

## Yapraktan uygulanan farklı kükürt dozlarının pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) değişik gelişme dönemlerindeki su stresinin azaltılması üzerine etkileri

Derya KAZGÖZ CANDEMİR<sup>1</sup> Berkant ÖDEMİŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Hatay

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: dkazgoz@mku.edu.tr

ORCID:0000-0002-5741-5464

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2018/35(2):161-172  
doi:10.16882/derim.2018.405355

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 13.03.2018  
Kabul Tarihi/Accepted:10.10.2018



### Öz

Araştırma, farklı gelişme dönemlerinde su stresine maruz bırakılmış pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkilerinde yapraktan kükürt uygulamalarının su stresinin azaltılmasına etkilerini belirlemek amacıyla 2015 ve 2016 yıllarında Amik Ovasında (Hatay) yürütülmüştür. Denemede pamuk 3 farklı gelişme dönemine (vegetatif gelişme, çiçeklenme ve koza oluşumu, kozaların açılması dönemi) ayrılmış ve kimi dönemlerde tam sulama yapılırken bazı dönemlerde sulama yapılmamıştır. Sulama yapılan (T) ve yağışa dayalı (sulama yapılmayan; O) konularında farklı dozlarda ( $K_0$ : 0 ml da<sup>-1</sup>,  $K_1$ : 150 ml da<sup>-1</sup>,  $K_2$ : 250 ml da<sup>-1</sup>,  $K_3$ : 350 ml da<sup>-1</sup>) yapraktan elementel gübre uygulaması yapılmıştır. Sulama suyu miktarları ilk yıl 91-1136 mm, ikinci yıl 149-1078 mm; bitki su tüketimi yıllara göre sırasıyla 1012-304 mm ve 1070-256 mm; su kullanma randımanları 0.83-0.45 kg m<sup>-3</sup> ve 0.76-0.43 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Kükürt dozu ile verim arasındaki ilişkide; OOO konusunda en yüksek verim ilk yıl  $K_3$  dozundan, ikinci yıl  $K_2$  dozundan elde edilmiştir. Anılan konu kükürt uygulanmayan  $K_0$  ile kıyaslandığında (OOO $K_0$ ) ilk yıl  $K_3$  dozu %60, ikinci yıl  $K_2$  dozu %27 oranında verim artışına neden olmuştur. En yüksek verim ilk yıl TTT konusunda  $K_2$  dozundan, TOO ve TOT konularında ise  $K_1$  dozundan elde edilmiştir. Anılan dozlar  $K_0$  dozu ile kıyaslandığında verimi sırasıyla %17, %24, %24 oranında artırdığı; ikinci yılda ise TTT, OTT, OTO, TOT konularında sırasıyla en yüksek verim  $K_3$ ,  $K_1$ ,  $K_3$ ,  $K_1$  dozlarından elde edilmiş ve  $K_0$  ile kıyaslandığında verim değerleri sırasıyla %17, %7, %35, %26 oranında arttığı saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Pamuk; Farklı gelişme dönemleri; Su kısıtı; Yapraktan kükürt uygulamaları

### Effects of foliar sulfur applications in reducing water stress applied to the cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.) during different development periods

#### Abstract

The research was carried out in the Amik Plain (Hatay province) in 2015 and 2016 to determine the effects of foliar sulfur applications to reduce the water stress of the cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plants. The cotton plants were studied in three developmental periods: (Vegetative growth, first flower and boll development, boll opening) and irrigation has been taken account during this period. In some development periods, the plants were fully irrigated (T) while others were not irrigated (O). During each developmental period, foliar elemental sulfur was applied to the cotton plants on the leaves at different doses ( $S_0$ : 0 ml da<sup>-1</sup>,  $S_1$ : 150 ml da<sup>-1</sup>,  $S_2$ : 250 ml da<sup>-1</sup>,  $S_3$ : 350 ml da<sup>-1</sup>). In the first year the average amount of irrigation water ranged from 91 to 1136 mm, in the second year it ranged from 149 to 1078 mm; yearly evapotranspiration ranged from the first year: 1012 to 304 mm values, second year: 1070 to 256 mm. The water usage efficiency ranged from 0.83 to 0.45 kg m<sup>-3</sup>, and from 0.76 to 0.43 kg m<sup>-3</sup>, respectively. Highest yield in the treatment of OOO was obtained from  $S_3$  dose in the first year and  $S_2$  from the second year. The mentioned treatment when compared to non-sulfur treatment (OOO $S_0$ ); in the first year  $S_3$  dose  $S_3$  resulted in a 60% increase in yield, second year  $S_2$  dose resulted in a 27% increase in yield. In the first year the highest yield was obtained in the TTT treatment from the  $S_2$  dose and in the TOO and TOT treatment were obtained from the  $S_1$  dose. When the indicated doses were compared with  $S_0$  doses, it was founded that the yields were increased by %17, %24, %24 for the first year. In the second year the highest yield was received from the TTT, OTT, OTO, TOT, from doses of  $S_3$ ,  $S_1$ ,  $S_3$ ,  $S_1$ . When compared to  $S_0$  the yields were increased by %17, %7, %35, %26, respectively.

**Keywords:** Cotton; Different developmental stages; Deficit irrigation; Foliar sulfur applications

#### 1. Giriş

Tarımsal sulamada en önemli sorun, suyun kullanımı sürecinde bilimsel ölçütlerin göz ardı

edilmesidir. Toprak, bitki ve mevcut su varlığı koşullarını dikkate almadan yapılan sulamalar tarımsal sürdürülebilirliği olumsuz

etkilemektedir. Başta iklim değişikliği olmak üzere birçok etmene bağlı olarak gelişen su azlığı üretim deseninde olduğu kadar bitkilerin büyüme ve gelişme süreçlerinde yeni uygulamaların dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır. Suyu az kullanan sulama yöntemlerinin seçimi, kısıntılı sulama uygulamaları, verimi en az etkileyen dönemlerde sulamaların azaltılması ve stresin etkilerini azaltacak ve su kullanma randımanını artıracak besin elementi uygulamaları (prolin ve silikon uygulamaları ile yapraktan gübre uygulamaları vb.), suyun etkin kullanımını sağlayacak stratejiler olarak değerlendirilebilir. Bu konuda yapılan araştırmalarda daha çok su gereksinimi yüksek strese duyarlı bitkiler (pamuk, mısır vb) ele alınmaktadır. Pamuk diğer birçok bitki grubuna göre su tüketimi yüksek bir bitkidir. Farklı iklim alanlarında değişmekle birlikte Amik Ovası koşullarında yapılan araştırmalarda pamuk, bir sulama döneminde yaklaşık 1007 ile 536 mm arasında su tüketimine sahiptir (Ödemiş vd., 2017). Ancak bu miktarın gelecekte önemli ölçüde artacağına ilişkin çeşitli bulgular yayınlanmaktadır. Ülkemizde su kaynaklarının yaklaşık %75'nin tarımda kullanılması, özellikle sulamada su tasarrufunu öncelikli olarak gerektirmektedir. Su kaynaklarının etkin kullanımı için tarımda özellikle damla sulama sistemlerinin yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Araştırmalar; sıcaklıkta 2 ile 4°C lik bir artışın meydana gelmesi durumunda beklenen yağışın %30 azalacağını, 2050 yılına kadar ürün verimliliğini ve su kullanımını olumsuz şekilde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır (Ben-Asher vd., 2007). Su kaynaklarında yaşanacak bu tür sıkıntılar tarım arazilerinin giderek azalmasına neden olacak ve su tüketimi fazla olan pamuk bitkisinin de üretimini kısıtlayacaktır. Suyun daha etkin kullanımını sağlayacak stratejilerin ortaya çıkarılması, bitkilerin suya hassas olduğu dönemlerin belirlenmesi ve kısıtlı su koşullarında verim azalmasını önleyecek kültürel uygulamaların yaygınlaşması mevcut sorunun etkisinin azaltılmasında fayda sağlayabilir. Su stresinin pamuğun büyümesi ve gelişimi üzerinde önemli etkisi vardır. Su stresinin etkileri, stresin şiddetine ve süresine, stresin dayandığı gelişme dönemine ve bitkinin genotipine bağlıdır (Loka ve Oosterhuis, 2012). Çoğu bitkide olduğu gibi, pamuk bitkisinin de, çiçeklenme öncesi dönemi kuraklık stresine

karşı çok hassastır (Loka, 2012). Bu dönemde bitkinin maruz kalacağı stres veriminde önemli kayıplara neden olabilir (Orgaz vd., 1992). Bununla birlikte yapılan araştırmalar çiçeklenme döneminin yanı sıra koza oluşumu döneminin de su stresine karşı oldukça hassas olduğunu ortaya koymaktadır (Loka ve Oosterhuis, 2012). Su stresinin etkilerinin azaltılmasında yapraktan bitki besin elementi uygulamaları son yıllarda araştırılan konulardan biridir. Bu besin elementlerinden biri de kükürttür. Kükürtün fotosentezin gerçekleşmesinde önemli rol oynayan klorofil içeriğinin azalmasını önleyici etkileri olduğu ve stres koşullarında klorofil miktarının artırılması ile ürün veriminde artışlar sağlanabileceği belirtilmektedir (Li-Na vd., 2005). Su ve kükürt yetersizliğinde klorofilin azalması, etkin fotosentez yapan (fonksiyonel) yapraklarda daha belirgindir (Dietz, 1989). Bu koşulda kükürt uygulaması ile klorofil miktarı artırılabilir ve abiyotik stresin şiddeti hafifletilebilir (Jie vd., 2008). Kükürt, aynı zamanda proteinin yapısını inşa eder ve klorofilin yapısında anahtar rol oynayan önemli bir besin elementidir (Duke ve Reisenauer, 1986). Bu araştırmada; Doğu Akdeniz (Hatay) Bölgesinde damla sulama yöntemiyle sulanan pamuk bitkisinin, kimi gelişme dönemlerinde sulanmaması durumunda ortaya çıkan su stresinin azaltılmasında yapraktan kükürt uygulamalarının etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırma, 2015 ve 2016 yıllarında, Doğu Akdeniz Bölgesinde Hatay İli sınırlarında yer alan ProGen tohumculuk firmasına ait araştırma istasyonunda yürütülmüştür. Yapılan analizler sonucu deneme alanı topraklarının siltli killi tınlı (SiCL), sulama suyunun ise C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> (ECw: 1397 (µmhos cm<sup>-1</sup>) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Yetiştirme sezonlarında (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) kaydedilen ortalama sıcaklık yıllara göre sırasıyla 26.9°C ve 25.9°C, yetiştirme sezonları boyunca toplam yağış miktarları ise aynı sırayla 21 mm ve 149 mm olarak kaydedilmiştir. Uzun yıllık iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 20°C'dir. Yılın 8.2°C ile en soğuk ayı Ocak; en sıcak ayı ise 29.1°C ile Ağustos'tur. Materyal olarak Carisma çeşidi pamuk kullanılmıştır.

Çizelge 1. Araştırma alanı toprağının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Toprak irilik dağılımı			TK (g g <sup>-1</sup> )	SN (g g <sup>-1</sup> )	As (g cm <sup>-3</sup> )
	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)			
0-30	59.5	15.3	25.2	0.213	0.134	1.66
30-60	57.5	19.3	23.2	0.241	0.142	1.68
60-90	53.5	17.3	29.2	0.250	0.145	1.54
90-120	61.5	15.3	23.2	0.252	0.147	1.49

Çizelge 2. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresi konuları

Sulama konuları	Çıkış	Vejetatif gelişme dönemi (VG)	Çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi (ÇKO)	Kozaların açılması dönemi (KA)
OTO	+	-	+	-
TOO	+	+	-	-
OTT	+	-	+	+
TOT	+	+	-	+
TTT	+	+	+	+

(+): Sulamanın yapıldığı dönem, (-): Sulamanın yapılmadığı dönem, (T): Tam sulama (O): Sulamanın yapılmadığı konu

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Deneme konularının oluşturulması

Ekim, denemenin ilk yılında 18 Mayıs, ikinci yılında 3 Haziran, son el hasat ise her iki yılda da 14 Ekim'de yapılmıştır. Her gelişme dönemine ait bitkiler 6 sıradan (konuya ait her parselde sağdan ve soldan 1'er sıra tampon boşlukları (bitkili) bırakılmış) oluşmuş ve deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tekerrürler arasında boşluk bırakılmamıştır. Sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 15 cm'dir. Böylece her sırada yaklaşık 100 bitki bulundurulmuştur. Topraktaki nem değişimi 90 cm etkili kök derinliğindeki toprak profilinde 30'ar cm'lik katmanlarda gravimetrik yöntemle belirlenmiştir.

### 2.2.2. Sulama konularının oluşturulması

Denemede pamuk bitkisi a) vejetatif gelişme dönemi, b) çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi, c) kozaların açılması dönemi olmak üzere 3 farklı gelişme dönemine ayrılmış (Doorenbos ve Kassam, 1979); kimi dönemlerde tam sulama (T) yapılırken, kimi dönemlerde sulama yapılmamıştır (O) (Çizelge 2). Sulama yaklaşık haftada 1 kez mevcut nemin (TTT konusu referans alınarak) tarla kapasitesine getirilmesi şeklinde uygulanmıştır. Sulamalarda damla sulama yöntemi kullanıldığından su uygulama randımanı (Ea) 0.95 olarak ve her iki sıraya bir lateral yerleştirildiğinden ıslatma yüzdesi 1.0 olarak alınmıştır (Yıldırım, 2008).

### 2.2.3. Kükürt konularının oluşturulması

Denemenin yürütüleceği alanın topraklarında yapılan analizlerde kükürt içeriğinin 'yok' denecek kadar az olduğu belirlenmiştir. Kükürt toprağa uygulandığı zaman bitki tarafından absorpsiyon süresi ve bitkiye yararlı hale gelmesi 20 günde gerçekleşirken bu süre yapraktan uygulamada 8 saatte kadar düşmektedir (Kaçar ve Katkat, 2007). Bitkinin stresten daha kısa sürede kurtulması amaçlandığından kükürt uygulamaları yapraktan uygulama olarak yapılmıştır. Gübre konuları oluşturulurken tüm parsellere eşit şekilde, bölgede yaygın olarak kullanılan doz oranında ekimden önce dekara 20 kg da<sup>-1</sup> 18-46-0 (DAP) gübresi, ekimden sonra ise ilk 4 sulamanın her birinde 4 kg da<sup>-1</sup> saf azot fertigasyon yöntemi ile Burt vd., (1995)'nin belirttiği şekilde dört çeyrek kuralına göre uygulanmıştır (K<sub>0</sub>). Buna ilave olarak, bütün konulara yapraktan 150 ml da<sup>-1</sup> (K<sub>1</sub>), 250 ml da<sup>-1</sup> (K<sub>2</sub>), 350 ml da<sup>-1</sup> (K<sub>3</sub>) saf elementel kükürt uygulanmıştır. Kükürt uygulamaları, bitkinin çıkış dönemi dışında tüm gelişme dönemlerinde (gelişme dönemleri ortasında) 1'er kez; sulamadan 3 ya da 4 gün sonra (iki sulamanın ortasında) rüzgarın kükürt dağılımını olumsuz etkilemeyeceği sabahın erken saatlerinde (6:00-6:30) yapılmıştır.

### 2.2.4. Bitki su tüketimi, su kullanım randımanı ve su-verim fonksiyonu

Bitki su tüketimi Eşitlik 1 (James, 1988, ET), su kullanma randımanı (Howell vd., 1984, WUE) Eşitlik 2 ve bitki su verim fonksiyonu

(Doorenbos ve Kassam, 1979, ky) Eşitlik 3 ile hesaplanmıştır.

$$ET = I + R - D_p - R_f \pm \Delta S \quad (1)$$

$$WUE = Y_a / ET \quad (2)$$

$$(1 - Y_a / Y_m) = k_y (1 - ET_a / ET_m) \quad (3)$$

Eşitliklerde; ET: Bitki su tüketimi (mm); I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm); R: Yağış (mm); D<sub>p</sub>: Derine sızma (mm, sulamalardan bir gün sonra tam sulama konularında 120 cm derinliğindeki toprak nem içeriği); R<sub>f</sub>: Yüzey akış (mm); ΔS: Toprak profilindeki nem değişimi (mm), WUE: Su kullanma randımanı (kg m<sup>-3</sup>), Y<sub>a</sub>: Gerçek verim (kg da<sup>-1</sup>), Y<sub>m</sub>: Maksimum verim (kg da<sup>-1</sup>), ET<sub>a</sub>: Mevsimlik gerçek su tüketimi (mm), ET<sub>m</sub>: Mevsimlik maksimum su tüketimi (mm), k<sub>y</sub>: Su-verim tepki etmenidir.

#### 2.2.5. Fizyolojik ölçümler ve kükürt analizleri

Denemede kükürt uygulamalarının etkilerini belirlemek için klorofil içeriği (SPAD) (μmol m<sup>-2</sup>) ve klorofil konsantrasyonu (mg g<sup>-1</sup>) ölçümleri yapılmıştır. Klorofil içeriği, sulama tarihlerinden 1 gün önce havanın açık, bulutlanmanın olmadığı 11:00-14:00 saatleri arasında, her konunun tekerrürlerinde işaretlenmiş olan 2 bitkide ve 2'şer yaprakta yapılmıştır. Klorofil konsantrasyonu, bitkinin farklı gelişme dönemlerinde (taraklanma, çiçeklenme, tam çiçeklenme ve koza oluşum döneminde) alınan yaprak örneklerinde Lichtenhaler ve Welburn (1983)'ün belirttiği esaslara göre ve Eşitlik 4 kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Toplam klorofil} = [(A_{652} * 27.8) * 10] / \text{Örnek ağırlığı} * 1000 \quad (4)$$

Bitkinin farklı gelişme dönemlerinde (taraklanma, çiçeklenme başı, tam çiçeklenme ve koza oluşum döneminde) her tekerrürü temsil edecek şekilde fonksiyonel durumda 15'er adet yaprak önce musluk suyundan ve iki defa saf sudan geçirilmiştir. Örnekler sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar etüvde 65°C'de kurutulmuş ve Truspec\_CHNS Analyzer cihazı ile her tekerrür için 2-3 mg olacak şekilde okutulmuştur (Kaçar ve Ünal, 2008).

#### 2.2.6. Hasat ve istatistiksel analizler

Her parsel 6 sıradan oluştuğundan bütün

parseller sağdan ve soldan 1'er sıra, baştan ve sondan 0.50 m kenar tesiri bırakılarak geriye kalan alandan (13.05 m<sup>2</sup>) hasat edilmiş ve dekara toplam kütlü verimi (kg da<sup>-1</sup>) hesaplanmıştır. Verim değerlerinin istatistiksel analizi SPSS 18 paket programında Duncan testine tabi tutularak yapılmıştır (Bek ve Efe, 1988).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Sulama suyu sonuçları

Sulama uygulamalarına ilk yıl 10 Temmuz, ikinci yıl 14 Temmuzda başlanmış, her iki yılda da 27 Ağustos tarihinde son verilmiştir. Ekim zamanından hasat tarihine kadar ilk yıl 21 mm, ikinci yıl 149 mm yağış düşmüştür. Denemenin ilk yılında 10 ikinci yılında ise 7 sulama yapılmıştır. İlk yıl 18 Mayıs ve 25 Haziran tarihlerinde toplam 70 mm can suyu verilmiştir. İkinci yılda düşen yağış nedeniyle can suyuna gerek kalmamıştır. Denemenin ilk yılında vejetatif gelişme döneminde dört (VG), çiçeklenme ve kozaların oluşumu (ÇKO) ile kozaların açılması dönemlerinde (KA) üçer sulama; ikinci yılında ise VG döneminde üç, ÇKO ve KA dönemlerinde ise ikişer sulama yapılmıştır. Aynı alanda daha önce yürütülen araştırmada taraklanma ve çiçeklenme döneminde damla sulama yöntemi ile 5 sulamaya gereksinim olduğu belirtilmiştir (Akgöl, 2012). Yıllara göre deneme süresince konulara uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 3 ve 4'te verilmiştir.

Her sulamada tam su alan TTT konusuna ilk yıl 1136 mm, ikinci yıl 1078 mm (yağış ve can suyu dahil), TOO, OTT, OTO, TOT konularına ise yıllara göre sırasıyla 350-570 mm, 877-657 mm, 478-407 mm, 749-820 mm sulama suyu uygulanmıştır. Bitkinin vejetatif aksamının artması, yüksek hava sıcaklığı, çeşit özellikleri ve toprak koşulları sulama suyu miktarını etkileyen etmenlerdir. Söz konusu özelliklerin benzer olduğu alanlarda aynı bitkide sulama suyu miktarlarının yaklaşık aynı seviyelerde olduğunu gösteren araştırmaların yanı sıra farklı sonuçlar ortaya koyan araştırmalarda bulunmaktadır. Ortalama rüzgâr hızının yüksek olduğu Hatay Bölgesi ile buhar basıncı açığı yüksek Urfa koşullarında sulama sayılarının ve sulama suyu miktarlarının yaklaşık aynı seviyelerde olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Gelişme dönemlerine göre uygulanan sulama suyu miktarı (2015)

Sulama tarihi	Gelişme dönemleri	Deneme konuları					
		OOO	OTO	TOO	OTT	TOT	TTT
	Yağış	21	21	21	21	21	21
18 Mayıs		37	37	37	37	37	37
25 Haziran	Vejetatif gelişme dönemi (VG)	33	33	33	33	33	33
10 Temmuz				131		131	131
16 Temmuz					128		128
	Toplam	70	70	329	70	329	329
21 Temmuz	Çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi (ÇKO)		140		140		140
28 Temmuz			115		115		115
9 Ağustos				132		132	132
	Toplam		387		387		387
14 Ağustos	Kozaların açılması dönemi (KA)				139	139	139
20 Ağustos					138	138	138
27 Ağustos					122	122	122
	Toplam				399	399	399
	Mevsimlik toplam*	91	478	350	877	749	1136

\*Mevsimlik toplam değerlere 21 mm'lik yağış değerleri dahildir.

Çizelge 4. Gelişme dönemlerine göre uygulanan sulama suyu miktarı (2016)

Sulama tarihi	Gelişme dönemleri	Deneme konuları					
		OOO	OTO	TOO	OTT	TOT	TTT
	Yağış	149*	149	149	149	149	149
14 Temmuz	Vejetatif gelişme dönemi (VG)			169		169	169
22 Temmuz				107		107	107
28 Temmuz					145		145
	Toplam	149	149	421	149	421	421
4 Ağustos	Çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi (ÇKO)		119		119		119
13 Ağustos				139		139	139
	Toplam		258		258		258
20 Ağustos	Kozaların açılması dönemi (KA)				120	120	120
27 Ağustos					130	130	130
	Toplam				250	250	250
	Mevsimlik toplam*	149	407	570	657	820	1078

\*Mevsimlik toplam değerlere 149 mm'lik yağış değerleri dahildir.

Bizim araştırmamızda 2015 yılında 10 sulamada toplam 1136 mm sulama suyu, 2016 yılında toplam 7 sulamada 1078 sulama suyu uygulanırken Urfa koşullarında 11 sulama uygulamasında 951 mm sulama suyu uygulanmıştır (Coşkun, 2015). Yine aynı bölgede sulama suyu gereksinimi 1408 mm (Çetin ve Bilgel, 2002) ve 814 mm (Yazar vd., 2002) olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte Suriye'nin Güneydoğusunda pamuğun sulama

suyu gereksinimi 773 mm olarak ölçülmüştür (Hussein vd., 2010). Bitkinin gelişme dönemlerinde gereksinim duyduğu sulama suyu dikkate alınarak yapılan sulamalarda ise bitki özellikleri ve gelişme dönemleri sulama suyu gereksinimi üzerine oldukça etkilidir. Karam vd., (2006), ilk koza açımı, erken koza oluşumu, koza oluşumu dönemi ortasında sırasıyla 550 mm, 633 mm ve 692 mm sulama suyu gereksinimi olduğunu, sulama suyu

gereksiniminin farklı olmasında toprak, iklim, çeşit ve bitki gelişim dönemi özelliklerinin oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir.

### 3.2. Bitki su tüketimi

Bitki su tüketimi değerleri ilk yıl 304 mm (OOO) ile 1012 mm (TTT) arasında, ikinci yıl 256 mm (OOO) ile 1070 mm (TTT), iki yılın ortalamasında ise 208 mm (OOO) ile 1041 mm (TTT) arasında değişmiştir (Çizelge 5). TTT konusuna göre bitki su tüketimi 2015, 2016 ve ortalama değerlerine göre TOO, OTT, OTO, TOT konularında sırasıyla %62-%40-%51, %24-%41-%32, %42-%60-%52, %32-%26-%29 oranında azalmıştır. Kükürt dozu bitkinin maruz kaldığı stresin süresine bağlı olarak farklı düzeyde etkilerde bulunmuştur. Ortalama

olarak en düşük ET, ilk yıl K<sub>3</sub> ikinci yıl ise K<sub>1</sub> dozlarında ölçülmüştür. OOO ve TTT konularının K<sub>0</sub> dozları karşılaştırıldığında en fazla azalma OOO konusunda ilk yıl %4 ile K<sub>2</sub> dozunda, ikinci yıl %30 ile K<sub>1</sub> dozunda; TTT konusunda ilk yıl %6 ile K<sub>3</sub> dozunda ikinci yıl %14 ile K<sub>1</sub> dozunda saptanmıştır. İki yılın ortalama değerleri irdelendiğinde, K<sub>1</sub> ve K<sub>3</sub> dozlarında su tüketiminin yaklaşık aynı seviyede olduğu, en yüksek su tüketiminin K<sub>0</sub> konusunda gerçekleştiği görülmüştür. Kükürtün bitki su tüketimine etkileri konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanmamakla birlikte fotosentezin gerçekleşmesinde ana unsurlardan olan klorofilin miktarını stres koşullarında artırarak fotosentezin olağan seyirinde gerçekleşmesine destek olduğu yönünde araştırmalar bulunmaktadır.

Çizelge 5. Deneme konularına ait bitki su tüketimi, verim, su kullanım randımanı değerleri

Konular	ET (mm)			Verim (kg da <sup>-1</sup> )			WUE (kg m <sup>-3</sup> )		
	2015	2016	Ortalama	2015	2016	Ortalama	2015	2016	Ortalama
OOOK <sub>0</sub>	311	303	307	185.5	148.6	167.0	0.60	0.49	0.54
OOOK <sub>1</sub>	309	212	260	236.6	149.9	193.3	0.76	0.71	0.73
OOOK <sub>2</sub>	297	287	292	287.7	189.1	238.4	0.97	0.66	0.81
OOOK <sub>3</sub>	299	222	260	296.1	183.5	239.8	0.99	0.83	0.91
OOO*	304	256	280	251.5 de	167.8 d	209.7 e	0.83	0.67	0.75
OTOK <sub>0</sub>	590	433	512	303.3	259.3	281.3	0.51	0.60	0.55
OTOK <sub>1</sub>	580	420	500	279.7	337.7	308.7	0.48	0.8	0.64
OTOK <sub>2</sub>	582	412	497	285.4	340.2	312.8	0.49	0.83	0.66
OTOK <sub>3</sub>	581	434	508	280.1	350.3	315.2	0.48	0.81	0.64
OTO*	583	425	504	287.1 cd	321.9 b	304.5 c	0.49	0.76	0.62
TOOK <sub>0</sub>	419	676	547	203.3	258.1	230.7	0.49	0.38	0.44
TOOK <sub>1</sub>	375	573	474	252.5	298.1	275.3	0.67	0.52	0.60
TOOK <sub>2</sub>	355	672	513	243.6	277.4	260.5	0.69	0.41	0.55
TOOK <sub>3</sub>	372	636	504	244.5	255.2	249.8	0.66	0.40	0.53
TOO*	380	639	510	235.9 e	272.2 c	254.1 d	0.63	0.43	0.53
OTTK <sub>0</sub>	803	661	732	458.7	328.4	393.6	0.57	0.50	0.53
OTTK <sub>1</sub>	774	595	684	442.7	350.5	396.6	0.57	0.59	0.58
OTTK <sub>2</sub>	782	680	731	465.9	332.8	399.4	0.60	0.49	0.54
OTTK <sub>3</sub>	720	610	665	436.9	337.2	387.1	0.61	0.55	0.58
OTT*	770	636	703	451.1 b	337.2 b	394.2 b	0.59	0.53	0.56
TOTK <sub>0</sub>	701	879	790	263.0	313.5	288.3	0.37	0.36	0.36
TOTK <sub>1</sub>	697	773	735	326.5	395.7	361.1	0.47	0.51	0.49
TOTK <sub>2</sub>	679	721	700	322.3	336.6	329.5	0.47	0.47	0.47
TOTK <sub>3</sub>	664	774	719	308.3	378	343.1	0.46	0.49	0.47
TOT*	685	787	736	305.03 c	356.0 b	330.5 c	0.45	0.46	0.45
TTTTK <sub>0</sub>	1046	1182	1114	480.1	499.8	489.9	0.46	0.42	0.44
TTTTK <sub>1</sub>	1014	1010	1012	546.7	581.1	563.9	0.54	0.58	0.56
TTTTK <sub>2</sub>	1005	1068	1036	560.4	586.3	573.3	0.56	0.55	0.55
TTTTK <sub>3</sub>	981	1021	1001	544.3	586.8	565.6	0.55	0.57	0.56
TTT*	1012	1070	1041	532.8 a	563.5 a	548.2 a	0.53	0.53	0.53
K <sub>0</sub> *	645	689	667	315.7 b	301.3 b	308.5 b	0.50	0.46	0.48
K <sub>1</sub> *	625	597	611	347.5 ab	352.2 a	349.9 a	0.58	0.62	0.60
K <sub>2</sub> *	617	640	628	360.8 a	343.7 a	352.3 a	0.63	0.57	0.60
K <sub>3</sub> *	603	616	610	351.7 ab	348.5 a	350.1 a	0.63	0.61	0.62

\*: İlgili konuya ait ortalama değer



Ancak bu araştırmalar daha çok saksı koşullarında ve kontrollü ortamlarda yürütülmüştür. Bu araştırma ile birlikte yan parselde aynı yıllarda aynı kükürt dozlarının farklı su stres seviyelerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada (Ödemiş vd., 2017), kükürt dozlarına bağlı bitki su tüketimi değerleri, ilk yıl kükürt dozu arttikça az da olsa azalmış, buna karşın ikinci yılda kükürt dozu ile bitki su tüketimi artmıştır. Araştırmada, bitki su tüketimi ilk yıl en yüksek  $K_0$  konusunda (701 mm) en düşük  $K_3$  konusunda (668 mm) ölçülmüştür.  $K_1$  ve  $K_2$  dozlarında su tüketimleri birbirlerine çok yakın gerçekteşmiştir (685-683 mm). Anılan yılda kükürt uygulanmayan ( $K_0$ ) ve uygulanan ( $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ) konular arasında bitki su tüketimleri arasında (oransal olarak) anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu araştırmada bitki su tüketiminin kükürt dozlarına bağlı azalmasının stresin süresi ile ilişkili olduğu; stres süresi uzadığında kükürtün olumsuz etkide bulunduğu kanaati oluşmuştur.

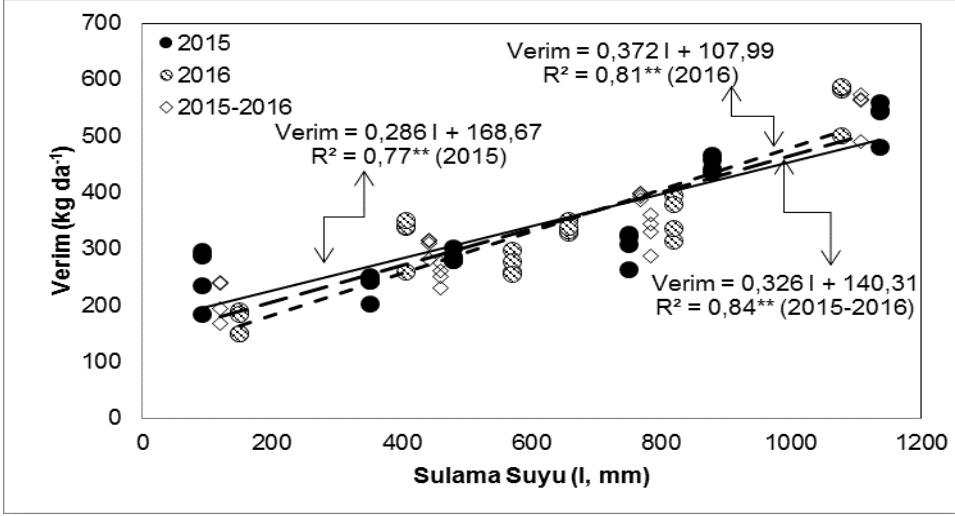
### 3.3. Su-verim ilişkileri

Verim değerleri denemenin ilk yılında  $185.5 \text{ kg da}^{-1}$  (OOOK<sub>0</sub>) ile  $560.4 \text{ kg da}^{-1}$  (TTTK<sub>2</sub>) arasında değişirken ikinci yıl  $148.6 \text{ kg da}^{-1}$  (OOOK<sub>0</sub>) ile  $586.8$  (TTTK<sub>3</sub>) arasında değişmiştir. En yüksek verim her iki yılda da her gelişme döneminde tam su uygulanan TTT konusundan elde edilmiştir. TTT konusu esas alındığında yıllara göre diğer konularda (OOO, TOO, OTT, OTO, TOT) sırasıyla %53-%70, %56-%52, %15-%40, %46-%43, %43-%37 oranında daha az kütlü verimi gerçekteşmiştir. İstatistiksel gruplandırmada denemenin ilk yılı bütün konular farklı gruplarda yer alırken, ikinci yılda OTT, OTO, TOT aynı grupta, diğer konuların her biri farklı gruplarda, kükürt dozlarında ise ilk yıl  $K_1$  ve  $K_3$  dozları, ikinci yıl  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  dozları aynı gruplarda diğer dozlar farklı gruplarda yer almıştır. Gelişme dönemi sulamaları verim üzerine her iki yılda da  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

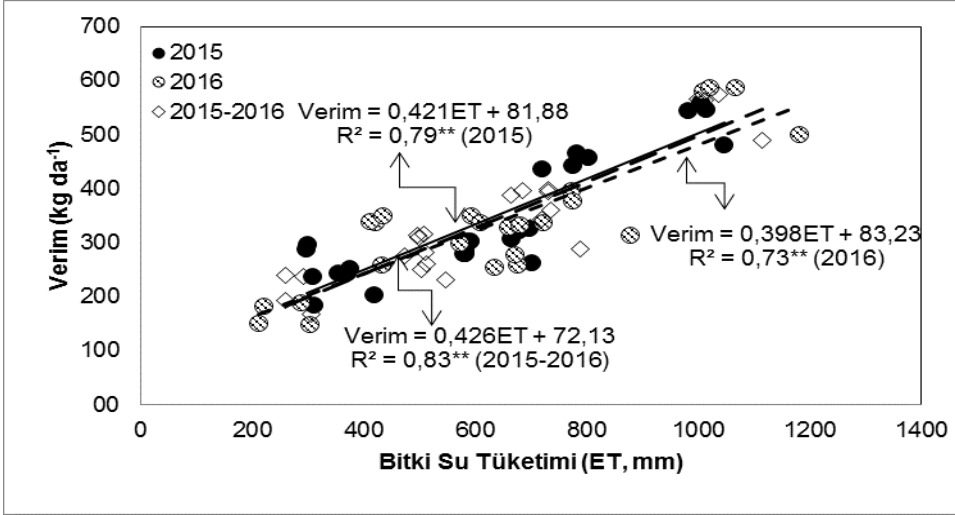
Deneme yıllarında sulama suyu miktarı ve verim arasında  $p<0.01$  düzeyinde önemli doğrusal ilişki elde edilmiştir. Sulama suyundaki her birim artış verimde ilk yıl  $0.286 \text{ kg da}^{-1}$ , ikinci yıl  $0.372 \text{ kg da}^{-1}$ lık bir artışa neden olmuştur (şekil 1). Tam sulama konusu esas alındığında (TTT) sulama suyuna bağlı verim azalma oranı sırasıyla ilk yıl TOO konusunda %69-%56, OTT konusunda %23-%15, OTO

konusunda %58-%46, TOT konusunda %34-%43 olarak gerçekteşirken ikinci yıl TOO konusunda %47-%107, OTT konusunda %39-%67, OTO konusunda %62-%43, TOT konusunda %24-%37 olarak gerçekteşmiştir. İlk yıl OOO konusunda verim  $252 \text{ kg da}^{-1}$  olarak elde edilirken, sadece vejetatif gelişme döneminde sulama suyu uygulanan TOO konusunda verim  $236 \text{ kg da}^{-1}$  olarak elde edilmiştir. Burada çiçeklenme döneminde sulama suyu uygulamamanın verim üzerine etkisi açık bir şekilde görülmektedir. Pamuğun gelişme dönemlerinin suya duyarlılığı konusunda yapılan araştırmalarda özellikle taraklanma ve çiçeklenme dönemindeki sulamaların verim üzerinde belirleyici olduğu değerlendirilmektedir (Doorenbos ve Kassam, 1977).

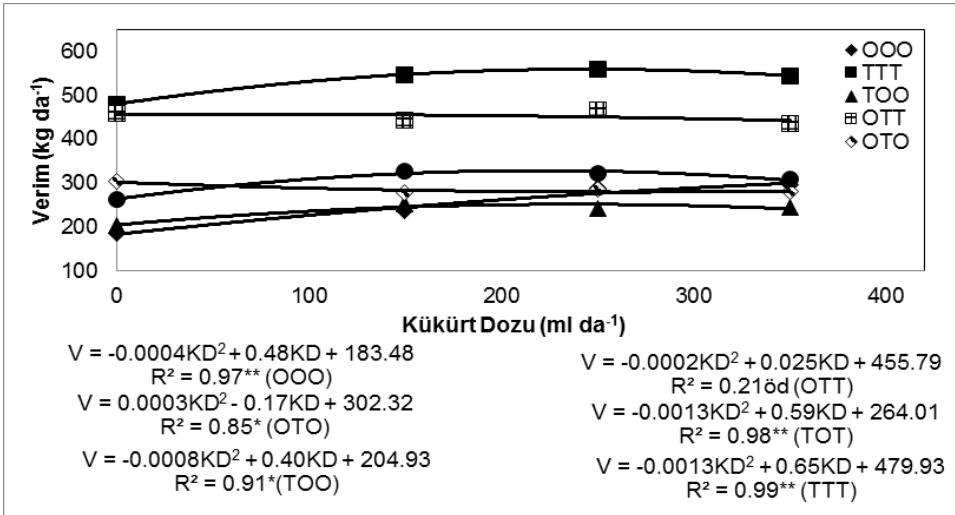
Denemede bitki su tüketimi ve verim arasında her iki yılda da  $p<0.01$  düzeyinde önemli doğrusal ilişki elde edilmiştir. Bitki su tüketimindeki her birim artış verimde ilk yıl  $0.421 \text{ kg da}^{-1}$ , ikinci yıl  $0.398 \text{ kg da}^{-1}$ lık bir artışa neden olmuştur (şekil 2). Kükürt dozlarının verim üzerine etkileri irdelendiğinde (Çizelge 5), OOO konusunda ilk yıl  $K_3$ , ikinci yıl  $K_2$  dozlarının verimi sırasıyla %60 ve %27 oranında artırdığı saptanmıştır. İlk yıl TTT, TOO, TOT konularında en yüksek verim sırasıyla  $K_2$ ,  $K_1$ ,  $K_1$  dozlarında elde edilmiş ve  $K_0$  ile kıyaslandığında verimin sırasıyla %17, %24 ve %24 oranında arttığı saptanmıştır. İkinci yılda ise TTT, OTT, OTO, TOT konularında en yüksek verim sırasıyla  $K_3$ ,  $K_1$ ,  $K_3$ ,  $K_1$  dozlarından elde edilmiş ve  $K_0$  ile kıyaslandığında verimin sırasıyla %17, %7, %35, %26 oranında arttığı saptanmıştır. Regresyon analizinde kükürt dozu ve verim arasında parabolik ilişkiler belirlenmiştir (şekil 3, 4). En fazla verim ilk yıl sırasıyla (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT)  $600 \text{ ml da}^{-1}$ ,  $250 \text{ ml da}^{-1}$ ,  $250 \text{ ml da}^{-1}$ ,  $63 \text{ ml da}^{-1}$ ,  $283 \text{ ml da}^{-1}$ ,  $227 \text{ ml da}^{-1}$ , ikinci yıl yine aynı sırayla  $266 \text{ ml da}^{-1}$ ,  $166 \text{ ml da}^{-1}$ ,  $175 \text{ ml da}^{-1}$ ,  $282 \text{ ml da}^{-1}$ ,  $236 \text{ ml da}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. İki yılın ortalamaları irdelendiğinde sulanmayan OOO ve her dönem sulanan TTT konularında kükürt dozlarının verime etkisi daha açık şekilde görülmüştür. OOOK<sub>0</sub> konusunda  $167 \text{ kg da}^{-1}$  olarak elde edilen verim aynı konunun  $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  dozlarında  $193.3 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $238.4 \text{ kg da}^{-1}$  ve  $239.8 \text{ kg da}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Anılan konularda  $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  dozları  $K_0$ 'a göre verimi %16, %43, %44 oranında artırmıştır.



Şekil 1. Deneme konularına göre sulama suyu (I) ile verim arasındaki ilişki

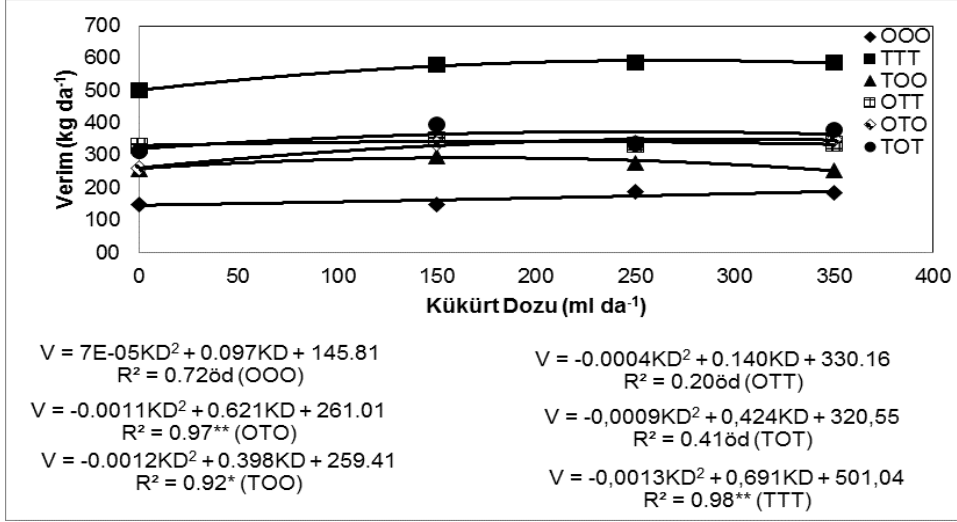


Şekil 2. Deneme konularına göre bitki su tüketimi (ET) ile verim arasındaki ilişki



Şekil 3. Verim (V) ve kükürt dozu (KD) arasındaki ilişki, 2015





Şekil 4. Verim (V) ve kükürt dozu (KD) arasındaki ilişki, 2016

Tam sulanan TTT konusunda ise  $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  dozları verimi (iki yılın ortalama değerlerinde)  $K_0$  konusuna göre %15, %17 ve %16 artırmıştır. OOO ve TTT konularına uygulanan kükürt dozlarının etkileri incelendiğinde kükürtün özellikle sulanamayan konuda açık bir şekilde verimi artırmada etkili olduğu görülmektedir. Aynı dönemde yürütülen diğer bir araştırmada (Ödemiş vd., 2017), tam sulama konusunda  $K_1$  dozunun ( $150 \text{ ml da}^{-1}$ ) verim artışına neden olduğunu belirtmişlerdir. Her iki çalışmanın stres seviyeleri ve bitkinin strese maruz kaldığı süreler karşılaştırıldığında, kükürt uygulamasının özellikle bitkide uzun dönemli streslerde verimi artırmada önemli bir uygulama olarak değerlendirilebileceği düşünülmüştür.

### 3.4. Su-verim fonksiyonu (ky)

Bitki su tüketimi-kütlü verimi arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli bulunmasından sonra mevsimlik olarak su-verim tepki etmeni ky hesaplanmış ve her iki yılda da 0.84 ( $r^2=1.0^{**}$ ); iki yılın ortalama değerlerinde ise 0.86 ( $r^2=1.0^{**}$ ) olarak belirlenmiştir. Deneme yıllarında verimin en yüksek elde edildiği  $K_2$  (2015) ve  $K_1$  (2016) dozlarında sırasıyla ky değeri 0.87 ve 0.92 olarak belirlenmiştir.

Tepki etmeni, büyüme mevsimi için 0.85; vejetatif büyüme döneminde 0.20; çiçeklenme döneminde 0.50; kozaların açıldığı dönemde 0.25 olarak belirlenirken (Doorenbos ve Kassam, 1979), mevsimlik olarak Suriye koşullarında 1.0 (Hussein vd., 2011), Çin koşullarında 0.65 (Chuanjie vd., 2015), ülkemiz

(Kahramanmaraş) koşullarında 0.37 (Keten, 2016) olarak belirlenmiştir.

### 3.5. Su kullanma (WUE) randımanı

En yüksek su kullanma randımanı (WUE) ilk yıl  $0.83 \text{ kg m}^{-3}$  ile OOO konusunda, ikinci yıl  $0.76 \text{ kg m}^{-3}$  ile OTO konusunda, iki yılın ortalama değerlerinde  $0.75 \text{ kg m}^{-3}$  ile OOO konusunda hesaplanmıştır. En düşük ortalama WUE ise yıllara göre sırasıyla  $0.45 \text{ kg m}^{-3}$  ile TOT konusundan,  $0.43 \text{ kg m}^{-3}$  ile TOO konusundan ve  $0.45 \text{ kg m}^{-3}$  ile TOT konusundan elde edilmiştir. TTT konusunun WUE değeri OOO konusuna göre ilk yıl %36, ikinci yıl %27, yıllık ortalama ise %21 daha az gerçekleşmiştir. İlk yıl OOO konusunda en yüksek WUE değeri  $K_3$  dozundan, TTT ve TOO konularında ise  $K_2$  dozundan elde edilmiştir. Anılan konular en düşük WUE değerinin elde edildiği  $K_0$  dozuyla kıyaslandığında OOOK<sub>3</sub>, TTTK<sub>2</sub> ve TOOK<sub>2</sub> dozlarının sırasıyla %65, %22 ve %41 oranında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Diğer konularda (OTT, OTO, TOT) kükürt dozlarının kararlı bir etkisi belirlenmemiştir. İkinci yılda ise OOO konusunda en yüksek WUE değeri  $K_3$  dozundan, TTT, TOO ve TOT konularında  $K_1$  ve OTO konusunda  $K_2$  dozundan elde edilmiştir. OOOK<sub>3</sub>, TTTK<sub>1</sub>, TOOK<sub>1</sub>, TOTK<sub>1</sub>, OTOK<sub>2</sub> konularının dozları  $K_0$  dozuyla kıyaslandığında WUE'de sırasıyla %69, %38, %37, %42, %38 artışa neden olmuştur. OTT konusunda ise kükürt dozlarının kararlı bir etkisi belirlenmemiştir (Çizelge 5). Genel olarak, WUE değerleri pamuk için bölgeden bölgeye

farklılık göstermektedir. Karam vd. (2006), pamuk için ortalama WUE değerlerini ilk koza açımı dönemi, kozaların oluşumu dönemi, koza oluşumunun ortası ve kontrol konusunda sırasıyla 1.3, 1.1, 1.0 ve 0.80 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> olarak, Zonta vd. (2017), 8 pamuk çeşidinde ortalama WUE değerini 0.39-0.84 kg m<sup>-3</sup> arasında, Hussein vd. (2011), WUE değerini tam sulama ve %80 uygulama için 0.65-0.72 aralıklarında belirlemişlerdir. Ülkemizde yapılan araştırmalarda ise Aydın koşullarında WUE 0.62-0.71 kg m<sup>-3</sup> arasında (Başal vd., 2009), Harran Ovası koşullarında 0.48-0.61 kg m<sup>-3</sup> (WUE) arasında saptanmıştır (Coşkun, 2015).

### 3.6. Kükürt konsantrasyonu (%)

Ortalama kükürt konsantrasyonu konular arasında ilk yıl %1.32-1.06; ikinci yıl %0.98-0.66

arasında değişirken iki yılın ortalama değerleri ise %1.11-0.94 arasında değişmiştir (Çizelge 6).

İstatistiksel olarak ilk yıl OOO, TTT, TOO konuları, ikinci yıl TTT ile OTT konuları aynı grupta, diğer konuların her biri farklı gruplarda yer almıştır. Kükürt dozlarında ise ilk yıl K<sub>2</sub> ve K<sub>3</sub> dozları aynı grupta, K<sub>0</sub> ve K<sub>1</sub> dozları farklı gruplarda, ikinci yıl K<sub>1</sub> ve K<sub>3</sub> dozları aynı grupta, K<sub>0</sub> ve K<sub>2</sub> dozları farklı gruplarda yer almıştır. OOO konusunda en yüksek kükürt konsantrasyonu değeri ilk yıl K<sub>1</sub> ikinci yıl ve iki yılın ortalama değerlerinde K<sub>2</sub> dozundan elde edilmiştir. Anılan konular en düşük kükürt konsantrasyonunun elde edildiği K<sub>0</sub> dozu ile kıyaslandığında K<sub>1</sub> ve K<sub>2</sub> dozları sırasıyla %36, %49 ve %39 oranında bir artışa neden olmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 6. Yapraktaki kükürt ve klorofil miktarlarına ilişkin sonuçlar

Konular	Kükürt konsantrasyonu (%)			Klorofil konsantrasyonu (mg g <sup>-1</sup> )			Klorofil içeriği (µmol m <sup>-2</sup> )		
	2015	2016	Ortalama	2015	2016	Ortalama	2015	2016	Ortalama
OOOK <sub>0</sub>	0.97	0.51	0.74	0.69	0.72	0.70	49.5	52.84	51.17
OOOK <sub>1</sub>	1.32	0.73	1.02	0.70	1.06	0.88	42.52	52.66	47.59
OOOK <sub>2</sub>	1.31	0.76	1.03	0.72	0.81	0.76	43.14	53.22	48.18
OOOK <sub>3</sub>	1.29	0.64	0.97	0.76	0.77	0.77	43.91	52.25	48.08
OOO*	1.22 ab	0.66 d	0.94 c	0.72	0.83	0.78	44.77 b	52.75 a	48.76 a
OTOK <sub>0</sub>	1.31	0.98	1.15	0.81	0.87	0.84	49.43	48.19	48.81
OTOK <sub>1</sub>	1.11	0.94	1.03	0.64	0.63	0.64	46.72	47.91	47.31
OTOK <sub>2</sub>	1.09	1.02	1.05	0.57	0.68	0.63	44.93	49.48	47.21
OTOK <sub>3</sub>	1.11	0.95	1.03	0.76	0.68	0.72	46.59	47.53	47.06
OTO*	1.15 bc	0.97 ab	1.06 ab	0.7	0.72	0.71	46.92 a	48.28 b	47.60 a
TOOK <sub>0</sub>	1.15	0.85	1.00	0.70	0.72	0.71	39.72	46.27	42.99
TOOK <sub>1</sub>	1.50	0.94	1.22	0.72	0.60	0.66	40.55	47.73	44.14
TOOK <sub>2</sub>	1.15	1.09	1.12	0.72	0.53	0.63	40.63	47.38	44.00
TOOK <sub>3</sub>	1.13	1.04	1.08	0.74	0.57	0.66	41.82	47.58	44.70
TOO*	1.23 ab	0.98 a	1.11 a	0.72	0.6	0.66	40.68 c	47.24 c	43.96 c
OTTK <sub>0</sub>	1.32	0.82	1.07	0.71	0.64	0.67	44.36	44.06	44.21
OTTK <sub>1</sub>	1.37	0.83	1.10	0.73	0.63	0.68	44.31	45.29	44.80
OTTK <sub>2</sub>	1.24	0.83	1.04	0.62	0.52	0.57	43.00	45.70	44.35
OTTK <sub>3</sub>	1.36	0.86	1.11	0.78	0.57	0.68	43.6	44.29	43.95
OTT*	1.32 a	0.84 c	1.08 ab	0.71	0.59	0.65	43.82 b	44.84 d	44.33 b
TOTK <sub>0</sub>	0.9	0.81	0.86	0.72	0.91	0.82	39.94	43.60	41.77
TOTK <sub>1</sub>	1.00	0.99	0.99	0.62	0.63	0.63	41.92	45.02	43.47
TOTK <sub>2</sub>	1.17	1.00	1.09	0.71	0.71	0.71	39.84	44.92	42.38
TOTK <sub>3</sub>	1.16	0.94	1.05	0.77	0.77	0.77	41.68	46.35	44.01
TOT*	1.06 c	0.94 b	1.00 bc	0.71	0.76	0.73	40.84 c	44.97 d	42.91 d
TTTK <sub>0</sub>	1.20	0.64	0.92	0.81	0.75	0.78	39.26	40.00	39.63
TTTK <sub>1</sub>	1.24	0.88	1.06	0.69	0.51	0.60	40.61	41.70	41.15
TTTK <sub>2</sub>	1.26	0.89	1.08	0.71	0.76	0.73	39.28	40.87	40.08
TTTK <sub>3</sub>	1.25	0.94	1.09	0.66	0.61	0.63	38.76	42.24	40.50
TTT*	1.24 ab	0.84 c	1.04 a	0.72	0.65	0.69	39.48 d	41.21 e	40.34 e
K <sub>0</sub> *	1.13 b	0.77 c	0.95 b	0.74	0.77	0.75	43.70 a	45.83 b	44.76 a
K <sub>1</sub> *	1.26 a	0.88 b	1.07 a	0.68	0.68	0.68	42.77 b	46.72 a	44.75 ab
K <sub>2</sub> *	1.20 ab	0.93 a	1.07 a	0.67	0.67	0.67	41.80 c	46.93 a	44.37 ab
K <sub>3</sub> *	1.22 ab	0.90 b	1.06 a	0.75	0.66	0.70	42.73 b	46.71 a	44.72 b

\*: İlgili konuya ait ortalama değer

### 3.7. Klorofil içeriği ( $\mu\text{mol m}^{-2}$ ) ve klorofil konsantrasyonu ( $\text{mg g}^{-1}$ )

Klorofil içeriği değeri ile sulama suyu miktarı arasında istatistiksel olarak ilk yıl önemli ilişkiler bulunmazken ikinci yıl ve her iki yılın ortalama değerlerinde  $p < 0.01$  düzeyinde önemli doğrusal ilişki bulunmuştur. Klorofil içeriği konular arasında OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT sırayla ilk yıl  $49.50-42.52 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $40.62-38.76 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $41.82-39.72 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $44.36-43.00 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $49.43-44.93 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $41.92-39.84 \mu\text{mol m}^{-2}$  aralığında gerçekleşirken; ikinci yıl  $53.22-52.25 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $42.24-40.00 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $47.73-46.27 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $45.70-44.06 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $49.48-47.53 \mu\text{mol m}^{-2}$ ;  $46.35-43.60 \mu\text{mol m}^{-2}$  aralığında gerçekleşmiştir. Genel olarak klorofil değerleri açısından konular arasında belirgin farklar gözlemlenmemiştir (Çizelge 6). Klorofil değerlerinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde, ilk yıl OOO konusunda ( $0.0001x^2 - 0.18x + 77.20$ ,  $R^2 = 0.68^*$ ), OTT ( $0.002x^2 - 1.03x + 171.96$ ,  $R^2 = 0.74^*$ ), OTO ( $-0.0003x^2 + 0.035x + 51.71$ ,  $R^2 = 0.65^*$ ), ikinci yıl TOO ( $-0.0067x^2 + 3.09x - 307.02$ ,  $R^2 = 0.85^*$ ) biçiminde parabolik ilişkiler elde edilmiştir. Denklemler çözümlendiğinde ilk yıl OOO konusunda anlamlı bir ilişki bulunmazken diğer konularda sırasıyla (TTT, TOO, OTT, OTO, TOT), 225. gün, 246. gün, 258. gün 58. gün, 213. günlerde; ikinci yıl OTO konusu dışında diğer konularda sırasıyla (OOO, TTT, TOO, OTT, TOT), 230. gün, 228. gün, 231. gün, 198. gün, 150. günlerde en yüksek klorofil içeriği saptanmıştır. Klorofil konsantrasyonu ortalama değerleri ilk yıl  $0.70-0.72 \text{mg g}^{-1}$  arasında değişirken ikinci yıl  $0.59-0.83 \text{mg g}^{-1}$ , ortalama değerlerinde ise  $0.63-0.78 \text{mg g}^{-1}$  arasında değişmiştir (Çizelge 6). Denemenin ilk yılında OOO konusunda en yüksek klorofil konsantrasyonu değeri  $K_3$  dozundan elde edilmiştir. Anılan konuda  $K_3$  dozu  $K_0$  dozuna göre %10 oranında bir artışa neden olmuştur. TTT ve OTO konularında en yüksek klorofil konsantrasyonu değeri  $K_0$  dozundan ( $0.81 \text{mg g}^{-1}$ ) elde edilmiş, kükürt dozunun her iki konuda da klorofil konsantrasyonu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı kanısına varılmıştır. TOO konusunda en yüksek klorofil konsantrasyonu  $K_3$  dozundan elde edilmiş;  $K_0$  dozuyla kıyaslandığında  $K_3$  dozu, klorofil konsantrasyonunu %6 arttırmıştır. İkinci yılda OOO ve TTT konularında en yüksek klorofil konsantrasyonu sırasıyla  $K_1$  ve  $K_2$  dozlarından elde edilmiştir.  $K_0$  dozuyla kıyaslandığında  $K_1$

ve  $K_2$  dozları sırasıyla %47 ve %1.3 oranında artışa neden olmuştur. TOO, OTT, OTO ve TOT konularında en yüksek klorofil konsantrasyonu değeri  $K_0$  dozundan elde edilmiş, kükürt dozunun anılan konularda klorofil konsantrasyonu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı kanısına varılmıştır. Kükürt dozları arasındaki ilişkiye bakıldığında ise en yüksek klorofil konsantrasyonu ilk yıl  $K_3$  dozunda, ikinci yıl  $K_1$  dozunda gerçekleşmiştir.

### 4. Sonuç

Genel olarak değerlendirildiğinde, her gelişme döneminde 90 cm etkili kök derinliğinde toprak nem açığını karşılayacak düzeyde sulama yapılmasının pamuk bitkisinin maksimum verimin elde edilmesi için gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum denemede en yüksek verimin elde edildiği TTT konusunda açık bir şekilde görülmektedir. Bununla birlikte, denemenin ilk yılında en yüksek ikinci sıradaki verimin OTT konusundan elde edilmesi kıştan kalan nemin taraklanma döneminde bitkinin ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde olduğunu göstermektedir. Mevcut su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda pamuk gibi çok su tüketen bir bitkide bir sulama uygulamasının yapılmaması oldukça önemli bir miktar su tasarrufuna neden olur. İkinci yılda en yüksek verimin çiçeklenme döneminde sulama suyu uygulanmayan TOT konusundan elde edildiği düşünülünce yağışın ne denli önemli olduğunu burada açık bir şekilde görülmektedir. Araştırmada gelişme dönemi süresince devam eden su stresi koşullarında, bitkide verimliliği artırmak veya düşürmemek için yapraktan kükürt uygulaması bir seçenek olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Burada önemli olan unsur, su stresinin 'ne kadar süreceği' ve 'hangi dozda' elementel kükürtün uygulanması gerektiğidir. İki yıl genel olarak değerlendirildiğinde taraklanma döneminde (OTT) ve tüm gelişme dönemlerinde sulama yapılmadığında (OOO)  $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  dozlarının  $K_0$  dozuna göre verim de önemli artışlar sağladığı bu nedenle susuz ya da dönemsel su kısıtlamalarının zorunlu olduğu alanlarda yapraktan kükürt uygulamasının üreticiler için önemli avantajlar sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel araştırma projeleri (Proje No: 14100) tarafından desteklenmiştir. Hatay Mustafa Kemal

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalında yürütülmüş "Yüksek Lisans Tezi"nin bir kısmıdır.

#### Kaynakça

- Akgöl, B. (2012). Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) verim, kalite ve kuraklığa dayanıklılık özelliklerinin kalıtımı. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Başal, H., Dağdelen, N., Ünay, A., & Yılmaz, E. (2009). Effects of deficit drip irrigation ratios on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fibre quality. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 195(1):19-29.
- Bek, Y., & Efe, E. (1988). Araştırma ve Deneme Medotları I. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı: No:71, s:395.
- Ben-Asher, J., Alpert, P., & Shechter, M. (2007). Effect of global warming on the secondary factors affecting water use efficiency and irrigation management. <http://pdfcast.org/pdf/effect-of-global-warming-on-the-secondary-factors-affecting-water-use-efficiency-and-irrigation-management>. Erişim tarihi: 5 Ocak 2018.
- Burt, C.M., O'connor, K., & Ruehr, T. (1995). Fertigation. Irr. Training and Research Center. Cal. Polytec. St. Univ., San Luis Obispo, Ca 93407, ISBN 0-9643634-1-0. p:295
- Chuanjie, Y., Yi, L., Lin, S., & Na, W. (2015). Effect of deficit irrigation on the growth, water use characteristics and yield of cotton in arid Northwest China. *Pedosphere*, 25(6):910-924.
- Coşkun, Z. (2015). Harran ovasında damla sulamanın pamuk verimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Çetin, O., & Bilgel, L. (2002). Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. *Agricultural Water Management*, 54(1):1-15.
- Dietz, K.J. (1989). Recovery of spinach leaves from sulphate and phosphate deficiency. *Journal of Plant Physiology*, 134(5):551-557.
- Doorenbos, J., & Kassam, A. H. (1979). Yield Response to Water. FAO 33, 193 pp, Rome.
- Duke, S.H., & Reisenauer, H.M. (1986). Roles and Requirements of Sulfur in Plant Nutrition. in: Tabatabai, M.A.(Ed), Sulfur in Agriculture, Argon, Monogr, Vol. 27.Asa, Cssa and Sssa, Madison, W. I.,123-168.
- Howell, T.A., Davis, K.R., McCormick, R.L., Yamada, H., To Walhood, V., & Meek, D.W. (1984). Water use efficiency of narrow row cotton. *Irrigation Science*, 5(3):195-214.
- Hussein, F., Janat, M., & Yakoub, A. (2011). Assessment of yield and water use efficiency of drip irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficit irrigation. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 35(2011): 611-621.
- James, L.G. (1988). Principles of Farm Irrigation System Design. Krieger Publishing, New York, p:543
- Jie, X., Dong, Q., & Li-Na, Z. (2008). Effects of sulfur nutrition on the chlorophyll content of maize leaf under zinc and drought stress. *Agricultural Research in The Arid Areas*, 2008:1-2.
- Kaçar, B., & Ünal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayınları.
- Kaçar, M.M., & Katkat, V. (2007). Farklı su ve gübre sistemlerinin pamuk bitkisinde su stres indeksinin değişiminin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Daccache, A., Mounzer, O., & Roupael, Y. (2006). Water use and lint yield response of drip irrigated cotton to the length of irrigation season. *Agricultural Water Management*, 85(3):287-295.
- Keten, M. (2016). Sulama suyunda uygulanan kısıntı seviyelerinin farklı pamuk genotiplerinde su-verim ilişkilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Lichtenhaler, H.K., & Welburn, A.R. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a, b, and extract in different solvents. *Biochemical Society Transactions*. 11, 591.
- Li-Na, Z., Dong, Q., Li-Li, S., & Wei-Jie, Y. (2005). Effects of sulfur fertilization on the contents of photosynthetic pigments and MDA under drought stress. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2005-08.
- Loka, D.A. (2012). Effect of water-deficit stress on cotton during reproductive development. PhD Thesis, University of Arkansas, Fayetteville.
- Loka, D.A., & Oosterhuis, D. (2012). Water Stress and Reproductive Development in Cotton. Department of Crop, Soil, and Environmental Sciences University of Arkansas, Fayetteville, AR 72704, Chapter 5.
- Orgaz, F., Mateos, L., & Fereres, E. (1992). Season length and cultivar determine optimum evapotranspiration deficit in cotton. *Agronomy Journal*, 84(4):700-706.
- Ödemiş, B., Akışcan, Y., Akgöl, B., & Can, D. (2017). Kısıtlı su koşullarında yapraktan uygulanan kükürt dozlarının pamuk bitkisinin kuraklık toleransına etkileri. 214 O 254 TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, 144 s.
- Yazar, A., Sezen, S.M., & Sesveren, S. (2002). LEPA and trickle irrigation of cotton in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Agricultural Water Management*, 54(2):189-203.
- Yıldırım, O. (2008). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1565, s:354.
- Zonta, J.H., Brandão, Z.N., Rodrigues, J.I.S., & Sofiatti, V. (2017). Cotton response to water deficits at different growth stages. *Mossoró*, 30(4):980-990.