⁻¹ (S₁₀₀) bulunmuş ve uygulanan su miktarına bağlı olarak yaprakların Cu içeriği artmıştır. Albayrak (2014) bakır içeriğinin 0.80-46.40 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve ortalama 17.57 mg kg⁻¹ olarak bulmuştur. Dengeli ve iyi beslenen pamuk bitkisinin yapraklarının Cu içeriğinin 8-20 mg kg⁻¹ arasında değiştiği (Bergmann, 1992), çiçeklenme döneminde ise vejetatif gövdenin Cu içeriğinin 5-25 mg kg⁻¹ arasında olduğu bildirilmiştir (Jones ve ark., 1991). Kaptan ve Aydın (2012) Aydın koşullarında yürüttükleri çalışmada, hasat öncesi aldıkları yaprak örneklerinde Cu içeriği 9 mg kg⁻¹ bulmuşlardır. Diğer araştırma sonuçlarına göre bizim çalışmamızda bitki yapraklarının Cu içeriği daha düşüktür. Bu durum, Cu içeren mikro elementli gübrelerin uygulanması gerektiğini göstermektedir.

SONUÇ

Son yıllarda görülen iklim değişimi ve kuraklık tarımsal üretimi etkileyen önemli bir faktördür. Kahramanmaraş ilinde barajlarda suların yetersiz olduğu yıllarda pamuk ve mısır ekimine kısıtlamalar getirilmektedir. Bu araştırma sonuçlarına göre kısıtlı sulamalar ile verim azalsa da S₇₅ ile S₁₀₀ uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Toprak nemi ve bitki su ihtiyacı dikkate alınarak, sağlıklı bir kısıntılı sulama programı ile pamuk üretimi yapılabilir.

İyi ve dengeli beslenmiş pamuk yaprak % N, P ve K içerikleri ile kıyaslandığında, bu çalışmada pamuk yapraklarının % N, P ve K içerikleri düşük bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, araştırmada kullanılan bu üç makro besin elementinin bitki ihtiyacına göre artırılması gerekir. Yaprakların makro bitki besin elementlerinde Ca içeriği iyi ve dengeli beslenen bitki yapraklarına göre yüksek, Mg içeriği ise uygundur. Topraklara Ca ve Mg içeren gübreler uygulanmadığı için bu durumun toprak özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Pamuk yapraklarının Fe ve Mn içerikleri yönünden bir sorun oluşturmadığı ve kısıntılı sulama uygulamalarında da benzer sonuçlar bulunmuştur. Araştırma yapılan alanda yaprakların Zn ve Cu içerikleri, tüm sulama uygulamalarında normal gelişen bitkiler için önerilen değerlerin altındadır. Yaprak analiz sonuçlarına göre bölgede dengeli besleme için Zn ve Cu içeren gübrelerin uygulanması önerilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2016/6-45 YLS)

KAYNAKLAR

- Akhtar F, Tischbein B, Awan UK 2011. Using the Aquacrop Model to Optimise Deficit Irrigation Scheduling of Cotton in Uzbekistan. Development on the margin. Tropentag. October 5-7. Bonn.
- Akhtar ME, Sardar A, Ashraf M, Akhtar M, Khan MZ 2003. Effect of potash application on seed cotton yield and yield components of selected cotton varieties- I. Asian Journal of Plant Sciences,2(8): 602-604.
- Akyol N 2013. Sıvı Hayvan Gübresinin Pamuk Tarımında Üst Gübre Olarak Kullanılabilirliği ve Uygun Doz Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Albayrak H 2014. Aydın Merkez İlçesi Pamuk Üretiminde Yetiştirme Koşullarının Verim, Lif ve Tohum Özellikleri Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Anonim 2011. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Erişim tarihi 28.03.2011, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=8470>
- Anonim 2016. Kahramanmaraş uzun yıllık iklim verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Kahramanmaraş İl Müdürlüğü, Kahramanmaraş.
- Bergmann W 1992. Nutritional Disorders of Plants. Gustav Fischer Verlag, 1992.
- Black CA 1965. Methods of Analysis Agron., No: 9, Ame. Soc. Agr., Madison Wisconsin. USA.
- Bremner JM, Mulvaney CS 1982. Nitrogen-Total. In: A.L. Page, R.H. Miller (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, s. 595-624.
- Bouyoucos GJ 1952. A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Dağdelen N, Yılmaz E, Sezgin F, Baş S 2005. Aydın Ovası Koşullarında Yağmurlama Sulama Yöntemiyle Sulanan Pamuğun Su-Verim İlişkileri. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi; 2(1):29 – 38.
- Dağdelen N, Başal H, Yılmaz E, Gürbüz T, Akçay SM 2009. Different Drip Irrigation Regimes Affect Cotton Yield, Water Use Efficiency And Fiber Quality In Western Turkey, Agricultural Water Management, 96:111-120.
- Elçi E, Hançer T 2016. Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Genotiplerinin Kısıntılı Sulama Koşullarında Çimlenme Analizleri ve Moleküler Karakterizasyonu, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, Siirt University, ISSN: 2148-2306.
- Erdal Ü, Sökmen Ö, Üner K, Bilir L, Göçmez S, Okur N, Okur B, Anaç D, Ongun AR, Ertem A, Çakmak R 2010. Pamuk Yetiştiriciliğinde Organik ve Konvansiyonel Tarım Uygulamalarının Verim, Kalite ve Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. *Organik Tarım Araştırma Sonuçları*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara, Turkey, pp. 325-332
- Güneş A, Alparslan M, İnal A 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üni Zir. Fak. Yayın No: 1514. Ankara
- Güngör, Y, Erözel Z, Yıldırım O 1996. Sulama. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1443 Ders Kitabı:424, Ankara.
- İrget ME, Tepecik M, Çakıcı H, Anaç D, Atalay İZ, Çolakoğlu H 2010. Farklı Taban Gübrelerinin Pamukta Verim ve Besin Maddesi Alımına Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı, pp. 124-130, İzmir.
- Jackson ML 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall. Inc. Eng. Cliffs. N. J., USA
- Jones JRJB, Case VW 1990. Sampling, Handling, and analyzing plant tissue samples, chapter 15. In R.L. Westerman (ed) Soil Testing and Plant Analysis, Third Edition, SSSA, Madison, Wisconsin, USA, s. 390-420.
- Jones JR, Wolf B, Mills HA 1991. Plant Analysis Handbook. Micro, Macro Pub. Inc.
- Kacar B 1996. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Vakfı Yayınları No=3.
- Kaptan AM, Aydın M 2012. Aydın Koşullarında Humik Asidin Pamuk (*Gossypium Hirsutum* L.) Gelişimi ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Türkiye I. Ulusal Humik Madde Kongresi, 06-09 Haziran 2012, Sakarya.
- Karademir Ç, Karademir E, Ekinci R, Berekatoğlu K 2011. Yield And Fiber Quality Properties Of Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Under Water Stress And Non-Stress Condition. African Journal of Biotechnology Vol. 10(59). pp. 12575-12583.
- Keten, M 2016. Sulama Suyunda Uygulanan Kısıntı Seviyelerinin Farklı Pamuk Genotiplerinde Su-Verim İlişkilerine Etkisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 48s.
- Kızılgöz İ, Sakin E, Öztürkmen AR, Almaca A 2011. Tuzlu ve Tuzsuz Topraklarda Yetiştirilen Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Bitkisinin Makro ve Mikro Element Kapsamlarının Karşılaştırılması. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(2) : 19-30.
- Milroy SP, Bange MP, Thongbai P 2009. Cotton Leaf Nutrient Concentrations in Response to Waterlogging Under Field Conditions. Field Crops Research. 113(2009) 246-255.
- Nelson DW, Sommers LE 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. in D.L. Sparks (Ed) Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison, WI, s. 961-1011.
- Okur B, Anaç D 2010. Pamuk Yetiştiriciliğinde Gübreleme. Editör; Anaç D. Önemli Kültür Bitkilerinin Gübrenmesi. ISBN:978-605-87957, Bornova, İzmir.

- Oosterhuis DM, Bourland FM, Tugvell NP 1993. Physiological Basis for the Nodes Above White Flower Cotton Monitoring System, Beltwide Cotton Conference, Cotton Physiology Conferences, pp: 1181-1183
- Özdemir Y, Dağdelen N 2012. Aydın Bölgesinde Pamukta Topraküstü ve Toprakaltı Damla Sulama Uygulamalarının İrdelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2015; 12(2) : 15 – 24
- Peynircioğlu C 2014. Kuraklık Stresine Dayanıklı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşit İslahında Kullanılacak Pamuk Genotiplerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Aydın. 86s.
- Pettigrew WT, Heitholt JJ, Meredith, JrWR 1996. Genotypic interactions with potassium and nitrogen in cotton of varied maturity. Agronomy Journal, 88 (1) pp.89-93.
- Richards LA 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, USA, Salinity Labrotary, s. 60.
- Tekinel O, Kanber R 1979. Çukurova Koşullarında Kısıntılı Su Uygulama Durumunda Pamuğun Su Tüketimi ve Verimi. Tarsus Bölge Topraksu Ens. Müd. Yay., Gen. No. 98, Rapor No:48. 39 s.
- USSL (US Salinity Laboratory) (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Handbook, USDA, No. 60, pp. 160.
- Uzun N 2016. Farklı Karasu ve Azot Dozlarının Pamuk Bitkisinde (*Gossypium hirsutum* L.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Wichman W 1992. World Fertilizer Use Manual. BASF AG, Germany.
- Zhao D, Oosterhuis DM, Bednarz CW 2001. Influence of Potassium Deficiency on Photosynthesis, Chlorophyll Content, and Chloroplast Ultrastructure of Cotton Plants. . Photosynthetica 39(1): 103-109.