



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPRAKTAN UYGULANAN FARKLI KÜKÜRT DOZLARININ PAMUK
BİTKİSİNİN (*Gossypium hirsutum* L.) DEĞİŞİK GELİŞME
DÖNEMLERİNDEKİ SU STRESİNİN AZALTILMASI ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Derya KAZGÖZ CANDEMİR

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
AĞUSTOS-2017**



T.C
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPRAKTAN UYGULANAN FARKLI KÜKÜRT DOZLARININ PAMUK
BİTKİSİNİN (*Gossypium hirsutum* L.) DEĞİŞİK GELİŞME
DÖNEMLERİNDEKİ SU STRESİNİN AZALTILMASI ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Derya KAZGÖZ CANDEMİR

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
AĞUSTOS-2017**

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPRAKTAN UYGULANAN FARKLI KÜKÜRT DOZLARININ PAMUK
BİTKİSİNİN (*Gossypium hirsutum* L.) DEĞİŞİK GELİŞME
DÖNEMLERİNDEKİ SU STRESİNİN AZALTILMASI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Derya KAZGÖZ CANDEMİR

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Berkant ÖDEMİŞ danışmanlığında hazırlanan bu tez -/-/2017 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Berkant ÖDEMİŞ
Başkan

Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ
Üye

Doç. Dr. Murat TİRYAKİOĞLU
Üye

Kod No: 980

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 14100

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

03.08.2017

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Derya KAZGÖZ CANDEMİR

ÖZET

YAPRAKTAN UYGULANAN FARKLI KÜKÜRT DOZLARININ PAMUK BİTKİSİNİN (*Gossypium hirsutum* L.) DEĞİŞİK GELİŞME DÖNEMLERİNDEKİ SU STRESİNİN AZALTILMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Araştırma, farklı gelişme dönemlerinde su stresine maruz bırakılmış pamuk bitkilerinde (*Gossypium hirsutum* L.) yapraktan kükürt uygulamalarının su stresinin azaltılmasına etkilerini belirlemek amacıyla 2015 yılında Amik Ovasında (Hatay) yürütülmüştür. Araştırma da pamuk bitkisi a) vejetatif gelişme dönemi, b) çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi, c) kozaların açılması dönemi olmak üzere 3 farklı gelişme dönemine ayrılmıştır. Kimi dönemlerde tam sulama (T) yapılırken, kimi dönemlerde sulama yapılmamıştır (O). Her gelişme döneminde pamuk bitkisine farklı dozlarda (K_0 : 0 ml da⁻¹, K_1 : 150 ml da⁻¹, K_2 : 250 ml da⁻¹, K_3 : 350 ml da⁻¹) yapraktan elementel kükürt uygulanmıştır. Çalışma, bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada verim, verim parametreleri (kuru madde miktarı), vejetatif (bitki boyu, yaprak alan indeksi) ve fizyolojik özellikleri (stoma iletkenliği, klorofil içeriği) gibi parametrelere su kısıtının ve kükürt dozlarının etkileri incelenmiştir.

Denemede uygulanan sulama suyu miktarları 1134.85 mm ile 90.25 mm, bitki su tüketimleri 1011.91 mm ile 304.10 mm, su kullanma randımanları 0.83 kg da⁻¹ mm⁻¹ ile 0.45 kg da⁻¹ mm⁻¹ ve sulama suyu kullanım randımanı 2.79 kg da⁻¹ mm⁻¹ ile 0.41 kg da⁻¹ mm⁻¹ arasında değişmiştir. Bitki su verim fonksiyonu (K_y) en yüksek 0.95 ve en düşük 0.87 olarak hesaplanmıştır. Ortalama kütlü pamuk verim değerleri OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT konularında sırasıyla 251.46 kg da⁻¹, 532.87 kg da⁻¹, 235.99 kg da⁻¹, 451.09 kg da⁻¹, 287.14 kg da⁻¹, 305.03 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Kükürt dozu ile verim arasındaki ilişki irdelendiğinde; OOO konusunda en yüksek verim K_3 dozundan elde edilmiştir. Anılan konu kükürt uygulanmayan K_0 ile kıyaslandığında (OOOK₀) K_3 dozu %59.58 oranında verim artışına neden olmuştur. TTT konusunda en yüksek verim K_2 dozundan, TOO konusunda en yüksek verim K_1 dozundan, TOT konusunda ise en yüksek verim K_1 dozundan elde edilmiştir. Anılan dozlar (TTTK₂, TOOK₁, TOTK₁) K_0 dozu ile kıyaslandığında verimi sırasıyla %16.71, %24.18, %24.14 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

2017, 85 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Pamuk, Farklı Gelişme Dönemleri, Su Kısıtı, Yapraktan Kükürt Uygulamaları

ABSTRACT

EFFECTS OF FOLIAR SULFUR APPLICATIONS IN REDUCING WATER STRESS APPLIED TO THE COTTON PLANT (*Gossypium hirsutum* L.) DURING DIFFERENT DEVELOPMENT PERIODS

This research was carried out in the Amik Plain (Hatay province) in 2015 to determine the effects of foliar sulfur applications to reduce water stress of cotton plants, during different developmental periods. The cotton plants were studied in three different developmental periods: a) vegetative growth, b) first flower and boll development, c) boll opening. In some development periods, the plants were fully irrigated (T) while they were not irrigated in other periods (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^{-1} , S_1 : 150 ml da^{-1} , S_2 : 250 ml da^{-1} , S_3 : 350 ml da^{-1}). The study was carried out according to split plot design with 3 replicates. The effects of drought and different doses of sulfur applications on the parameters such as yield, yield parameters (dry matter amount), vegetative (plant height, leaf area index) and physiological characteristics (stomatal conductance, and chlorophyll content) were examined.

The average amount of irrigation water ranged from 1134.85 mm to 90.25 mm and evapotranspiration from 1011.91 mm to 304.10 mm, the water use efficiency from 0.83 $\text{kg da}^{-1} \text{mm}^{-1}$ to 0.45 $\text{kg da}^{-1} \text{mm}^{-1}$ and irrigation water use efficiency from 2.79 $\text{kg da}^{-1} \text{mm}^{-1}$ to 0.41 $\text{kg da}^{-1} \text{mm}^{-1}$. Plant water yield response factor (K_y) was calculated as the highest at 0.95 and the lowest at 0.87. The mean seed cotton yields were 251.46 kg da^{-1} , 532.87 kg da^{-1} , 235.99 kg da^{-1} , 451.09 kg da^{-1} , 287.14 kg da^{-1} , and 305.03 kg da^{-1} for the treatments of OOO, TTT, TOO, OTT, OTO and TOT, respectively. When the relation between sulfur dose and yield was examined, it was observed that the highest yield in the treatment of OOO was obtained from the S_3 dose. The mentioned treatment (OOOS₃), when compared with the non-sulfur treatment (OOOS₀), S_3 resulted in a 59.58% increase in yield. The highest yields were obtained in the TTT treatment from the S_2 dose, in the TOO treatment from the S_1 and TOT treatment from the S_1 dose. When the indicated doses (TTTS₂, TOOS₁, TOTS₁) were compared with S_0 doses, it was found out that the yields were increased by 16.71%, 24.18% and 24.14%, respectively.

2017, 85 Pages.

Keywords: Cotton, Different Developmental Stages, Deficit Irrigation, Foliar Sulfur Applications

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konumun belirlenmesi, yürütülmesi ve yazım aşamasında bilgi ve birikimlerini esirgemeyen, insani yönü ve akademik başarısını her zaman örnek alacağım danışman hocam sayın Prof. Dr. Berkant Ödemiş'e göstermiş olduğu sabır ve özveriden dolayı saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın alt yapısını oluşturmada ve deneme alanının hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Progen A.Ş. Ar-Ge Genel Müdürü Dr. Batuhan Akgöl'e, Ziraat Mühendisi Deniz Can'a, Progen A.Ş. çalışanlarına ve yaz stajında yardımlarını esirgemeyen lisans öğrencisi İpek Duman'a ve ismini sayamadığım stajyer arkadaşlara teşekkürler. Gerek arazi çalışması gerekse ofis çalışmasının her aşamasında yanımda olan yüksek lisans öğrencisi Kerem Karazincir' e doktora öğrencisi Esengül Demirel' e ve yüksek lisans öğrencisi Hatice Delice' ye teşekkür ederim.

Benim şu anki konumumda olmama vesile olan, desteklerini her zaman hissettiğim, emeklerinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim canım annem ve babama, çok sevdiğim kız kardeşlerime teşekkürü borç bilirim.

Çalışmam süresince göstermiş olduğu sabırdan, özveriden, maddi ve manevi desteklerinden dolayı sevgili eşim İsmail Candemir'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Pamuk Bitkisinin Gelişme Dönemlerinin Suya Tepkisi.....	4
2.2. Pamuk-Su-Verim İlişkileri	7
2.3. Kükürt'ün Bitki Besin Elementi Olarak Önemi	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Araştırma Alanı	16
3.1.2. Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri	16
3.1.3. İklim Özellikleri	17
3.1.4. Bitki Materyalinin Özellikleri	18
3.1.5. Sulama Suyunun Sağlanması	19
3.1.6. Sulama Sisteminin Özellikleri.....	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi.....	20
3.2.2. Deneme Konularının Oluşturulması.....	21
3.2.3. Kükürt Konularının Oluşturulması	25
3.2.4. Sulama ve Kükürt Etkinliğine İlişkin Yapılan Ölçümler	27
3.2.4.1. Toprak Nem İçeriğinin Belirlenmesi	27
3.2.4.2. Vejetatif ve Fenolojik Ölçümler	28
3.2.4.2.1 Bitki Boyu (cm)	28
3.2.4.2.2 Bitki Kuru Madde Miktarı (kg da ⁻¹)	28
3.2.4.2.3 Bitkide Koza Sayımı (adet m ⁻²)	29
3.2.4.2.4 Yaprak Alan İndeksi (m ² m ⁻²).....	29
3.2.4.3. Fizyolojik Ölçümler	30
3.2.4.3.1 Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹).....	30
3.2.4.3.2 Klorofil İçeriği (SPAD, µmol m ⁻²).....	31
3.2.4.3.3 Klorofil Konsantrasyonu (mg g ⁻¹).....	32
3.2.4.3.4 Kükürt Analizleri	33
3.2.5. Hasat ve Hasat Sonrası Yapılan Analizler	33
3.2.5.1. Kütlü Pamuk Verimi (kg da ⁻¹).....	33
3.2.5.2. Çırcır Randımanı (%).....	34
3.2.5.3. Diğer Lif Özellikleri.....	34
3.2.6. Sulama Uygulamalarına İlişkin Hesaplanan Parametreler.....	35
3.2.6.1. Bitki Su Tüketiminin (Evapotranspirasyonun, Et) Saptanması	35
3.2.6.2. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı.....	35
3.2.6.3. Su-Verim Fonksiyonu (Ky).....	36
3.2.7. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	37

4.1. Sulama Suyu Sonuçları	37
4.2. Bitki Su Tüketimi Sonuçları.....	40
4.3. Kütlü Pamuk Verimi	40
4.4. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanları.....	43
4.5. Kükürt Konsantrasyonu (%).....	44
4.6. Klorofil Konsantrasyonu (mg g^{-1})	47
4.7. Su-Verim Fonksiyonu (K_y).....	49
4.8. Su-Verim İlişkileri.....	50
4.8.1. Sulama Suyu ve Kütlü Verim.....	50
4.8.2. Bitki Su Tüketimi Verim Arasındaki İlişki	51
4.8.3. Vegetatif Özellikler	53
4.8.3.1. Kuru Madde Miktarı	53
4.8.3.2. Bitki Boyu (cm)	55
4.8.3.3. Yaprak Alan İndeksi ($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$).....	59
4.8.4. Generatif Özellikler.....	62
4.8.4.1. Bitkide Koza Sayısı (adet m^{-2}).....	62
4.9. Bitki Fizyolojisine İlişkin Sonuçlar	64
4.9.1. Stoma İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	64
4.9.2. Klorofil İçeriği ($\mu\text{mol m}^{-2}$).....	68
4.10. Hasat ve Hasat Sonrası Analizler.....	70
4.10.1. Çırcır Randımanı (%).....	70
4.10.2. Diğer Lif Özellikleri.....	73
4.10.2.1. Lif Uzunluğu (mm)	73
4.10.2.2. Lif İnceliği (Micronaire)	73
4.10.2.3. Lif Kopma Dayanıklılığı (g/text)	74
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	76
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler	17
Çizelge 3.2. Deneme alanına en yakın Serinyol iklim istasyonunun uzun yıllık ortalama iklimsel verileri (1945-2006)	17
Çizelge 3.3. Deneme yılına (2015) ait iklim verileri	18
Çizelge 3.4. Denemede kullanılan ‘Carisma’ pamuk çeşidinin özellikleri (Anonim, 2017c).....	18
Çizelge 3.5. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresi konuları.....	24
Çizelge 4.1. Gelişme dönemlerine göre uygulanan sulama suyu miktarı	38
Çizelge 4.2. Deneme konularına ait sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi, su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinlikleri değerleri	39
Çizelge 4.3. Kütlü pamuk verimine ait varyans analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.4. Yapraktaki kükürt konsantrasyonlarına ilişkin varyans analiz tablosu.....	44
Çizelge 4.5. Kükürt konsantrasyonunun zamana bağlı değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.6. Yapraktaki kükürt ve klorofil miktarlarına ilişkin sonuçlar	46
Çizelge 4.7. Yapraktaki toplam klorofil konsantrasyonlarına ilişkin varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.8. Klorofil konsantrasyonunun zamana bağlı değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.9. Deneme konularına uygulanan kükürt dozlarına ilişkin verim fonksiyonları.....	50
Çizelge 4.10. Kuru madde miktarına ilişkin değerler	54
Çizelge 4.11. Bitki boyu varyans analiz sonuçları	56
Çizelge 4.12. Gelişme dönemlerine uygulanan sulama suyu miktarı ve bitki boyu değerleri.....	57
Çizelge 4.13. Konulara göre bitki boyu (cm) değerleri	58
Çizelge 4.14. Yaprak alanı indeksi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	59
Çizelge 4.15. Zamana bağlı yaprak alan indeksi ($m^2 m^{-2}$) değerleri.....	61
Çizelge 4.16. Deneme konularına ilişkin bitkide koza sayısı (adet m^{-2}).....	62
Çizelge 4.16. (Devam) Deneme konularına ilişkin bitkide koza sayısı (adet m^{-2})	63
Çizelge 4.17. Stoma iletkenliğine ilişkin varyans analiz tablosu.....	64
Çizelge 4.18. Konulara göre stoma iletkenliği ve klorofil içeriği değeri.....	66
Çizelge 4.19. Klorofil içeriği değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	69
Çizelge 4.20. Deneme konularında ortalama çırpır randımanı, lif uzunluğu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı değerleri	71
Çizelge 4.21. Deneme konularından elde edilen çırpır randımanı, lif uzunluğu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı varyans sonuçları	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Hatay ilinin konumu ve araştırma alanından bir görünüm.	16
Şekil 3.2. Denemede kullanılan ‘Carisma’ çeşidine ait bir görünüm	19
Şekil 3.3. Sulama suyu biriktirme havuzu	19
Şekil 3.4. Damla sulama sisteminin denetim birimleri	20
Şekil 3.5. Deneme alanı toprağının hacim ağırlığının belirlenmesi işlemi	20
Şekil 3.6. Deneme parsellerinden bir görünüm.....	21
Şekil 3.7. Deneme deseni	22
Şekil 3.8. Pamuk bitkisinin gelişme dönemleri.....	23
Şekil 3.9. Denemede kullanılan elementel kükürt	25
Şekil 3.10. Yapraftan kükürt uygulamaları	26
Şekil 3.11. Toprak örneklerinin burgu yöntemiyle alınması.....	27
Şekil 3.12. Deneme parsellerinde bitki boyu ölçümlemesi.....	28
Şekil 3.13. Vejetatif ve generatif ölçümlere ilişkin bir görünüm.....	29
Şekil 3.14. Yaprak alan ölçümünden bir görünüm	30
Şekil 3.15. Stoma iletkenliği ölçümünden bir görünüm	31
Şekil 3.16. Klorofil içeriği ölçümünden bir görünüm.....	31
Şekil 3.17. Toplam klorofil konsantrasyonu belirleme işlemi	32
Şekil 3.18. Kükürt analizi aşamalarından bir görünüm	33
Şekil 3.19. Hasattan bir görünüm.....	34
Şekil 3.20. Roller-Gin çırçır makinesi ve çırçırılama işleminden görünüm	34
Şekil 3.21. Liflerin teknolojik özelliklerine ayrılması işlemi	35
Şekil 4.1. Verim (V) ve kükürt dozu (KD) arasındaki ilişki.....	42
Şekil 4.2. Deneme konularına göre oransal su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişki	49
Şekil 4.3. Deneme konularına ait verim (V) ve sulama suyu miktarı (SS) arasındaki ilişki.....	51
Şekil 4.4. Deneme konularına ait verim (V) ve bitki su tüketimi (BST) arasındaki ilişki.....	52
Şekil 4.5. Kükürt dozlarına ait bitki su tüketimi verim arasındaki ilişki	52
Şekil 4.6. Kuru madde (hasat dönemi) (KM) ile sulama suyu (SS) arasındaki ilişki	53
Şekil 4.7. Deneme konularına ilişkin bitki boylarının (BB) günlere bağlı (YG) değişimi	56
Şekil 4.8. Bitki boyu (BB) ve kükürt dozu (KD) ve arasındaki ilişki.....	58
Şekil 4.9. Deneme konularına ilişkin yaprak alan indeksi (YAI) değerlerinin günlere bağlı (YG) değişimi.....	60
Şekil 4.10. Stoma iletkenliği (Sc) ve sulama suyu (SS) arasındaki ilişki	65
Şekil 4.11. Stoma iletkenliği ve bitki su tüketimi arasındaki ilişki.....	67
Şekil 4.12. Stoma iletkenliği (SC) ve kükürt dozları (KD) arasındaki ilişkiler	68
Şekil 4.13. Deneme konularına göre klorofil içeriği (Kİ) ve sulama suyu (SS) arasındaki ilişki	69

SİMGELER VE KISALTMALAR

OOO	Üç gelişme döneminde su uygulanmayan konu
TTT	Üç gelişme döneminde su uygulanan konu
TOO	Sadece Vejetatif gelişme döneminde su uygulanan konu
OTT	Çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi ile kozaların açılması döneminde su uygulanan konu
OTO	Sadece çiçeklenme ve kozaların oluşumu döneminde su uygulanan konu
TOT	Vejetatif gelişme dönemi ve kozaların açılması döneminde su uygulanan konu
K ₀	Kükürt dozu uygulanmayan konu
K ₁	Yaprakta 150 ml da ⁻¹ saf elementel kükürt uygulaması
K ₂	Yaprakta 250 ml da ⁻¹ saf elementel kükürt uygulaması
K ₃	Yaprakta 350 ml da ⁻¹ saf elementel kükürt uygulaması
GD	Gelişme dönemi
KD	Kükürt dozu
VG	Vejetatif gelişme dönemi
ÇKO	Çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi
KA	Kozaların açılması dönemi
ET	Bitki su tüketimi
I	Sulama suyu
d	Gerekli sulama suyu miktarı
A	Parsel alanı
Ea	Su uygulama randımanı
P	Islatılacak alan yüzdesidir
R	Düşen yağış
Cr	Kapiler yükseliş
Dp	Derine sızma
Rf	Yüzey akış
ΔS	Toprak profilindeki nem değişimi
WUE	Su kullanım randımanı
IWUE	Sulama suyu kullanma randımanı

Y	Uygulamalardan elde edilen pamuk verimi
Ya	Gerçek verim
Ym	Maksimum verim
Eta	Mevsimlik gerçek su tüketimi
Etm	Mevsimlik maksimum su tüketimi
Ky	Su-verim tepki etmeni.
YAI	Yaprak alanı indeksi
KM	Kuru madde verimi
EK	Elverişli kapasite
SN	Solma noktası
TK	Tarla kapasitesi
As	Hacim ağırlığı
EC	Elektriksel iletkenlik
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
KT	Kareler toplamı
KO	Kareler ortalaması
SD	Serbestlik derecesi
VK	Varyasyon kaynakları
Mic.	Micronaire (Lif İnceliği Birimi)
g/tex	Lif kopma Dayanıklılığı birimi
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması
Kcp	Seçilen bitki pan katsayısı
g	Gram
kg	Kilogram
ha	Hektar
da	Dekar
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
⁰ C	Santigrat derece
%	Yüzde
kg da ⁻¹	Kilogram/dekar

$L\ h^{-1}$	Litre/saat
$ml\ da^{-1}$	Mililitre/dekar
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp



1. GİRİŞ

Tarımsal sulamada en önemli sorun, suyun kullanımı sürecinde bilimsel ölçütlerin gözardı edilmesidir. Toprak, bitki ve mevcut su varlığı koşullarını dikkate almadan yapılan sulamalar sürdürülebilir tarım için en önemli engelleri oluşturmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde suyun miktarında yaşanan sorunlar ve bunun yanı sıra aşırı su kullanımı ürün potansiyelini önemli ölçüde etkilemektedir. Diğer üretim sektörleri dikkate alındığında tarımın su kullanım oranının yüksek olması bu konuda yapılan araştırmaların da sayısını artırmaktadır. Bu araştırmaların önemli kısmında su kullanımını azaltacak kültürel uygulamaların yanı sıra, su tasarrufunda sulama sistemini, toprağı ve bitkiyi öncelikli olarak ele alan araştırmalar öne çıkmaktadır. Bitkiyi esas alan araştırmalarda sulama zamanı, gereksinim duyulan miktarda sulama suyunun uygulanması ve sonuçta ne miktarda ürün elde edileceğinin belirlenmesi önemlidir. Bir diğer önemli konu ise bitkilerin her gelişme döneminde suya olan tepkilerinin iyi bilinerek, suyun kısıtlı olduğu alanlarda hangi dönemde sulama yapmamanın veya kısıtlı su uygulamanın verimi ne ölçüde etkileyeceğinin bilinmesidir. Su tüketimi ve milli gelire katkısı yüksek ürünler (pamuk, mısır, meyve ağaçları v.b) bu anlamda önemli olup, öncelikli olarak ele alınmalıdır.

Pamuk, dünya genelinde yaklaşık 33.4 milyon hektar alanda tarımı yapılan ve bu alandan yaklaşık 25.8 milyon ton lif üretimi sağlanan dünyanın en önemli endüstri bitkilerinden biridir. Lifi ile tekstil, çiğidi ile yağ sanayine hammadde olması, küspesi ile hayvancılığın gelişmesine katkıda bulunması nedeniyle, pamuk bitkisinin ülke ekonomisindeki yeri büyüktür (Anonim, 2017).

Üretim potansiyeli açısından Çin, uzun yıllardır üretim alanı en geniş ülke iken, son yıllarda üretim artışıyla Hindistan Çin'i geride bırakmıştır. Üretim miktarı açısından (2015/16 yılı verilerine göre), Dünya'da en çok pamuk üreten ilk 5 ülke sırasıyla; Hindistan, Çin, ABD, Pakistan ve Brezilya olmuştur. Tüketimde ise ilk beş sırayı, Çin, Hindistan, Pakistan, Türkiye ve Brezilya almıştır (Anonim, 2017a).

Uluslararası Pamuk İstişare Komitesi (ICAC)'nin verilerine göre, son yıllarda Türkiye'nin, pamuk ekim alanı yönünden Dünyada dokuzuncu, birim alandan elde edilen lif pamuk verimi yönünden ikinci, pamuk üretim miktarı yönünden yedinci, pamuk tüketimi yönünden dördüncü, pamuk ithalatı yönünden beşinci ülke olduğu

Tahmin edilmektedir (Anonim, 2017a). Ülkemizde pamuk; Ege, Çukurova ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yaygın şekilde üretilmektedir. Ege Bölgesi Türkiye’de en fazla pamuk üretilen bölge olup, tekstil sanayinin kullandığı en kaliteli pamuğu üretmektedir. Çukurova Bölgesindeki pamuk alanları ise önemli dalgalanmalar göstermekte ve giderek azalmaktadır. Bölgenin iklim şartları uygun olmasına rağmen, sulama olanaklarının kimi zaman kısıtlı oluşu, pamuk tarımını sınırlandıran en önemli faktördür (Anonim, 2017). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2013 yıl raporuna göre Hatay ilinde toplam ekim alanı 378.819 da, üretim ise 201.919 tondur (Anonim, 2017b).

Pamuk (*G. hirsutum* L.) Malvaceae familyasından olup *Gossypium* cinsinden bir bitkidir. Pamuk tarımında en önemli iklim faktörlerinin başında sıcaklık, gün ışığı, yağış ve oransal nem gelmektedir. Pamuk yetiştirilen bölgelerde yıllık ortalama sıcaklığın 19°C, yaz ayları sıcaklığının ise 25°C olması gerekir. Sıcaklık, tarak oluşmasından önce 20°C, çiçeklenme döneminde 25°C, kozaların gelişme döneminde ise 30-32°C olmalıdır. Hasat döneminde, kozaların iyi açılabilmesi için sıcaklığın 15°C’ ye düşmesi istenir. Pamuk bitkisi, her türlü toprakta yetişebilen bir bitki olmakla birlikte, yüksek verim ve kaliteye ulaşabilmek için toprağın derin profilli ve aluviyal olması gerekir. Derin, kumlu-killi, su tutma yetenekleri yüksek, geçirgenliği, işlenmesi ve sulanması kolay topraklar, pamuk tarımı için ideal topraklardır. Kozaların olgunlaşması ile birlikte pamuk hasadına başlanır. Hasadın başlama tarihi, yörenin iklim koşullarına, ekim tarihine ve sulama koşullarına göre değişmekle birlikte Eylül sonu itibariyle başlayıp Kasım sonu veya Aralık ortasına kadar devam eder (Anonim, 2016). Pamuk ekimden hasada kadar belirgin olarak 3 gelişme dönemine sahiptir. Bunlar a) vejetatif gelişme dönemi (VG); bitkinin birkaç yapraklı olmasından, ilk çiçeklerin görülmesine kadar geçen süre, b) çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi (ÇKO); ilk çiçeklerin görülmesinden ilk koza çatlamasına kadar geçen süre, c) kozaların açılması dönemi (KA); ilk koza çatlamasının görülmesinden son el hasadına kadar geçen süredir (Doorenbos ve Kassam, 1979).

Pamuk diğer birçok bitki grubuna göre daha fazla su tüketir. Farklı iklim alanlarında değişmekle birlikte pamuk bir sulama döneminde yaklaşık 985 ile 1103 mm arasında su tüketimine sahiptir (Baştuğ ve Tekinel, 1989). Küresel iklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışı yağış miktarlarının azalmasına ve birçok bitki grubunun sulama

alışkanlıklarında değişikliğe yol açacaktır. Araştırmalar; sıcaklıkta 2 ile 4°C' lik bir artışın meydana gelmesini ve beklenen yağışın %30 azalmasını, 2050 yılına kadar ürün verimliliğini ve su kullanımını olumsuz şekilde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır (Ben-Asher ve ark., 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 kullanımı 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 su stresi verimde önemli kayıplara neden olabilir (Orgaz ve ark., 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 ve ark., 2005). Su ve kükürt yetersizliğinde klorofilin azalması, etkin fotosentez yapan (fonksiyonel) yapraklarda daha belirgindir (Dietz, 1989). Bu koşulda kükürt uygulaması ile klorofil miktarı arttırılabilir ve abiyotik stresin şiddeti hafifletilebilir (Jie ve ark., 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 bitkisinde, kimi gelişme dönemlerinde sulanmaması durumunda ortaya çıkan su stresinin azaltılmasında yapraktan kükürt uygulamalarının etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Pamuk Bitkisinin Gelişme Dönemlerinin Suyu Tepkisi

Pamuk dünya çapında yaygın olarak yetiştirilen en önemli lif bitkilerinden biridir (Ali, 2015). Genellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetişen pamuk, büyüme ve gelişme dönemlerinde yoğun miktarda sulama suyuna ihtiyaç duyar.

Pamuk diğer birçok bitki grubuna göre daha fazla su tüketir. Farklı iklim alanlarında değişmekle birlikte pamuk bir sulama döneminde yaklaşık 985 ile 1103 mm arasında su tüketimine sahiptir (Baştuğ ve Tekinel, 1989). Su stresinin pamuğun büyümesi ve gelişimi üzerinde önemli bir 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 su stresi verimde önemli kayıplara neden olabilir (Orgz ve ark., 1992).

Yetiştirme sezonu boyunca ya da farklı gelişme dönemlerinde pamuğun yaşadığı su stresi elyaf verimini azalabilir. Pamuk verimi kozaların oluşması ve tutulmasına bağlıdır ve su stresi ile ikisinde azalır (Yazar ve ark., 2002; Guinn ve Mauney, 1984' den). Bu nedenle, yetiştirme mevsimi süresince yeterli sulama ile verim artışı mümkündür (Doorenbos ve Kassam, 1979).

Marani ve Amirav, (1971), pamuğun farklı gelişme dönemlerinde uyguladıkları su stresinin verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla İsrail' de yapmış oldukları çalışmada, çiçeklenme başlangıcındaki su stresinin büyüme oranını, çiçek ve koza sayısını azalttığını; çiçeklenme periyodunun ikinci yarısında uygulanan su stresinin koza tutumunu, koza sayısını, koza kütlü ağırlığını, çırcır randımanı ve lif uzunluğunu azalttığını; koza gelişim dönemindeki stresin ise koza kütlü ağırlığını ve olgunlaşma süresini etkilediğini bildirmişlerdir. Üç farklı uygulamada da lif veriminin su stresinden olumsuz etkilendiğini ancak lif dayanıklılığının etkilenmediğini ortaya koymuşlardır.

Guin ve ark. (1990), pamuk bitkisinde en önemli gelişme döneminin çiçeklenme dönemi olduğunu, bu dönemde ve öncesinde oluşan su stresinin meyve sayısını

azalttığını, tarak ve kozaların dökülmesinde rol oynayan hormonal dengeyi de olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Krieg (1997), su stresi koşullarında pamukta verimi belirleyen unsurların stresin şiddeti, süresi ve stresin ortaya çıktığı bitki gelişme dönemine bağlı olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, taraklanmadan ilk çiçeğin görüldüğü döneme kadar olan periyodun verim parametrelerini belirleyen en önemli gelişme dönemi olarak değerlendirmiş ve bu dönemde yaşanan su stresinin önemli miktarda verim kayıplarına neden olacağını ileri sürmüştür. Ayrıca, su stresi nedeniyle yaprak büyüklüğü ve sayısındaki azalmanın sonucu olarak azalan fotosentez ile birlikte bitki büyüme hızının da yavaşladığını bildirmiştir.

Krieg (2000), pamukta taraklanma başlangıcı ile ilk çiçeklenme arasındaki dönemin su stresine karşı en hassas dönem olduğunu, bu dönemde uygulanan su miktarı ile koza sayısı ve koza ağırlığı arasında kuvvetli bir pozitif ilişkinin olduğunu, ilk çiçeklenme ile maksimum çiçeklenme arasındaki dönemde uygulanan su miktarının koza sayısını arttırdığını belirtmiştir.

Mert (2005), su stresi altında pamuk kütlü verimindeki azalmanın koza sayısındaki azalmadan kaynaklandığını bildirmektedir. Çiçeklenmeden önceki gelişme döneminde uygulanan su stresi bitkide oluşan meyve sayısını azaltarak tarak ve kozaların dökülmesinde önemli rol oynayan hormonal dengeyi de etkilemektedir (Guin ve ark., 1990).

Karam ve ark. (2006) tarafından 2001 ve 2002 yıllarında Lübnan'da yapılan arazi denemesinde damla sulama yöntemiyle sulanan pamuk bitkisinin su kullanımı ve elyaf verimi sonuçları araştırılmıştır. Gelişme dönemleri olarak ilk koza açımı (S_1), kozaların oluşumu (S_2), koza oluşumu döneminin ortası (S_3) ve tam sulanan kontrol konusu (C) olarak ayrılmıştır. Elyaf verimine ek olarak hasat sonu bitki boyu, bitki başına düşen koza sayısı ve oranını belirlemeye çalışmışlardır. Ortalama bitki katsayısı (K_c) değerleri vejetatif gelişme döneminde 0.58, gelişme döneminin ortasında (ilk çiçeklenmeden kozaların açılmasına kadar geçen süre) 1.10 ve son gelişme döneminde (kozaların açılmasından hasat dönemine kadar geçen süre) 0.83 olarak belirlemişlerdir. İki yılın ortalama değerlerine bakıldığında, S_1 , S_2 , S_3 konularına 549 mm, 633 mm, 692 mm sulama suyu uygulandığında sırasıyla 639 kg ha⁻¹, 577 kg ha⁻¹, 547 kg ha⁻¹ verim elde edilmiştir. Kontrol konusunda ise 738 mm su uygulanmış ve 457 kg ha⁻¹ verim elde

edilmiştir. WUE değerleri ise en yüksek S_1 konusundan ($1.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$), S_2 ve S_3 ve kontrol konusunda ise sırasıyla $1.1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, $1.0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, $0.80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ olarak saptamıştır. Çalışma sonucunda, sulama suyu miktarı arttıkça lif veriminin azaldığını ve en yüksek verimin ilk koza açımından sonra yapılan sulamalardan elde edildiğini saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, çalışmada lif veriminin bitki boyu ile azalan, koza sayısı ile artan bir ilişki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Gwathmey ve ark. (2011), ilk çiçeklenme evresinde yaşanan su kısıtının çiçekleri dökme eğiliminde, çiçeklenmeden sonra yaşanan su kısıtının ise koza tutumunu ve çiçeklenme oranını düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Loka ve Oosterhuis (2014), pamukta çiçeklenme döneminin su stresine karşı en hassas dönem olduğunu ancak bu dönemdeki metabolizmanın tam olarak anlaşılamadığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar 2008 ve 2009 yıllarında büyüme odasında Hoogland çözeltisi ile yürüttükleri çalışmada çiçeklenme döneminde tam sulama ve tam sulamanın %50'si oranında su stresi oluşturmuşlardır. Stres koşullarında yaprak stoma iletkenliği, fotosentez ve respirasyon hızlarının önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Pamuk çiçeklerinin bitki su içeriğindeki değişikliklere karşı son derece dirençli olduğu ve stressiz yaprakların su potansiyelinin, stresli yapraklardaki su potansiyeline göre daha yüksek saptandığı, çiçeklenme süresince meydana gelen su stresinin yaprak gaz değişim hızını önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir.

Zonta ve ark. (2017), Brezilya koşullarında pamuk bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresinin 8 farklı pamuk çeşidi üzerinde koza sayısı, verim ve su kullanma randımanı değerlerini araştırmışlardır. Çalışma, vejetatif gelişme, ilk tarak oluşumu, ilk çiçek oluşumu, maksimum çiçeklenme, kozaların açılması ve tam sulamanın yapıldığı kontrol konu olmak üzere 6 uygulamaya ayrılmıştır. Yağmurlama sulama sisteminin kullanıldığı çalışmada WUE değerini 0.39 ile 0.84 kg m^{-3} arasında belirlemişlerdir. Koza sayıları su kısıtından olumsuz etkilenmiş ve en iyi sonuç kontrol konusu ve vejetatif gelişme döneminde yapılan kısıt ile kozaların açılması döneminde yapılan su kısıtından elde edilmiştir. En düşük koza sayısı ise ilk taraklanma, ilk çiçeklenme, maksimum çiçeklenmenin olduğu dönemde yaşanmış ve sırasıyla %18, %33 ve %53 oranında azaldığını ifade etmişlerdir. Ortalama pamuk veriminin ise $5903.6 \text{ kg ha}^{-1}$ (kontrol konusu), $2282.7 \text{ kg ha}^{-1}$ (çiçeklenmenin maksimum olduğu konu) arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

2.2. Pamuk-Su-Verim İlişkileri

Su, pamuk bitkisinin büyüme ve verimini etkileyen en önemli faktördür. Su kıtlığı kuraklığa karşı toleranslı çeşitler geliştirmeyi zorunlu hale getirmiştir.

Hodgson ve ark. (1990), pamuk için karık ve damla sulama yöntemlerini karşılaştırmış ve su kullanım etkinliğini damla sulama ve karık sulama yöntemlerinde sırasıyla 2.23 ve 1.89 kg m⁻³ olarak tespit etmişlerdir.

Genel olarak, WUE değerleri pamuk için, bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. Anaç ve ark. (1999), Ege Bölgesinin kıyı kesiminde yetiştirilen pamuk bitkisi için WUE değerlerinin 0.38 kg m⁻³-0.46 kg m⁻³ arasında, Kanber ve ark. (1996) Çukurova koşullarında ise 1.9 kg ha⁻¹ mm⁻¹-5.9 kg ha⁻¹ mm⁻¹ arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Ertek ve Kanber (2001), damla sulama yöntemi ile sulanan pamukta su kullanım randımanları (WUE) ve verim-tepki etmeninin (ky) değişimini irdelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, sulama suyu miktarının saptanmasında açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden yararlanmışlardır. Çalışmada 2 farklı sulama aralığı (S₁: 5 ve S₂: 10 gün), üç bitki-pan sayısı (Kcp₁: 0.75; Kcp₂: 0.90 ve Kcp₃: 1.05) ve iki ıslatma yüzdesi (P₁: 0.70 ve P₂: bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanılmış, ilk sulama 120 cm derinlikteki kullanılabilir suyun %40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut su, tarla kapasitesine getirilmiştir. Yapılan çalışmada, toplam su kullanım randımanını (TWUE) 0.58-0.62 kg da⁻¹ mm⁻¹, sulama suyu kullanım randımanını (IWUE) 0.76-0.94 kg da⁻¹ mm⁻¹ ve sulama suyu/bitki su tüketim (I/ET) oranını % 67-72.5 arasında saptamışlardır. Ayrıca, mevsimlik verim-tepki etmeni değerini ky: 0.70 olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada, benzer iklim koşullarında damla sulama planlamasında ilgili sulama randımanlarının dikkate alınması gerektiğini ve verim-tepki etmeninden yararlanılarak pamukta sulama suyu eksikliğine karşı, verimde oluşabilecek azalmanın tahmin edilebileceği ileri sürmüşlerdir.

Çetin ve Bilgel (2002), Şanlıurfa koşullarında farklı sulama yöntemlerinin (damla, salma, yağmurlama) verim ve su kullanım etkinliği değerlerini incelemişler, verim değerlerini sırasıyla 4380, 3630, 3380 kg ha⁻¹ olarak, WUE değerlerini ise yine aynı sırayla 4.87, 3.87, 2.36 kg ha⁻¹ mm⁻¹ olarak belirlemişlerdir.

Dağdelen ve ark. (2005)' nın 2003 ve 2004 yılları arasında yapmış olduğu arazi çalışmasında su eksikliği ve su stresinin verim, verim tepki etmeni, su kullanım etkinliği, kuru madde, yaprak alan indeksine etkilerini belirlemeyi amaçladığı çalışmada toplam 5 sulama yapılmış ve ortalama mevsimlik su tüketimi değerlerini 257 ile 867 mm arasında, ortalama pamuk verim değerlerini 1780 ile 5490 kg ha⁻¹ arasında saptamışlardır. En yüksek ortalama pamuk veriminin, tam sulama uygulamalarından elde edildiğini, ortalama su kullanım etkinliği (WUE) 0.61 ile 0.72 kg m⁻³ arasında, ortalama sulama suyu kullanımı etkinliği (IWUE) 0.77 ile 1.40 kg m⁻³ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Verim tepki etmeni (ky) 2 yılın ortalaması 0.92 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca bitki güneş ışığına maruz kaldıkça, kuru madde birikiminin yavaş yavaş arttığını ve her sulama uygulamasından sonra toplam kuru madde birikiminin hızlandığını bildirmişlerdir.

Mert (2005), Hatay İlinde sulu ve susuz koşulların altı pamuk çeşidinin verim ve lif kalitesi üzerine etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Su uygulaması yapılan çeşitler arasında verim ve verime bağlı özelliklerin önemli ölçüde değiştiğini belirlemiştir. Ayrıca araştırmacı; orta, erken ve orta geç çeşitler su stresinden erkenci çeşitlere göre daha fazla etkilendiğini, susuz koşullardaki pamuk çeşitlerinde lif uzunluğunun azaldığını saptamıştır.

Yavuz ve Kanber (2006), 1990 ve 1991 yılları arasında farklı sulama düzeyleri ile son sulama zamanlarının pamuk verimi ve su kullanımına etkisini belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, altı farklı sulama düzeyi ve dört farklı sulama zamanını esas almışlardır. Denemede en yüksek verim ilk yıl dört kez sulanan konudan 2800 kg ha⁻¹ ve ikinci yıl ise beş kez sulanan konudan 4130 kg ha⁻¹ elde edildiğini belirtmişlerdir.

Başal ve ark. (2009), Aydın koşullarında 2004-2005 yılları arasında farklı su kısıtlarının (%0, %25, %50, %75 ve %100) pamuk bitkisinin su kullanım randımanı (WUE), sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), verim ve verim parametreleri ile lif kalite özelliklerine etkilerini belirlemeyi amaçlanmıştır. Çalışmada, WUE değeri en yüksek %75 su uygulamasında 0.62 kg m⁻³ den 0.71 kg m⁻³ e arttığını, ayrıca 2 yıl boyunca %25 su kısıtı uygulamasında verim ve verim bileşenlerinde (2015 yılındaki uygulamada koza sayısı hariç) azalma olmadığını saptamışlardır. Lif kalite özellikleri arasında; lif uzunluğu, lif inceliği, homejenlik indeksinin %100 ve %75 su uygulamaları arasında önemli farklılığa neden olmadığını belirtmişlerdir.

Hussein ve ark. (2010), Suriye'nin Güneydoğusunda 2007-2008 yılları arasında yapmış olduğu çalışmada pamuk bitkisine damla sulama yöntemiyle farklı seviyelerde (%50, %65, %80, %100) su stresi uygulamışlardır. Toplam sulama suyu miktarı 408 mm ile 773 mm arasında değişmiş, ortalama pamuk verimini %50 su kısıtında 2909 kg ha⁻¹ ve tam sulama konusunda 5090 kg ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir. WUE değerini 2007 yılında tam sulama ve %80 uygulama için sırasıyla 0.65 ve 0.70 kg m⁻³ olarak, 2008 yılında ise 0.65 ve 0.72 kg m⁻³ olarak; en yüksek WUE ve IWUE değerlerini %80 su uygulamasında sırasıyla 0.71 ve 0.75 kg m⁻³ olarak, en düşük IWUE değerini ise tam sulama konusunda 0.66 kg m⁻³ olarak belirlemişlerdir. İki yılın ortalama k_y değeri 1 olarak belirlenmiş, tam sulama ve %80 uygulama arasında 2008 yılında lif uzunluğu dayanıklılığı, üniformitesi, elastikiyet bakımından farklılık gözlemlenmediğini ifade etmişler, ayrıca %80 su kullanımının su tasarrufu açısından ve WUE bakımından daha avantajlı olduğunu, su kısıtı yaşanan bölgelerde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kandemir ve ark. (2011)'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 2009 ve 2010 yılları arasında su stresi ve stressiz koşullarda pamuk bitkisinin verim ve lif kalitesi özelliklerini ve kuraklık toleransını belirlemek amacıyla geliştirilen sekiz pamuk hattında (BMR-25, SMR-15, TMR-26, BST-1, SER-21, SST-8, CMR-24, SER-18) ve dört ticari pamuk çeşidinde (Stoneville 468, BA 119, GW-Teks, Şahin 2000) yaptığı çalışmada, lif homojenliği hariç tüm lif kalitesi özelliklerinin, pamuk veriminin, lif verimi ve çırçır randımanı gibi özelliklerinin genotipler ve su uygulamalarından etkilendiğini belirtmişlerdir. Su stresi ve stressiz koşullar altında genotipler arasındaki verim farkının ilk yılda daha yüksek elde edildiğini, her iki yılda da, SER-18 ve Stoneville 468 pamuk genotiplerinin su stresi koşullarında daha yüksek ürün sağladığını belirtmişlerdir. İki yıl boyunca elde edilen sonuçlar, su stresinden dolayı pamuk veriminin % 48.04, elyaf veriminin % 49.41 azaldığını göstermiş, çırçır randımanı ve lif kalitesi özellikleri de su stresi uygulamasından olumsuz etkilenmiş, lif uzunluğu, sağlamlığı, inceliği ve uzaması azalmış ancak lif homojenliğinin su stresinden etkilendiğini belirlemişlerdir.

Ünlü ve ark. (2011), Çukurova koşullarında 2005-2008 yılları arasında yapmış oldukları arazi çalışmasında dört farklı (%0, %25, %50, %100) sulama düzeyinin verim ve verim parametrelerine etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Sulamanın yapılmadığı (susuz) koşullarda kütlü pamuk veriminin 136.9 kg da⁻¹, tam sulama uygulamasında ise

pamuk veriminin 339.7 kg da⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Ortalama bitki su tüketimi değerinin 287±15 (susuz) ile 584±80mm (tam sulama) arasında değiştiğini, su kullanım randımanı değerlerinin 6.0±1.6 (%100) ile 4.8±0.9 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (susuz) arasında, sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin ise 9.4±3.0 (%100) ile 14.4±4.8 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (%50) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Verim tepki etmeni (ky) değeri ise dört yılın ortalaması olarak 0.98 olarak belirlenmiş, yaprak alanı ve kuru madde miktarı değerlerinin sulama suyu miktarı ile birlikte artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Oweis ve ark. (2011), Suriye’de tam ve kısıtlı sulamanın verime tepkisini belirlemek amacıyla 2004-2006 yılları arasında üç yıllık çalışma yürütmüşlerdir. Dört farklı sulama uygulamasının yapıldığı çalışmada elverişli kapasitenin %40’ ı tüketildiğinde verim değerini 1520 kg ha⁻¹, tam sulamada ise 3460 kg ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir.

İzci (2014), Çanakale koşullarında 2011-2012 yılları arasında yürüttüğü çalışmada, farklı seviyelerde sulanan Nazilli-84 pamuk çeşidinin (*Gossypium hirsutum* L.) lif kalite parametrelerine (lif inceliği, lif uzunluğu ve mukavemeti) etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada çırçır randımanı açısından sulama uygulamaları arasında 0.05 önem seviyesinde farklılık olduğunu, tam sulama ve %66 düzeyindeki sulama konuları aynı grupta yer alırken, en düşük sulama seviyesi olan %33 konusunun farklı grupta yer aldığını, lif inceliği irdelendiğinde ise, en iyi sonucun %66 sulama seviyesinden elde edildiğini belirtmiştir. Lif uzunluğu bakımından değerlendirildiğinde tam sulama uygulaması en uzun lif değerini verirken, diğer iki uygulamadan (%33 ve %66) 0.05 önem seviyesinde farklar bulunmuştur. Lif mukavemeti sulama düzeylerinden 0.05 önem seviyesinde etkilenmiş ve en dayanıklı lif mukavemetinin %66 konusundan elde edildiğini belirtmiştir.

Sahito ve ark. (2015)’ nın su stresinin pamuk bitkisinin büyüme ve verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2014 yılında Pakistan’da bir arazi çalışması yürütmüşlerdir. Denemede 4 farklı pamuk çeşidi (NIAB-78, Shahbaz-95, Sindh-1 ve TH-224/87) kullanılmış, tüm büyüme ve verim bileşenlerini (Monopodial dallar ve lif uzunluğu hariç) çeşitler ve sulama düzeylerinde (p<0.01) önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bitki boyu en fazla 138.16 cm, bitki başına düşen tek dal, simpodial dal ve koza sayısı sırasıyla 1.45, 21.83, 44.58 adet olarak ölçülmüş, ortalama olarak çırçır randımanı %33.86, lif uzunluğu 26.97 mm, verim ise 2271.16 kg ha⁻¹ olarak

bulunmuştur. Araştırmacılar, NIAB-78 çeşidinin hemen hemen bütün özelliklerinin diğer çeşitlerden üstün olduğunu belirlemişlerdir.

Karademir ve ark. (2015), normal sulama ve su stresi koşullarında 6 farklı pamuk çeşidinde, çeşitlerin yaprak oransal nem içeriği ile kütlü verimi ilişkisini incelenmişlerdir. Yaprak oransal nem içeriğine yıl, uygulama, yıl $\times$ genotip ve yıl $\times$ uygulama $\times$ genotip interaksiyonlarının etkili olduğunu belirlemişlerdir. Kütlü pamuk verimi yönünden uygulama, yıl $\times$ uygulama, genotip ve yıl $\times$ genotip interaksiyonunun önemli olduğunu saptanmışlardır. Su stresi hem kütlü pamuk veriminde hem de yaprak oransal nem içeriğinde azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Çoşkun (2015), 2014 yılında bölünmüş parseller deneme desenine göre Harran Ovası koşullarında yapmış olduğu çalışmada, damla sulamada farklı lateral aralığı ve farklı sulama düzeylerinin pamuk bitkisinde verim ile bazı verim ve kalite parametreleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Sulama aralığı 7 gün olan araştırmada 2 farklı lateral aralığı (70 cm-140 cm) ve açık su yüzeyi buharlaşmasına bağlı olarak dört ayrı sulama düzeyi (K_{cp1} : 0.75; K_{cp2} : 1.00; K_{cp3} : 1.25; K_{cp4} : 1.50) ele alınmıştır. Deneme sonuçlarına göre, farklı lateral aralığının pamuk verimi üzerinde önemli etkisi olmadığını, sulama suyu miktarlarının pamuk verimine önemli düzeyde etkili olduğunu belirlemiştir. En yüksek verim 616 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Araştırmada, uygulamalarının lif mukavemeti, lif uzunluğu ve 100 tohum ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmazken, kütlü pamuk verimi, ortalama koza ağırlığı, koza kütlü ağırlığı, lif inceliği ve lif ağırlığı üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir. Sulama suyu miktarı ve mevsimlik su tüketimi ile verim arasında doğrusal ilişkiler belirlemiş, su kullanım randımanları (WUE) 0.48 kg m⁻³ ile 0.61 kg m⁻³ arasında, sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) ise 0.60 kg m⁻³ ile 0.65 kg m⁻³ arasında saptamıştır.

Chuanjiel ve ark. (2015), Çin koşullarında kısıtlı sulama altında yetiştirilen pamuk bitkisinin su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanına etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Verim tepki etmeni (ky) 0.65 olarak belirlenmiş, bitki su tüketiminin %70 ve %85' inin karşılandığı konularda verim kaybının %10' un altında olduğunu saptanmışlardır.

Keten (2016), Kahramanmaraş koşullarında tam sulama ve tam sulama konusundan %25, %50, %75 su kısıtı uyguladığı ve sulanmayan konularda yaptığı çalışmada 7 farklı genotip ile bölgede yaygın yetiştirilen çeşitlerin su kısıtına tepkisini

araştırmıştır. Çalışmada verim etmeni ky değeri 0.37 olarak hesaplamıştır. IWUE ve WUE değerleri en yüksek %50 su kısıtı konusunun Aday-4 genotipinde sırasıyla 0.76, 0.56 $kg\ m^{-3}$ olarak bulunurken, en düşük değerler tam sulama konusunun Aday-2 genotipinde sırasıyla 0.30, 0.27 $kg\ m^{-3}$ olarak belirlemiştir. Yaprak alan indeksi (YAI) çiçeklenme ve hasat dönemine ait en yüksek değerler sırasıyla tam sulama konusunun Aday-7 genotipinde 6.69 $cm^2\ cm^{-2}$ ve %50 su kısıtı konusunun Aday-3 genotipinde 8.75 $cm^2\ cm^{-2}$ olarak, en düşük değerler ise susuz ve %25 su kısıtı konularının Aday-3 genotipinden sırasıyla 3.39 ve 1.33 $cm^2\ cm^{-2}$ olarak elde edilmiştir. Kütlü verim değerleri en yüksek %25 su kısıtı konusunun Aday-7 genotipinde 492.92 $kg\ da^{-1}$, en düşük ise sulanmayan konunun Aday-2 genotipinde 277.97 $kg\ da^{-1}$ olarak bulunmuştur. Çırcır radımanı en yüksek değer %25 su kısıtı konusunun Aday-1 genotipinden %44.3, en düşük susuz konunun Aday-3 genotipinden %33.8 olarak elde edilmiştir.

İsotcu ve Başal (2016), tam (%100) ve kısıtlı (%50) sulama koşulları altında yetiştirilen pamuk bitkisinin verim, verim bileşenleri ve lif kalite özelliklerinin su kısıtına tepkisini araştırmışlardır. Çalışmada ST-373, BA-308, Carmen, Nazilli-503, Tamcot Sphinx, Şahin-2000, DPL-90 ve Tamcot-22 çeşitleri kullanılmıştır. Tam (%100) sulama koşullarında incelenen tüm özellikler bakımından, kısıtlı sulama (%50) koşullarında ise bitkide koza sayısı ve kütlü pamuk verimi yönünden genotipik farklılığın önemli olduğunu saptamışlardır. Bu çalışma sonucunda tek bitki döl sıraları; verim, verim komponentleri ve lif kalite özellikleri bakımından birlikte değerlendirildiğinde, tam sulama koşullarında, Carmen x Nazilli-503 (H: 11), Nazilli-503 x Şahin-2000 (H: 109), Carmen x Nazilli-503 (H: 119), ST-373 x DPL-90 (H: 122), kısıtlı sulama koşullarında ise Carmen x Nazilli-503 (H: 20), Nazilli-503 x Tamcot-22 (H: 61), Carmen x DPL-90 (H: 75) tek bitki döl sıraları ümit verici döl sıraları olduğunu saptamışlardır.

2.3. Kükürt'ün Bitki Besin Elementi Olarak Önemi

Kuraklık toleransını artırmada kükürt uygulamalarının etkilerini belirlemeye yönelik araştırmalarda, 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 ve ark., 2005).

Burke ve ark. (1986), kükürt noksanlığının ilk olarak genç yapraklarda ortaya çıktığını bunun nedeninin ise yaşlı yapraklardan genç yapraklara doğru kükürt taşınmasının yetersiz olduğunu ifade etmektedirler. Ayrıca bitkilerin ilk gelişme dönemlerinde kükürt noksanlığı bodur gelişmeye, yaprakların küçülmesine, boğum aralıklarının kısılmasına, gövde ve dalların incelmesine neden olduğunu ve yaprak yüzey genişliği azalırken yaprak hücrelerinin küçülüp sayısının azaldığını ifade etmektedirler.

Marschner (1995), kükürt noksanlığının en tipik belirtisi olarak protein ve klorofil sentezinin gerilemesi sonucu genç yaprakların sararması olduğunu, yeteri kadar kükürt alınamaması halinde kök hidrolik geçirgenliği, stoma açıklıkları, net fotosentez ve kloroplast sayılarının azaldığını, yaprak alanlarının küçüldüğünü ifade etmiştir.

Duke ve Reisenauer (1986), kükürtün, proteinin yapısını inşa ettiğini ve klorofilin yapısında anahtar rol oynadığını; Dietz (1989), su ve kükürt yetersizliğinde klorofilin azaldığını ve bu durumun etkin fotosentez yapan (fonksiyonel) yapraklarda daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir.

Erdem (2004), topraklara yapılan kükürt uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarında ve yeşil aksamın kükürt içeriğinde önemli artışlara neden olduğunu, ayrıca bitkinin yeşil aksamındaki kükürt ve azot içerikleri arasında önemli ve pozitif bir ilişki saptadığını belirtmiştir.

Li-na ve ark. (2005), yüksek düzeyde su ve gübreye ihtiyaç duyan Zhengyin 1 ile kuraklığa dayanıklı Shanhe 6 buğday çeşitlerinde saksı koşullarında yaptıkları çalışmada, dane dolum döneminde kuraklık ve kükürt stresinin klorofil (klorofil a ve klorofil b) içeriğine etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, kükürt uygulanan konulardaki klorofil içeriğinin, kükürt uygulanmayan konuya göre daha yüksek çıktığını göstermiş, kuraklık stresi altında, kükürt uygulaması ile buğdayda klorofil içeriğinin düzenlenebildiğini ve bitkilerin kuraklığa karşı toleranslarının kükürt uygulamaları ile artırılabilirliğini belirtmişlerdir.

Haliloğlu ve ark. (2006), Suruç Ovasında 2001-2002 yılları arasında yapmış olduğu çalışmada farklı dönemlerde yaprak gübresi uygulamalarının bitkisel ve lif teknolojik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma, 8 konuya ayrılmış, 2 pamuk

çeşidi (Erşan-92 ve Stoneville-453) ve % 3.4 Fe, % 3.0 Mn, % 0.5 Cu, % 4.2 Zn, % 1.2 Mg (% 2 MgO), % 1.5 B, % 0.05 Mo, % 2.8 S içeren içeren yaprak gübresi kullanılmıştır. Araştırmacılar, kütlü verimi 297.40 kg da⁻¹-393.41 kg da⁻¹ arasında, çırçır randımanı % 38.84-% 41.35 arasında değiştiğinin ancak yaprak gübresi uygulamasının kütlü verimi ve çırçır randımanı üzerinde etkisi olmadığını saptamışlardır. Stoneville-453 çeşidinde Çiçeklenme Başlangıcında 300 g da⁻¹ gübre uygulamasının bitki boyunu arttırdığını; yaprak gübresi uygulamalarının Erşan-92 ve Stoneville-453 çeşitlerinde lif uzunluğunu az da olsa arttırdığını; her iki yılda ve her iki çeşitte Taraklanma Başlangıcı 300 g da⁻¹ gübre uygulamasından en ince liflerin (4.07 micronaire-4.77 micronaire) elde edildiğini; Erşan-92 çeşidinde her iki yılda Çiçeklenme Başlangıcında (300 g da⁻¹) uygulamasının, Stoneville-453 çeşidinde ise, Çiçeklenme Başlangıcı (150 g da⁻¹) ve Çiçeklenme Doruğu (150 g da⁻¹) uygulamasının en yüksek lif mukavemetini verdiğini saptamışlardır.

Jie ve ark. (2008), 4 farklı kükürt içeriğine sahip Hoogland çözeltisinde yetiştirilen mısır bitkisinin fonksiyonel yapraklarındaki klorofil içeriğindeki değişimleri belirlenmeye çalışmışlardır. Araştırmada kuraklık stresi PEG6000 çözeltisi ile ağır metal stresi ise Hoogland çözeltisine eklenen çinkonun farklı konsantrasyonları ile elde edilmiş ve kükürtün klorofil içeriğinin artmasında önemli bir rolü olduğunu ortaya koymuşlardır. Kükürt uygulamasının yapılmadığı veya kükürt yetersizliği durumlarında fonksiyonel yapraklarda klorofil içeriğinin azaldığını, ağır metal stresinin klorofil içeriğinin azalmasında belirgin bir rol oynadığını saptanmışlardır. Klorofil azalmasında kuraklık stresinin belirgin etkisi olmasından dolayı kükürt uygulaması ile stresin olumsuz etkilerinin giderilebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Mahler (2008), sera koşullarında 20 pamuk çeşidi üzerine yapmış olduğu çalışmada 60 gün süreyle toprağa eşit oranlarda kükürt (CaSO₄.2H₂O), (0, 30 ve 60 mg kg⁻¹) uygulamıştır. Yapılan bu çalışmada kükürt ilavesiyle bitkilerde kükürt eksikliği önlenmiş ve kuru madde veriminin arttığını saptamıştır.

Ghaznavi ve Abdolshahib (2011), kükürt kaynağı olan potasyum sülfatın buğdayın kuraklık toleransını artırma potansiyelinin araştırıldığı çalışmada, beş buğday çeşidinin (Kavir, Sistan, Roshan, Bam ve Boulani) susuz ve tam sulama koşullarında iki farklı potasyum sülfat dozunun (0 ve 100 kg ha⁻¹) verim ve verim parametrelerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonunda kuraklık stresi, buğdayın tüm verim

parametrelerinde özellikle verimde %39.37 azalmasına neden olmuştur. Tanık (gübresiz) konu ile karşılaştırıldığında potasyum sülfatın (100 kg ha^{-1}), tane verimini tam sulamada %8 ve kuraklık stresi altında %10 attırdığını belirlemişlerdir. Çiçek sapı uzunluğunda, başaktaki tane sayısında, bitki başına tane veriminde, biyolojik verimde ve tane verimindeki potasyum sülfatın etkisi, susuz uygulamada daha fazla artmıştır. Stres koşullarında potasyum sülfatın fotosentez etkinliğini arttırdığı, fotosentez ve asimilasyon kayıplarını önleyerek kuraklıktan kaynaklanan kayıpları önleyebildiği ve kuraklığa toleransı arttırdığını bildirmişlerdir.

Chan ve ark. (2013), kuraklık stresine karşı direncin, temelde kükürt metabolizmasına, damarlarda sülfat taşınımına, sülfatın yapraklardaki asimilasyonuna ve kükürt içeren bileşiklerin geri dönüşümüne bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, kükürt eksikliği, protein sentezi ve amino asitlerin yapısında bulunan ve kükürt içeren amino asitlerin faaliyetlerinde ve sonuçta verimde azalmaya neden olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Saeed ve ark. (2013)' nın topraktan ve yapraktan uygulanan azot ve kükürtün buğday üzerine etkisini belirlemek amacıyla Pakistan'da iki büyüme sezonunda yapılan arazi denemesinde, azot ve kükürt T_1 : ekimde, T_2 : kardeşlenme, T_3 : çiçeklenme, T_4 : çiçeklenme dönemi sonrası uygulanmıştır. Hem azot hem de kükürt uygulanan konularda başak sayısı 1000 dane ağırlığı ve tane ağırlığı arttırdığını bildirmişlerdir.

Görmüş (2014)' ün Çukurova koşullarında kükürt gübrelerinin pamuk bitkisinin verimi ve kalitesi üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, ekimle birlikte dört farklı kükürt dozu ($0, 15, 30$ ve 45 kg ha^{-1}) elementel ve jips uygulamıştır. Pamuk verimi üzerine en yararlı etki 30 kg S ha^{-1} dozu ile oluşmuş, koza ağırlığı yanı sıra bitkideki hasat edilebilir koza sayısı üzerine önemli etkileri olduğunu saptamıştır. Kükürtün 45 kg S ha^{-1} dozu dışında tüm dozları önemli düzeyde yüksek lif yeknesaklığı oluşturmuştur. 30 ve 15 kg S ha^{-1} uygulamaları mikronerde % 4.0 ile % 2.0 artışa yol açmıştır. Sonuçta araştırmacı, 30 kg ha^{-1} jips uygulamasının yarı kurak koşullar altında optimum verim sağlanmasında yeterli olduğunu sonucuna varmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanı

Araştırma, Hatay ili sınırlarında bulunan ProGen Tohumculuk A.Ş'ne ait araştırma ve uygulama alanında 2015 yılında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alan yaklaşık 2 dekar büyüklüğünde olup, $36^{\circ} 17' 26''$ kuzey enlemleri ile $36^{\circ} 11' 43''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır.



Şekil 3.1. Hatay ilinin konumu ve araştırma alanından bir görünüm.

3.1.2. Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri

Deneme alanı topraklarının temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla daha önce bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinde analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3.1' de verilmiştir. Yapılan analizler sonucu deneme alanı topraklarının siltli killi tınlı, sulama suyunun ise C_3S_1 (ECw: 1397 ($\mu\text{mhos/cm}$)) olduğu belirlenmiştir. Profil boyunca 30 cm'lik katmanlarda türbidimetrik baryum yöntemi (Fox ve ark. 1964) ile yapılan analizler sonucunda toprakta kükürt saptanamamıştır.

Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	pH	Ece (μmhos cm^{-1})	CaCO ₃ (%)	Azot (%)	Organik mad. (%)	TK (%)	SN (%)	As (g cm^{-3})
0-30	59.52	15.28	25.2	SiCL	7.55	1124	2.27	1.42	0.33	21.3	13.4	1.660
30-60	57.52	19.28	23.2	SiCL	7.62	560	0.68	1.65	0.34	24.1	14.2	1.676
60-90	53.52	17.28	29.2	SiCL	7.80	429	0.91	2.01	0.38	25.0	14.5	1.540
90-120	61.52	15.28	23.2	SiCL	7.65	400	0.30	2.12	0.37	25.2	14.7	1.489

TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, As: Hacim ağırlığı, Ece: Toprak süzüğü elektriksel iletkenliği'dir.

3.1.3. İklim Özellikleri

Deneme alanının bulunduğu bölge, Akdeniz bölgesinin tipik iklimsel karakterini yansıtmakta olup; yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı iklime sahiptir. Yörenin uzun yıllık iklim verileri, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne bağlı Serinyol Gözlem İstasyonu'ndan (Çizelge 3.2), yağış (mm), günlük hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), rüzgar hızı (km h^{-1}), oransal nem (%) ve solar radyasyon (w m^{-2}) değerleri ise istenilen zaman aralığına göre deneme sahasına 2013 yılında kurulmuş olan meteoroloji istasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.2. Deneme alanına en yakın Serinyol iklim istasyonunun uzun yıllık ortalama iklimsel verileri (1945-2006)

İklim Ögeleri	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort. Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	8.2	10.4	15.2	18.3	22.2	26.4	28.8	29.1	26.7	24.1	17.8	12.2
Yağış (mm)	20.5	132	66.6	28.2	20.6	0.2	0.0	0.0	14.3	38.6	16.0	62.0
Oransal Nem (%)	45.2	58.8	60.3	55.6	53.4	54.4	62.2	58.0	55.0	42.0	48.6	49.4

Uzun yıllık (1945-2006) 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 (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.3. Deneme yılına (2015) ait iklim verileri

İklim Öğeleri	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ortalama
Ort. Sıcaklık (°C)	21.90	24.60	27.40	28.90	27.60	26.10
Yağış (mm)	0.40	0.03	0.00	0.04	0.02	0.10
Solar Radyasyon (w m ⁻²)	278.90	295.90	294.20	261.60	199.90	266.10
Toprak Sıcaklığı (°C)	24.90	27.70	30.20	31.60	30.10	28.90
Rüzgar Hızı (km h ⁻¹)	5.60	8.20	8.40	6.40	4.20	6.60

3.1.4. Bitki Materyalinin Özellikleri

Denemede ‘Carisma’ çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.2). Çeşide ait karakteristik ve teknolojik özellikler Çizelge 3.4’ de verilmiştir (Anonim, 2017c). Söz konusu çeşit kuraklık stresine toleranslı ve adaptasyon yeteneği yüksektir.

Çizelge 3.4. Denemede kullanılan ‘Carisma’ pamuk çeşidinin özellikleri (Anonim, 2017c)

Karakteristik Özellikleri	Olgunlaşma Grubu	Erkenci
	Elyaf Kalitesi	İyi
	Bitki Boyu	Orta - Uzun
	Bitki Yapısı	Yayvan
	Yaprak Tüylülüğü	Az Tüylü
	Hastalık Toleransı	Toleranslı
	Makinelı Hasada Uygunluk	Uygun
	Adaptasyon Kabiliyeti	Mükemmel
	Kuraklık Stresine Toleransı	Toleranslı
	Dökmeye Karşı Toleransı	Toleranslı
	İkinci Ürüne Uygunluk	Uygun
Teknolojik Özellikler	Mikroner	4.4–4.9
	Mukavemet	30–32 g/tex
	Elyaf Uzunluğu	28–30 mm
	Parlaklık	76-78
	Sarılık	7.5–7.8
	Çırçır Randımanı	%43-%45



Şekil 3.2. Denemede kullanılan ‘Carisma’ çeşidine ait bir görünüm

3.1.5. Sulama Suyunun Sağlanması

Deneme alanının sulanmasında kullanılan sulama suyu, deneme parseline yaklaşık 150 m uzaklıkta açılan 2 farklı kuyudan alınmıştır. Su, 5 inçlik 60 ton saat⁻¹ debili bir dalgıç pompa yardımıyla alınmış, 110 tonluk havuzda (Şekil 3.3) biriktirilerek ana ve yan borularla araziye damla sulama sistemi ile dağıtılmıştır.



Şekil 3.3. Sulama suyu biriktirme havuzu

3.1.6. Sulama Sisteminin Özellikleri

Su deposunun hemen yanına kurulmuş olan denetim biriminde elektrikli pompa ünitesi, basınç düzenleyici, kum ayırıcı (hidrosiklon), elek filtre, 200 L'lik gübre tankı, su sayacı ve manometreler kullanılmıştır. Altı atmosfer basınca dayanıklı, Ø90'lık PVC

plastik borudan oluşan yan borular ise arazi içinde toprağa gömülü olarak yerleştirilmiştir. Denemede, damlatıcı aralığı 40 cm, damlatıcı debisi 1.8 lt h^{-1} olan lateraller kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Damla sulama sisteminin denetim birimleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi

Deneme alanı topraklarının temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri profil boyunca farklı derinliklerden (0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm) araziye temsil edecek şekilde alınmış ve paçal karışım oluşturularak belirlenmiştir. Hacim ağırlığını belirlemek için alınan bozulmamış toprak örnekleri ise hacmi belli silindirler (100 cm^3) yardımı ile deneme alanını temsil eden bir noktada açılan profil çukurundan alınmıştır (Şekil 3.5). Hacim ağırlığı değerleri $1.489\text{-}1.676 \text{ gr cm}^{-3}$ arasında; tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri kuru ağırlık yüzdesi cinsinden sırasıyla 21.3-25.2 ve 13.4-14.7 arasında değişmiştir (Çizelge 3.1).



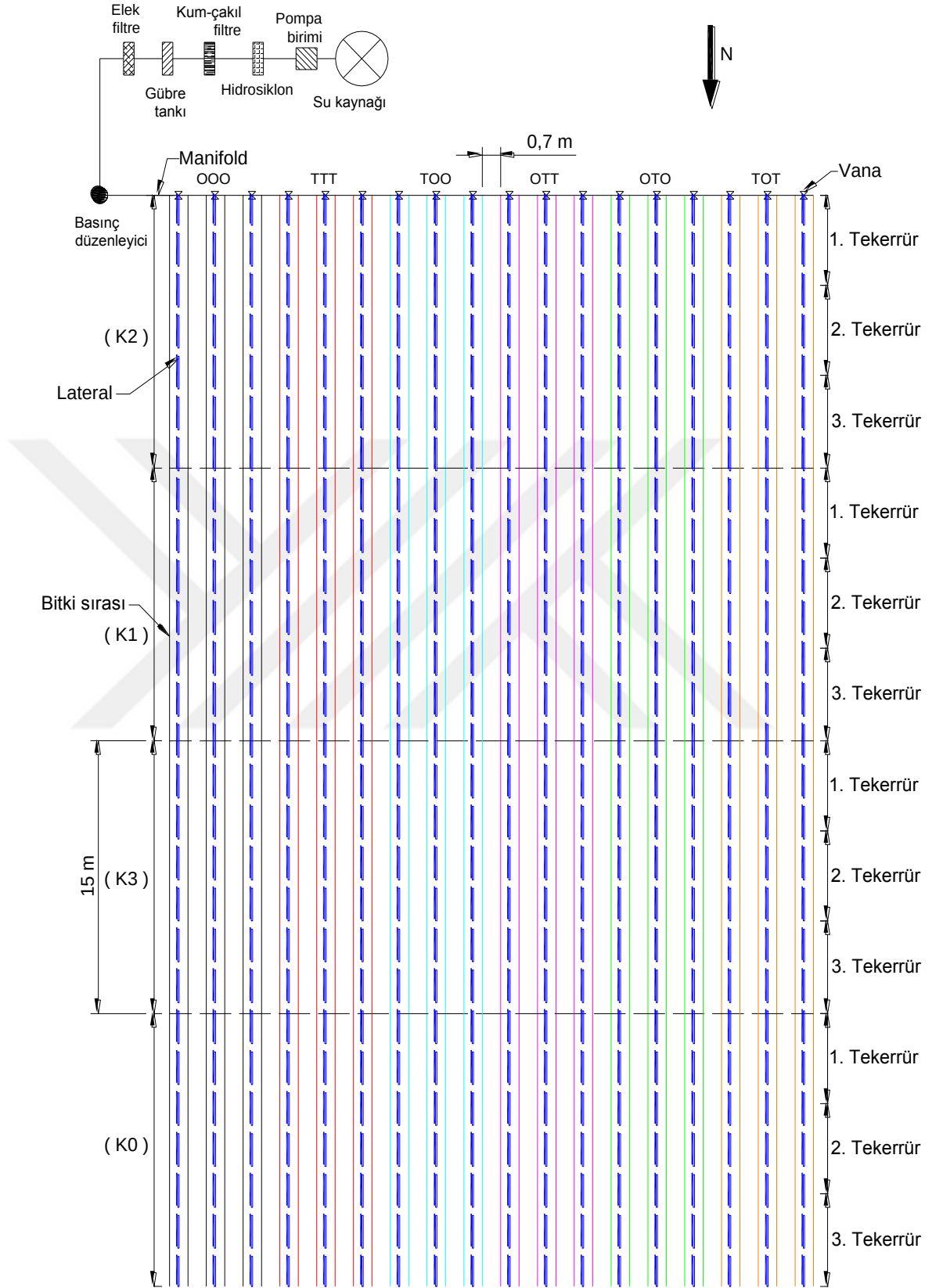
Şekil 3.5. Deneme alanı toprağının hacim ağırlığının belirlenmesi işlemi

3.2.2. Deneme Konularının Oluşturulması

Araştırma, b6l6nm6ř parseller deneme desenine g6re, 3 gelişme d6nemine ayrılmış pamuk bitkisinde kimi d6nemlerde tam sulama, kimi d6nemlerde ise susuz bırakılan 6 sulama konusu ile bu konularda oluşan stresin azaltılması i6in 3 farklı dozda elementel k6k6rt6n yaprakdan uygulanması ile y6r6t6lm6řt6r. Denemede asıl ama6 farklı gelişme d6nemlerinde susuz bırakılan pamuk bitkisinin farklı dozdaki k6k6rt uygulamalarına tepkisinin belirlenmesi olduğundan ana konu tam sulama d6zeyini, alt konuları ise k6k6rt dozları oluşturmuştur. Her konu 6 sıra ve parsel boyu 15 metre olacak şekilde planlanmıştır. Her parsel 3 tekerr6re ayrılmış ve tekerr6rler arasında boşluk bırakılmamıştır. Sıra arası 0.70 m sıra 6zeri seyreltme yapıldıktan sonra yaklaşık 15 cm olarak bırakılmıştır. B6ylece her sırada yaklaşık 100 bitki bulundurulmuştur (şekil 3.6 ve 3.7).



şekil 3.6. Deneme parsellerinden bir g6r6n6m



Şekil 3.7. Deneme deseni

Pamuğun gelişme dönemleri, Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından verilen yaklaşımlara göre belirlenmiştir (Şekil 3.8). Bunlar;

- a) **Vejetatif Gelişme Dönemi (VG)**, bitkinin birkaç yapraklı olmasından, ilk çiçeklerin görülmesine kadar geçen süreyi içermektedir.
- b) **Çiçeklenme ve Koza Oluşumu Dönemi (ÇKO)**, ilk çiçeklerin görülmesinden ilk koza çatlamasına kadar geçen süreden oluşmaktadır.
- c) **Kozaların Açılması Dönemi (KA)**, ilk koza çatlamasının görülmesinden son el hasadına kadar geçen süre olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3.8. Pamuk bitkisinin gelişme dönemleri

Denemede farklı gelişme dönemlerinde tam sulanan ve sulanmayan konular Çizelge 3.5’ de verilmiştir. Bitkide tam ve sağlıklı bir çıkış sağlayabilmek için bütün konulara çıkış döneminde 69.65 mm can suyu uygulanmıştır. Çizelge 3.5’ de görüleceği gibi, TTT konusuna tüm gelişme dönemlerinde mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek miktarda sulama suyu uygulanırken, OOO konusuna sadece çıkış döneminde can suyu uygulanmış ve diğer dönemlerde yağışla beslenmiştir. TOO konusuna sadece vejetatif gelişme döneminde, OTT konusuna çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi ile kozaların açılması döneminde, OTO konusuna sadece çiçeklenme ve kozaların oluşumu döneminde, TOT konusuna ise vejetatif gelişme dönemi ile çiçeklenme ve kozaların açılması döneminde sulama suyu uygulanmıştır.

Çizelge 3.5. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresi konuları

Sulama Konuları	Çıkış	Vejetatif Gelişme Dönemi (VG)	Çiçeklenme ve Koza Oluşumu Dönemi (ÇKO)	Kozaların açılması Dönemi (KA)
OOO	+	-	-	-
TTT	+	+	+	+
TOO	+	+	-	-
OTT	+	-	+	+
OTO	+	-	+	-
TOT	+	+	-	+

(+): Sulamanın yapıldığı dönem, (-): Sulamanın yapılmadığı dönem,
(T): Tam sulamayı (O): Sulamanın yapılmadığı konuyu simgelemektedir.

Denemede ilk sulama elverişli kapasitenin % 50' si tüketildiğinde yapılmıştır. Daha sonraki sulamalar ise haftalık olarak eksilen suyun tarla kapasitesine getirilmesi ile yürütülmüştür. Uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$d = ((TK-MN) \times As \times D)/10 \quad (3.1)$$

Eşitlik 3.1' de; d: Mevcut toprak nemini tarla kapasitesine getirmesi için gerekli olan sulama suyu miktarı (mm), TK: Tarla kapasitesi (% pw), MN: Mevcut toprak nemi (% pw), As: Her toprak katmanı için deneme öncesinde belirlenen hacim ağırlığı (g cm⁻³), D: Toprak katman kalınlığıdır (cm).

Toprak nem içeriklerinin belirlenmesinde profil derinliği 30'cm'lik katmanlara ayrılmış ve etkili kök derinliği 90 cm olarak alınmıştır. Eşitlik 3.1' de tek boyutlu (mm) olarak belirlenen gerekli sulama suyu miktarını hacimsel boyuta getirmek için aşağıdaki Eşitlik 3.2 kullanılmıştır.

$$S = (d \times A \times P)/Ea \quad (3.2)$$

S: Tam sulama (TTT) konusuna uygulanacak sulama suyu miktarı (L), d: Gerekli sulama suyu miktarı (mm), A: Parsel alanı (m²), Ea: Su uygulama randımanı, (0.95 olarak alınmıştır). P: Islatılacak alan yüzdesidir (%). Denemede damla sulama yöntemi kullanıldığından ve her iki sıraya bir lateral yerleştirildiğinden ıslatma yüzdesi 0.35

olarak alınmıştır (Yıldırım, 2008). Tekerrür parsel alanı, tekerrür parselinin boyu (15 m) ve 6 bitki sırası (sıra arası 0.70 m) olarak alındığından 63 m² olarak alınmıştır.

3.2.3. Kükürt Konularının Oluşturulması

Kuraklık toleransının artırılmasında kullanılabilecek önemli elementlerden biri kükürttür (Jie ve ark., 2008). Türkiye toprakları kükürt içeriği bakımından yetersizdir (Kaçar ve Katkat, 2007). Denemenin yürütüleceği alanın topraklarında, hem bölüm laboratuvarı hem de Ankara Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü'nde yapılan analizlerde kükürt içeriğinin 'yok' denecek kadar az olduğu belirlenmiştir. Kükürt toprağa uygulandığı zaman bitki tarafından absorpsiyon süresi ve bitkiye yarayışlı 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. Bu konuda herhangi bir literatür bulunmadığından denemede uygulanan kükürt dozları, kükürt konusunda çalışan akademisyenlerin önerileri doğrultusunda belirlenerek optimal dozun altı ve üstü olacak şekilde belirlenmiştir.

K₀: Topraktan N,P,K uygulaması (15-15-15)

K₁:Topraktan N,P,K uygulaması + yapraktan 150 ml da⁻¹ saf elementel kükürt uygulaması,

K₂:Topraktan N,P,K uygulaması + yapraktan 250 ml da⁻¹ saf elementel kükürt uygulaması,

K₃:Topraktan N,P,K uygulaması + yapraktan 350 ml da⁻¹ saf elementel kükürt uygulaması,



Şekil 3.9. Denemede kullanılan elementel kükürt

Denemede 720 gr L^{-1} hacminde sıvı elementel kükürt kullanılmıştır (Şekil 3.9). Kükürt uygulamaları bitkinin çıkış dönemi dışında tüm gelişme dönemlerinde (gelişme dönemleri ortasında) 1'er kez uygulanmıştır. Denemenin yapıldığı alanda daha önce yürütülen pamuk denemelerinde taraklanma ve çiçeklenme döneminde damla sulama yöntemi ile 5 sulama yapıldığı belirlenmiştir (Akgöl, 2012). Bitki için gerekli mevsimlik kükürt miktarı taraklanma ve çiçeklenme döneminde yapılan sulama sayısına eşit biçimde bölünerek bitkilere uygulanmıştır. Kükürt uygulamaları, sulamadan 3 ya da 4 gün sonra (iki sulamanın ortasında) rüzgârın kükürt dağılımını olumsuz etkilemeyeceği sabahın erken saatlerinde (6:00-6:30) yapılmıştır. Farklı tarihlerde aynı konuya uygulanan kükürt konsantrasyonunda farklılıkları önlemek için her uygulama öncesi sırt pülverizatöründen harcanan su miktarı aynı büyüklükte başka bir alanda su dolu pülverizatör ile denenmiş ve harcanan su miktarı belirlendikten sonra, bu hacme hesaplanan sıvı kükürt miktarı karıştırılarak uygulama yapılmıştır. Sırt pülverizatörü ile yapılan uygulamada uygulayıcı kişilerin yürüme hızları arasında farklılık olmasın diye sürekli aynı kişi kükürt uygulaması yapmıştır. Kükürt uygulamaları sırasında bitki boyunda plakalar tutularak yan parsellerle olan etkileşim engellenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Yapraktan kükürt uygulamaları

Sulama dönemi içerisinde pamuğun ihtiyaç duyduğu azot, fosfor ve potasyum gübrelere tüm konulara eşit ve bölgede yaygın olarak kullanılan doz oranında verilmiştir. Ekimden önce dekara 4 kg da^{-1} 15-15-15 (DAP) gübresi uygulanmıştır. Gübre uygulamaları Burt ve ark. (1995)'nin belirttiği gibi, dört çeyrek kuralı esas alınarak fertigasyon yöntemi ile uygulanmıştır. Bu yöntemle göre bir sulama setinde uygulanan toplam su miktarı dört eşit kısma ayrılmaktadır. Birinci çeyrekte boru

hatlarında basıncın sabitlenmesi ve toprağın üst yüzeyinin ıslatılmasının sağlanması için yalnızca su uygulanmıştır. İkinci ve üçüncü çeyrek süresince su ve gübre birlikte uygulanmış ve son çeyrekte ise yalnızca su uygulanmıştır. Bu yöntemle uygulama sonunda boru hatları içinde gübre çözeltilerinin kalması veya gübrelerin kök bölgesi altına yıkanmaları engellenmiştir. Gübre uygulamalarında herhangi bir hata ile karşılaşmamak adına, gübreler her konuya ayrı ayrı setler halinde hesaplanarak verilmiştir.

3.2.4. Sulama ve Kükürt Etkinliğine İlişkin Yapılan Ölçümler

3.2.4.1. Toprak Nem İçeriğinin Belirlenmesi

Yaklaşık 1 hafta aralıklarla yapılan toprak nem örnekleme ile nem içeriğinin konulara ve zamana bağlı değişimi gözlemlenmiştir. Toprak örnekleri konuların ikinci tekerrüründen gravimetrik yöntem (burgu yardımıyla) ile alınmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Toprak örneklerinin burgu yöntemiyle alınması

3.2.4.2. Vejetatif ve Fenolojik Ölçümler

Denemede kükürt dozu ve sulama düzeylerinin etkinliğini belirlemek amacıyla bitkide vejetatif ve fenolojik ölçümler yapılmıştır. Bunlar;

3.2.4.2.1 Bitki Boyu (cm)

Yetiştirme süresi boyunca yaklaşık 10 günde bir, her tekerrürde 50 cm' ye düşen bitkilerin (yaklaşık 3 bitki) ana gövdenin kök boğazından büyüme noktasının ucuna kadar olan yüksekliğin ölçülmesiyle belirlenmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Deneme parsellerinde bitki boyu ölçümü

3.2.4.2.2 Bitki Kuru Madde Miktarı (kg da^{-1})

Taraklanma başlangıcından hasata kadar; taraklanma başlangıcı (10.07.2017), çiçeklenme başlangıcı (28.07.2015), çiçeklenme ortası (12.08.2015) ve kozaların olgunlaştığı (15.09.2015) dönemde olmak üzere 4 kez bitki örnekleri alınmıştır. Örnekleme işlemi, her uygulama parselinin 50 cm uzunluğundan (sıra üzeri mesafenin

15 cm olduğu düşünölürse) yaklaşık 3 bitkinin toprakla temas ettiği noktadan kesilerek yapılmıştır (Şekil 3.13). Alınan bitkilerin önce mevcut (taze) ağırlığı, daha sonra 65 °C da sabit kuru ağırlığa ulaşınca kadar (yaklaşık 72 saat) etüvde bekletilerek elde edilen kuru madde miktarları belirlenmiştir (Bronson ve ark., 2003).



Şekil 3.13. Vejetatif ve generatif ölçümlere ilişkin bir görünüm

3.2.4.2.3 Bitkide Koza Sayımı (adet m⁻²)

Kuru madde miktarını belirlemek için örnek alındığı tarihlerde aynı bitkilerde (yaklaşık 3 bitki) koza sayısı ölçülmüş ve metre kareye düşen koza sayısı hesaplanmıştır.

3.2.4.2.4 Yaprak Alan İndeksi (m² m⁻²)

Kurumadde miktarının örneklendiği tarihlerde alınan bitkilerin taze ağırlıkları alındıktan sonra bu bitkilerden kesilen yapraklar yaprak alan ölçer Li-3100C Area Meter aleti ile ölçüldükten sonra, elde edilen sonuçlar örnekleme alanına bölünmüş ve yaprak alan indeksi (m² m⁻²) değeri elde edilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Yaprak alan ölçümünden bir görünüm

3.2.4.3. Fizyolojik Ölçümler

Su stresine maruz kalmış bitkide yapılan kükürt uygulamalarının bitkide stoma iletkenliği üzerine etkileri 2 şekilde ölçülmüştür. Uygulamaların kısa dönemde etkileri stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ölçümleri ile, uzun dönemde ise klorofil içeriği (SPAD, $\mu\text{mol m}^{-2}$) ve klorofil konsantrasyon (mg g^{-1}) ölçümleri ile belirlenmiştir.

3.2.4.3.1 Stoma İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Stoma iletkenliğinin yüksek olması stomaların açık ve transpirasyonun hızlı olduğunu, kapalı olması ise transpirasyon hızının azaldığını yada hiç olmadığını göstermektedir. Bitki su gereksiniminin önemli bir ölçütü olan stomalar su stresine karşı son derece duyarlıdır. Stoma iletkenliği ölçümleri 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 yaprak olmak üzere sezon boyunca 9 kez porometre aletiyle yapılmıştır. Anılan ölçümlerde model SC-1 (LPS0881) yaprak porometresi ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) kullanılmıştır (Şekil 3.15). Arazide her ölçüm öncesinde aletin kalibrasyonu, standart kalibrasyon kağıtları ile denetlenmiştir.



Şekil 3.15. Stoma iletkenliği ölçümünden bir görünüm

3.2.4.3.2 Klorofil İçeriği (SPAD, $\mu\text{mol m}^{-2}$)

Yaprakta yeşil rengin değişiminde klorofil miktarı belirleyici olduğundan su stresi ve kükürt uygulamalarının yaprak rengine ve dolayısıyla klorofil içeriğine etkisi SPAD ölçümleri ile belirlemeye çalışılmıştır. Ölçümler sulamalardan bir gün önce tüm uygulama parselleri tekerrürlerinde işaretlenmiş olan 2 bitkide ve 2’şer yaprakta olmak üzere sezon boyunca 9 kez yapılmıştır. Anılan ölçümlerde model Minolta SPAD 502 portatif klorofilmetre ($\mu\text{mol m}^{-2}$) kullanılmıştır. Bu işlem yaprak dökümüne kadar devam etmiş her okuma öncesi aletin kalibrasyonu yapılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Klorofil içeriği ölçümünden bir görünüm

3.2.4.3.3 Klorofil Konsantrasyonu (mg g⁻¹)

Her sulama öncesi yapılan SPAD ölçümlerinden başka bitkinin farklı gelişme dönemlerinde (taraklanma, çiçeklenme, tam çiçeklenme ve koza oluşum döneminde) alınan yaprak örneklerinde toplam klorofil konsantrasyonları belirlenmiştir. Analizler SP-3000 Plus Spektrofotometre aleti ile gelişmesini tamamlamış genç yapraklarda yapılmıştır (Arnon, 1949). Alınan örneklerin ağırlıkları belirlendikten sonra, porselen havan içerisinde üzerine 1-2 ml %80'lik aseton eklenerek homojenize edilmiştir. Daha sonra örnekler kaba filtre kâğıdından 10 ml'lik cam tüplere süzülüp, üzeri 10 ml'ye %80'lik aseton ile tamamlanmıştır (Şekil 3.17). Örneklerin spektrofotometrede 652 nm dalga boyundan elde edilen absorbans değerleri aşağıda Eşitlik (3.2)' de belirtilen formüllerde yerine konularak toplam klorofil değerleri belirlenmiştir (Lichtenhaler ve Welburn, 1983).

$$\text{Toplam Klorofil} = [(A_{652} \times 27.8) \times 10] / \text{Örnek ağırlığı} \times 1000 \quad (3.2)$$



Şekil 3.17 .Toplam klorofil konsantrasyonu belirleme işlemi

3.2.4.3.4 Kükürt Analizleri

Bitkinin farklı gelişme dönemlerinde (taraklanma, çiçeklenme başı, tam çiçeklenme ve koza oluşum döneminde) alınan yaprak örneklerinde, yaprak kükürt konsantrasyonunun uygulamalara etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Örneklemede, her tekerrürde, tekerrürü temsil edecek şekilde fonksiyonel durumda olan 5'er adet yaprak toplanmış, sonra bir defa musluk suyundan ve iki defa saf sudan geçirilmiştir. Daha sonra etüvde 65 °C'de bir gün süre ile kurutulmuştur (Kaçar ve Ünal, 2008). Kurutulmuş yapraklar havan ile ezilerek Truspec_CHNS Analyzer cihazı ile her tekerrür için 2-3 miligram olacak şekilde okutulmuştur (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Kükürt analizi aşamalarından bir görünüm

3.2.5. Hasat ve Hasat Sonrası Yapılan Analizler

3.2.5.1. Kütlü Pamuk Verimi (kg da⁻¹)

Kütlü verim, her sulama konusu 6 sıradan oluştuğu için sağ ve soldan 1 er sıra ile baştan ve sondan 0.50 m kenar tesiri bırakıldıktan sonra geriye kalan alanın, (her tekerrür için 13.05 m²) elle toplanması ile belirlenmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Hasattan bir görünüm

3.2.5.2. Çırçır Randımanı (%)

Hasattan sonra toplanan kütlü örnekleri, Roller-Gin çırçır makinesinde (Şekil 3.20) işlenerek, lif ve çiğit olmak üzere ikiye ayrılarak tartılmış ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla çırçır randımanı hesaplanmıştır (Eşitlik 3.3).

$$\text{Çırçır Randımanı} = (\text{Lif Ağırlığı (g)} / \text{Kütlü Ağırlığı (g)}) \times 100 \quad (3.3)$$



Şekil 3.20. Roller-Gin çırçır makinesi ve çırçırlama işleminden görünüm

3.2.5.3. Diğer Lif Özellikleri

Liflerin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla birinci el hasatta toplanan ve çırçırlanan kütlü örneklerinde; lif uzunluğu (mm), lif kopma dayanıklılığı (g/tex), lif inceliği (mic) USTER HVI-1000 cihazında analiz edilmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Liflerin teknolojik özelliklerine ayrılması işlemi

3.2.6. Sulama Uygulamalarına İlişkin Hesaplanan Parametreler

3.2.6.1. Bitki Su Tüketiminin (Evapotranspirasyonun, Et) Saptanması

Deneme başlangıcından hasat tarihine kadar, tüm konuların 2. tekerrürlerinden ve 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden her sulama öncesi toprak nem değişimi ölçülerek haftalık bitki su tüketimi (Et, mm) belirlenmiştir. Bitki su tüketimi “Toprak Su Bütçesi” yöntemine göre hesaplanmıştır (Yıldırım 2008). (Eşitlik 3.4).

$$Et = I + R + Cr - Dp - Rf \pm \Delta S \quad (3.4)$$

Eşitlikte; Et : Bitki su tüketimi (mm), I : Uygulanan sulama suyu miktarı (mm), R : Düşen yağış (mm), Cr : Kapiler yükseliş (mm), Dp : Derine sızma (mm) (Sulamalardan yaklaşık 24 saat sonra tam sulama konularının 120 cm derinliklerinden yapılan örneklemelerden ölçülmüştür), Rf : Yüzey akış (mm), ΔS : Toprak profilindeki nem değişimi (mm/90 cm) değerlerini göstermektedir. Eşitlikte, yağış (R) araştırma alanında bulunan plüviyometreden, ΔS ise gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir. Sistemde damla sulama kullanıldığı için yüzey akış (Rf) ihmal edilmiştir.

3.2.6.2. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı

Bitki su tüketim ve verim değerlerinden yararlanılarak hesaplanan su kullanım etkinliği Eşitlik 3.5’ de verilmiştir (Howell ve ark., 1984).

$$WUE= Y/Et \quad (3.5)$$

Eşitlikte, WUE: Su kullanım randımanı (kg da⁻¹ mm⁻¹), Y: Uygulamalardan elde edilen pamuk verimi (kg da⁻¹), Et: Evapotranspirasyon (mm)

Sulamanın etkisini belirlemek için sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) Eşitlik 3.6' ya göre hesaplanmıştır.

$$IWUE=Y/I \quad (3.6)$$

Eşitlikte, IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı (kg da⁻¹ mm⁻¹), Y: Uygulamalardan elde edilen pamuk verimi (kg da⁻¹), I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)

3.2.6.3. Su-Verim Fonksiyonu (Ky)

Birim alandan elde edilen verimi yükseltmek için, bitkilerin suya karşı göstermiş oldukları tepkinin bilinmesi gerekir (Hanks, 1983). Bitkilerin suya karşı göstermiş oldukları tepkinin bir göstergesi olan su-verim fonksiyonları Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından belirlenen yöntemle göre hesaplanmış ve (Eşitlik 3.7) suyun daha etkin kullanımını sağlayan uygulamanın belirlenmesine çalışılmıştır.

$$(1-Ya/Ym)=Ky (1-Eta/Etm) \quad (3.7)$$

Eşitlikte, Ya: Gerçek verim (kg da⁻¹), Ym: Maksimum verim (kg da⁻¹), Eta: Mevsimlik gerçek su tüketimi (mm), Etm: Mevsimlik maksimum su tüketimi (mm), Ky: Su-verim tepki etmenidir.

3.2.7. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi

Deneme süresince elde edilen tüm veriler varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Ölçüm ve analiz sonucunda elde edilen verilerin ortalamaları Duncan Testi ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca fizyolojik parametrelerle verim-kalite-bitki gelişme dönemi ilişkileri ve bunların uygulamaları arasındaki ilişkiler korelasyon analizleri ile belirlenmeye çalışılmıştır (Bek ve Efe, 1988).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu Sonuçları

Araştırma da yaklaşık 7 gün aralıklarla toplam 10 sulama yapılmıştır. İlk sulama elverişli kapasitenin %50'si tüketildiğinde uygulanmıştır. Sulama uygulamalarına 25 Haziran'da başlanmış 27 Ağustos'ta bitirilmiştir. Tüm konulara 18 Mayıs ve 25 Haziran tarihlerinde 2 kez olmak üzere toplam 69.65 mm can suyu verilmiştir. Deneme süresince toplam 20.6 mm yağış düşmüştür. Böylece sulanmayan OOO konusu toplam 90.25 mm su almıştır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.1' de gelişme dönemlerine göre uygulanan sulama suyu miktarı ise Çizelge 4.2' de gösterilmiştir.

Deneme boyunca vejetatif gelişme döneminde dört, çiçeklenme ve kozaların oluşumu dönemi ile kozaların açılması dönemlerinde ise üçer sulama yapılmıştır. Aynı alanda daha önce yürütülen araştırmada taraklanma ve çiçeklenme döneminde damla sulama yöntemi ile 5 sulama yapıldığı belirlenmiştir (Akgöl, 2012). Denemede her sulama öncesi başlangıç toprak nemleri değişiklik göstermiştir. Başlangıç toprak nemleri sulama yapılan tarihler dikkate alındığında; OOO konusunda 104.84 ile 269.10 mm arasında, TTT konusunda 294.17 ile 319.20 mm arasında, TOO konusunda 281.45 ile 293.63 mm arasında, OTT konusunda 299.36 ile 302.79 mm arasında, OTO konusunda 205.25 ile 218.00 mm arasında, TOT konusunda 302.00 ile 310.19 mm arasında değişmiştir. Değişen başlangıç nemleri nedeniyle uygulanan sulama suyu miktarı da değişmiştir. TTT konusuna bütün gelişme dönemlerinde sulama suyu (1134.85 mm) uygulanırken. TOO konusuna sadece vejetatif gelişme döneminde su uygulanmıştır (349.16 mm). Benzer şekilde OTT konusuna 875.94 mm, OTO konusuna 477.05 mm, TOT konusuna ise 748.05 mm sulama suyu uygulanmıştır. Çizelge 4.1' den görüleceği gibi, deneme süresi boyunca uygulanan sulama suyu miktarları 90.25 mm ile 1134.85 mm arasında değişmiştir.

Denemede konular arasında uygulanan sulama suyu miktarına bakıldığında en fazla sulama suyu TTT konusuna uygulanmış, diğer konular ise anılan konu ile kıyaslandığında sırasıyla (OOO, TOO, OTT, OTO, TOT) % 92.04, % 69.23, % 22.81, % 57.96, % 34.08 oranında daha az sulama suyu almıştır.

Çizelge 4.1. Gelişme dönemlerine göre uygulanan sulama suyu miktarı

Konu	Sulama Suyu Miktarı** (mm)	Et (mm)	Verim (kg da ⁻¹)	WUE (kg da ⁻¹ mm ⁻¹)	IWUE (kg da ⁻¹ mm ⁻¹)
OOK ₀	90.25	310.62	185.54	0.60	2.06
OOK ₁	90.25	309.47	236.56	0.76	2.62
OOK ₂	90.25	297.47	287.66	0.97	3.19
OOK ₃	90.25	298.84	296.09	0.99	3.28
OOO*	90.25	304.10	251.46 ab	0.83	2.79
TTK ₀	1134.85	1046.42	480.12	0.46	0.42
TTK ₁	1134.85	1014.27	546.70	0.54	0.48
TTK ₂	1134.85	1005.49	560.37	0.56	0.49
TTK ₃	1134.85	981.46	544.27	0.55	0.48
TTT*	1134.85	1011.91	532.87 e	0.53	0.47
TOO ₀	349.16	419.12	203.35	0.49	0.58
TOO ₁	349.16	374.90	252.53	0.67	0.72
TOO ₂	349.16	354.79	243.59	0.69	0.70
TOO ₃	349.16	371.58	244.48	0.66	0.70
TOO*	349.16	380.10	235.99 a	0.63	0.68
OTK ₀	875.94	802.80	458.69	0.57	0.52
OTK ₁	875.94	774.02	442.72	0.57	0.51
OTK ₂	875.94	782.24	465.97	0.60	0.53
OTK ₃	875.94	720.19	436.98	0.61	0.50
OTT*	875.94	769.81	451.09 d	0.59	0.51
OTOK ₀	477.05	590.27	303.34	0.51	0.64
OTOK ₁	477.05	580.40	279.74	0.48	0.59
OTOK ₂	477.05	581.71	285.36	0.49	0.60
OTOK ₃	477.05	581.27	280.12	0.48	0.59
OTO*	477.05	583.41	287.14 b c	0.49	0.60
TOTK ₀	748.05	701.37	263.00	0.37	0.35
TOTK ₁	748.05	697.14	326.49	0.47	0.44
TOTK ₂	748.05	679.03	322.27	0.47	0.43
TOTK ₃	748.05	664.07	308.35	0.46	0.41
TOT*	748.05	685.4	305.03 c	0.45	0.41
K ₀	612.55	645.10	315.67 a	0.50	0.76
K ₁	612.55	625.03	347.46 ab	0.58	0.89
K ₂	612.55	616.79	360.87 b	0.63	0.99
K ₃	612.55	602.90	351.72 ab	0.63	0.99

*: İlgili konuya ait ortalama değer

** : Uygulanan sulama suyu miktarına can suyu ve yağış dahildir

Pamuk bitkisinin gereksinim duyduğu sulama suyu miktarı farklı araştırmalarda farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Can ve ark. (Başılmamış) Hatay bölgesinde 2012-2013 yılları arasında yürüttükleri çalışmada pamuğun sulama suyu gereksinimi en düşük ve en yüksek 167.2 mm ile 589.0 mm değiştiğini belirtmişlerdir. Çoşkun (2015), Şanlıurfa koşullarında 2014 yılında pamuk bitkisine toplam 11 sulama uygulamış, gerek bitkinin vejetatif aksamının artması gerekse hava sıcaklığının artmasına bağlı olarak uygulanan sulama suyu miktarı artmış ve konulara bağlı olarak en yüksek 951.0 mm, en düşük 475.0 mm sulama suyu gereksinimi belirlemiştir. Hussein ve ark. (2010) Suriye koşullarında sulama suyu gereksiniminin 408 mm ile 773 mm arasında değiştiğini belirlemiştir. Yürütülen bu araştırma ile diğer bölgelerde yürütülen araştırmalar irdelendiğinde sulama suyu gereksiniminin iklim, toprak özellikleri, başlangıç ve hasat nemleri, bitki çeşidi ve sulama yöntemlerine bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme konularına ait sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi, su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinlikleri değerleri

Sulama Tarihi	Gelişme Dönemleri	Deneme Konusu					
		OOO	TTT	TOO	OTT	OTO	TOT
	Yağış	20.60	20.60	20.60	20.60	20.60	20.60
18.05.2015		37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00
25.06.2015	Vejetatif Gelişme Dönemleri (VG)	32.65	32.65	32.65	32.65	32.65	32.65
10.07.2015			131.02	131.02			131.02
16.07.2015			127.89	127.89			127.89
	Toplam	69.65	328.56	328.56	69.65	69.65	328.56
21.07.2015	Çiçeklenme ve Koza Oluşumu Dönemi (ÇKO)		140.00		140.00	140.00	
28.07.2015			115.10		115.10	115.10	
09.08.2015			131.70		131.70	131.70	
	Toplam		386.80		386.80	386.80	
14.08.2015	Kozaların Açılması Dönemi (KA)		138.90		138.90		138.90
20.08.2015			137.95		137.95		137.95
27.08.2015			122.04		122.04		122.04
	Toplam		398.89		398.89		398.89
	Toplam	90.25	1134.85	349.16	875.94	477.05	748.05

4.2. Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Deneme konularına ait bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Su tüketim değerleri deneme konularına göre farklılık göstermiştir. Her gelişme döneminde sulama suyu uygulanan TTT konusunda ortalama bitki su tüketimi 1011.91 mm, su uygulanmayan OOO konusunda ise 304.10 mm olarak belirlenmiştir. TTT konusu esas alındığında bitki su tüketimi değerleri TOO, OTT, OTO, TOT konularında sırasıyla % 62.43, % 23.92, % 42.34, % 32.26 oranında azalmıştır. Bitki su tüketimi değerleri kükürt dozlarına bağlı değişim göstermiştir. Genel olarak kükürt dozu arttıkça bitki su tüketim değerleri azalmıştır. K_0 dozu esas alındığında en fazla azalma OOO konusunda % 4.23 ile K_2 dozunda; TTT konusunda % 6.21 ile K_3 dozunda; TOO konusunda % 15.35 ile K_2 dozunda; OTT konusunda % 10.3 ile K_3 dozunda; OTO konusunda % 1.67 ile K_1 dozunda; TOT konusunda % 5.62 ile K_3 dozunda saptanmıştır. Ödemiş ve ark. (Basılmamış) denemenin yürütüldüğü alanda 2012-2013 yılları arasında yürüttükleri çalışmada pamuğun bitki su tüketiminin 289.6-678.0 mm ile 283.5-677.0 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ertek ve Kanber (2001), Çukurova koşullarında 1994-1995 yılları arasında damla sulama sisteminde pan-evaporasyon yöntemini kullanarak pamukta en uygun sulama dozu ve aralığının belirlenmesi amacıyla yürüttükleri denemede, bitki su tüketimi değerlerinin, ilk yıl 487- 615 mm; ikinci yıl 449-544 mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Baştuğ ve Tekinel, (1989) mevsimlik su tüketiminin 985 ile 1103 mm arasında, Howell ve ark. (1984) ise 778 mm ile 594 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

4.3. Kütlü Pamuk Verimi

Kütlü verim değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3' de verilmiştir. *Gelişme dönemi* $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunurken, *kükürt dozu*, *gelişme dönemixkükürt dozu interaksyonu* istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Deneme konularından elde edilen kütlü pamuk verimi değerleri 185.54 kg da⁻¹ (OOOK₀) ile 560.37 kg da⁻¹ (TTTK₂) arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). En yüksek verim her gelişme döneminde tam su uygulanan TTT konusundan elde edilmiştir. TTT konusu esas alındığında diğer konularda (OOO, TOO, OTT, OTO, TOT) sırasıyla

%52.81, %55.71, %15.34, %46.11, %42.75 oranında daha az kütlü verimi elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. Kütlü pamuk verimine ait varyans analiz sonuçları

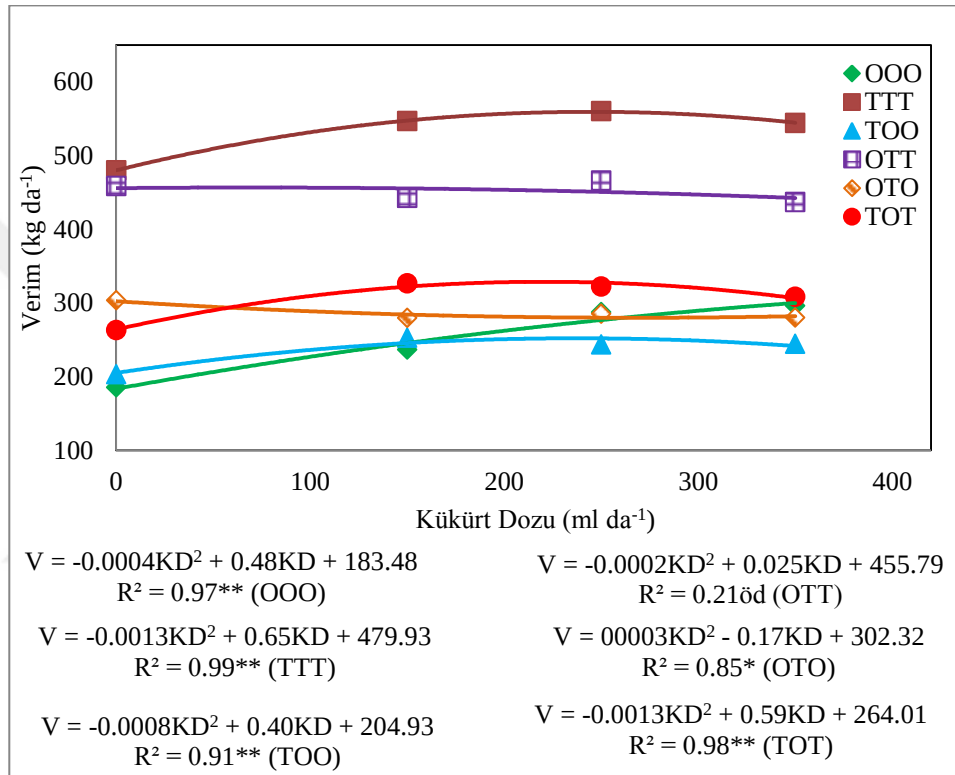
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Genel	71	1057661		
GD	5	865446	173089	58.400***
KD	3	20849.8	6949.94	2.344öd
GD*KD	15	29101	1940.07	0.654öd
Hata	48	142264	2963.84	

GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** p<0.001, ** p<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.1' de verilen konular ve kükürt dozları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır. Gelişme dönemleri (sulama konuları) farklı gruplarda, kükürt dozlarında ise K₁ ve K₃ dozu aynı grupta yer alırken diğer dozlar farklı gruplarda yer almıştır. Başkuru (2015), Aydın koşullarında damla sulama yöntemiyle tam (%100) ve kısıtlı (%50) sulama altında yaptığı çalışmada tam sulamada ortalama kütlü pamuk verimini 524.8 kg da⁻¹ olarak, kısıtlı sulamada ise 430.2 kg da⁻¹ olarak belirlemiştir. Kısıtlı sulama uygulamasının verimi %18 azalttığını bildirmiştir. Hussein ve ark. (2010) Suriye koşullarında 2007-2008 yıllarında pamuk bitkisinde yaptıkları çalışmada, %50 su uygulanması durumunda ortalama verimin 2909 kg ha⁻¹ ve tam sulama konusunda ise 5090 kg ha⁻¹ olarak elde edildiğini belirtmişlerdir. Baştuğ ve Tekinel (1989), karık sulama ile tam sulanan pamuk bitkisinde verimin 2540 ile 3400 kg ha⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada; verim değerleri arasında oluşan farklılığın iklimden, yetiştirildiği bölgeden, çeşitten ve sulama uygulamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kükürt dozu verim arasındaki ilişki irdelendiğinde; OOO konusunda en yüksek verim K₃ dozundan elde edilmiştir. Anılan konu kükürt uygulanmayan K₀ ile kıyaslandığında (OOOK₀) K₃ dozunun %59.58 oranında verim artışına neden olmuştur. TTT konusunda en yüksek verim K₂ dozundan elde edilmiştir. Anılan konu en düşük verimin elde edildiği K₀ dozu ile kıyaslandığında K₂ dozunda verimin %16.71 oranında

arttığı belirlenmiştir. TOO konusunda en yüksek verim K_1 dozunda elde edilmiş ve K_0 dozuyla kıyaslandığında verimi %24.18 oranında arttırdığı belirlenmiştir. TOT konusunda en yüksek verim K_1 dozundan saptanmıştır. Anılan konuda en düşük verimin elde edildiği K_0 dozuyla kıyaslandığında K_1 dozunun verime %24.14 oranında katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan OTT ve OTO konularında kükürt dozunun verim üzerine etkisinin olmadığı söylenebilir.



Şekil 4.1. Verim (V) ve kükürt dozu (KD) arasındaki ilişki

Kükürt dozu ve verim arasındaki ilişki incelendiğinde, parabolik ilişkiler görülmüştür. Bu ilişkiler matematiksel olarak çözümlendiğinde konular arasında sırasıyla (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT) en fazla verim 593.7 ml da⁻¹, 250 ml da⁻¹, 247.5 ml da⁻¹, 61.3 ml da⁻¹, 279.7 ml da⁻¹, 225.6 ml da⁻¹ dozlarında saptanmıştır (Şekil 4.1). Denemenin yürütüldüğü 2015 yılında Ödemiş ve ark. (Basılmamış) tarafından yan parselde kükürt dozlarının pamukta su stresini azaltmadaki etkisini belirlemek amacıyla iki yıl (2015-2016) süreyle yürütülen diğer çalışmada, kükürt dozlarının ilk yıl pamuk verimine herhangi bir etkisinin olmadığı hatta bitki su tüketimi başta olma üzere birçok gelişim parametresinde azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. Buna karşın, ikinci yıl K_1

dozunun (150 ml da^{-1}) tam sulama düzeyinde verim üzerinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Her iki çalışma karşılaştırıldığında, kükürt uygulamasının özellikle bitkide uzun dönemli streslerde verimi artırmada önemli bir uygulama olarak değerlendirilebileceği düşünülmüştür.

4.4. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanları

Deneme konularına göre su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım (IWUE) randımanları sırasıyla Çizelge 4.1' de verilmiştir. Konular arasında ortalama en yüksek WUE değeri $0.83 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ile OOO konusunda, en düşük ortalama WUE değeri ise $0.45 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ile TOT konusunda bulunmuştur. Bütün gelişme dönemlerinde sulama suyu uygulanan TTT konusunun WUE değeri OOO konusuna göre %36.14 oranında daha az olduğu belirlenmiştir. OOO konusunda en yüksek WUE değeri K_3 dozundan elde edilmiştir. Anılan konu en düşük WUE değerinin elde edildiği K_0 dozuyla kıyaslandığında K_3 dozunun %65 oranında bir artışa neden olduğu belirlenmiştir. TTT ve TOO konularında en yüksek WUE değeri K_2 dozundan elde edilmiş, anılan konular en düşük WUE değerinin elde edildiği K_0 dozuyla kıyaslandığında K_2 dozunda sırasıyla %21.73 ve %40.81 oranında artışa neden olmuştur. Diğer konularda (OTT, OTO, TOT) kükürt dozlarının kararlı bir etkisi belirlenememiştir. Genel olarak, WUE değerleri pamuk için bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. Karam ve ark. (2006), Lübnan koşullarında 2001 ve 2002 yıllarında pamuk bitkisi ortalama WUE değerlerini ilk koza açımı dönemi, kozaların oluşumu dönemi, koza oluşumunun ortası ve kontrol konuda sırasıyla 1.3, 1.1, 1.0 ve $0.80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ olarak saptamıştır. Hussein ve ark. (2010)'nın Suriye koşullarında 2007 2008 yıllarında pamuk bitkisi için yapmış olduğu çalışmada; ilk yıl WUE değeri tam sulama konusunda ve tam sulamanın %80'inin uygulandığı konuda sırasıyla 0.65 ve 0.70 kg m^{-3} olarak, ikinci yıl ise 0.65 ve 0.72 kg m^{-3} olarak belirlemişlerdir. Zonta ve ark. (2017), Brezilya koşullarında pamuk bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde (Vejetatif gelişme, ilk tarak oluşumu, ilk çiçek oluşumu, çiçeklenmenin maksimum olduğu, kozaların açılması dönemi ve %100 sulamanın yapıldığı kontrol konu) uyguladıkları 8 pamuk çeşidinde ortalama WUE değerini 0.39 ile 0.84 kg m^{-3} arasında belirlemişlerdir.

Denemede en yüksek ortalama IWUE değeri $2.79 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ile $0.41 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ arasında değişmiştir. IWUE değerleri konulara uygulanan kükürt dozlarında farklılık göstermiştir. OOO konusunda en yüksek IWUE değeri K_3 dozundan elde edilirken TTT ve TOO konularında K_2 , TOT konusunda K_1 dozundan elde edilmiştir. OTT ve OTO konularında kükürt dozlarının herhangi bir etkisine rastlanmamıştır. Anılan kükürt dozları en düşük IWUE değerinin elde edildiği K_0 dozuyla kıyaslandığında (OOO, TTT, TOO, TOT) sırasıyla %59.22, %16.66, %24.13, %25.71 oranında artışa neden olmuştur. İsoçu (2016), tam (%100) sulama koşullarında sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerlerinin en yüksek $1.32 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ve en düşük $0.59 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ olarak, kısıtlı (%50) sulama uygulamasında ise en yüksek $1.96 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ve en düşük $0.91 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ olarak belirlemiştir. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının genel ortalamaları incelendiğinde; kısıtlı sulamanın IWUE değerini %31.4 oranında arttırdığı gözlemlenmiştir. Dağdelen ve ark. (2005), Aydın koşullarında 2003 ve 2004 yıllarında pamuk bitkisi için ortalama IWUE değerlerini sırasıyla 0.77 ile 1.40 kg m^{-3} arasında belirlemiştir.

4.5. Kükürt Konsantrasyonu (%)

Kükürt analizleri sonucu yapraktaki kükürt konsantrasyonlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4 ve 4.5’ de, ortalama değer ise Çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.4’ de verilen yapraktaki kükürt konsantrasyonlarının *gelişme dönemlerine* $p < 0.001$ düzeyinde etkili olduğu, *kükürt dozu* ve *gelişme dönemixkükürt dozu interaksyonu* arasında önemli ilişkiler olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Yapraktaki kükürt konsantrasyonlarına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Genel	365	44.98		
GD	5	2.49	0.50	4.159***
KD	3	0.64	0.21	1.790öd
GD*KD	15	0.83	0.06	0.464öd
Hata	342	40.99	0.12	

GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Kükürt konsantrasyonun zamana bağlı değişimine ilişkin Çizelge 4.5' de gösterilen varyans analiz tablosuna göre *gelişme dönemi*, *gelişme dönemixzaman interaksyonu* ve *zaman* $p<0.001$ düzeyinde, *kükürt dozuxzaman interaksyonu* $p<0.01$ düzeyinde, *kükürt dozu*, *gelişme dönemixkükürt dozu interaksyonu*, *gelişme dönemixkükürt dozuxzaman interaksyonu* istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.5. Kükürt konsantrasyonunun zamana bağlı değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Genel	221	34.57		
GD	5	1.42	0.28	12.154***
KD	3	0.15	0.05	2.188öd
GD*KD	15	0.34	0.02	0.957öd
GD*Zaman	11	7.02	0.64	27.268***
KD*Zaman	6	0.53	0.09	3.799**
GD*KD*Zaman	30	0.87	0.03	1.236öd
Zaman	3	20.62	6.87	293.553***
Hata	148	3.47	0.02	

GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** $p<0.001$, ** $p<0.01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Konular arası ortalama kükürt konsantrasyonu değerleri % 1.51-1.25 arasında değişmiş, yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testine göre OOO, TTT, TOO, OTT, OTO konuları aynı grupta yer alırken, TOT konusu farklı grupta yer almıştır. Kükürt dozları ise K_1 ve K_2 dozları aynı grupta yer alırken K_0 ve K_3 dozları farklı gruplarda yer almıştır. OOO konusunda en yüksek kükürt konsantrasyonu değeri K_3 dozundan elde edilmiştir. Anılan konu en düşük kükürt konsantrasyonunun elde edildiği K_0 dozu ile kıyaslandığında K_3 dozu %16.92 oranında bir artışa neden olmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Yapraktaki kükürt ve klorofil miktarlarına ilişkin sonuçlar

Konu	Kükürt Konstantrasyonu (%)	Klorofil Konstantrasyonu (%)
OOK ₀	1.3	0.69
OOK ₁	1.45	0.7
OOK ₂	1.46	0.72
OOK ₃	1.52	0.76
OOO*	1.43 b	0.72
TTTK ₀	1.33	0.81
TTTK ₁	1.52	0.69
TTTK ₂	1.49	0.71
TTTK ₃	1.54	0.66
TTT*	1.47 b	0.72
TOOK ₀	1.36	0.7
TOOK ₁	1.37	0.72
TOOK ₂	1.5	0.72
TOOK ₃	1.52	0.74
TOO*	1.44 b	0.72
OTTK ₀	1.49	0.71
OTTK ₁	1.5	0.73
OTTK ₂	1.49	0.62
OTTK ₃	1.57	0.78
OTT*	1.51 b	0.71
OTOK ₀	1.51	0.81
OTOK ₁	1.43	0.64
OTOK ₂	1.41	0.57
OTOK ₃	1.44	0.76
OTO*	1.45 b	0.70
TOTK ₀	1.2	0.72
TOTK ₁	1.26	0.62
TOTK ₂	1.21	0.71
TOTK ₃	1.31	0.77
TOT*	1.25 a	0.71
K ₀ *	1.36 a	0.74
K ₁ *	1.42 ab	0.68
K ₂ *	1.43 ab	0.67
K ₃ *	1.48 b	0.75

*: İlgili konuya ait ortalama değer

4.6. Klorofil Konsantrasyonu (mg g⁻¹)

Yapraktaki klorofil konsantrasyonlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’ de verilmiştir. Çizelge 4.7’ den görüleceği gibi, kükürt uygulamasının gelişme dönemlerindeki yapraktaki klorofil konsantrasyonuna etkisi belirlenememiştir.

Çizelge 4.7. Yapraktaki toplam klorofil konsantrasyonlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Genel	431	34.81		
GD	5	0.03	0.01	0.071öd
KD	3	0.45	0.15	1.828öd
GD*KD	15	0.94	0.06	0.762öd
Hata	408	33.40	0.08	

GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** p<0.001, ** p<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Klorofil konsantrasyonun zamana bağlı değişimine ilişkin Çizelge 4.8’ de gösterilen varyans analiz tablosuna göre, zamana bağlı klorofil konstanstasyonu ve *gelişme dönemixzaman interaksyonu* önemli bulunurken, *gelişme dönemi, kükürt dozu, gelişme dönemixkükürt dozu interaksyonu, kükürt dozuxzaman interaksyonu, gelişme dönemixkükürt dozuxzaman interaksyonu* istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Yapraktaki toplam klorofil konsantrasyonlarının konulara bağlı değerleri Çizelge 4.6’ da verilmiştir. Klorofil konsantrasyonu ortalama değerleri 0.70-0.72 mg g⁻¹ arasında değişmiştir. OOO konusunda en yüksek klorofil konsantrasyonu değeri K₃ dozundan elde edilmiştir. Anılan konuda en düşük klorofil konsantrasyonunun elde edildiği K₀ dozuyla kıyaslandığında K₃ dozu %10.14 oranında bir artışa neden olmuştur. TTT ve OTO konularında en yüksek klorofil konsantrasyonu değeri K₀ dozundan (0.81 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 değeri K₃ dozundan elde edilmiş en düşük konsantrasyonun elde edildiği K₀ dozuyla kıyaslandığında K₃ dozu klorofil konsantrasyonu değerini % 5.71

oranında arttırmıştır. Kükürt dozları arasındaki ilişkiye bakıldığında ise en yüksek konsantrasyon içeriği K₃ dozunda gerçeklemiştir.

Çizelge 4.8. Klorofil konsantrasyonunun zamana bağlı değişimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Genel	287	20.29		
GD	5	0.27	0.05	0.919öd
KD	3	0.10	0.03	0.574öd
Zaman	3	0.72	0.24	4.108**
GD*KD	15	0.70	0.05	0.809öd
GD*Zaman	15	4.46	0.30	5.128***
KD*Zaman	9	0.22	0.02	0.425öd
GD*KD*Zaman	45	2.67	0.06	1.024öd
Hata	192	11.14	0.06	

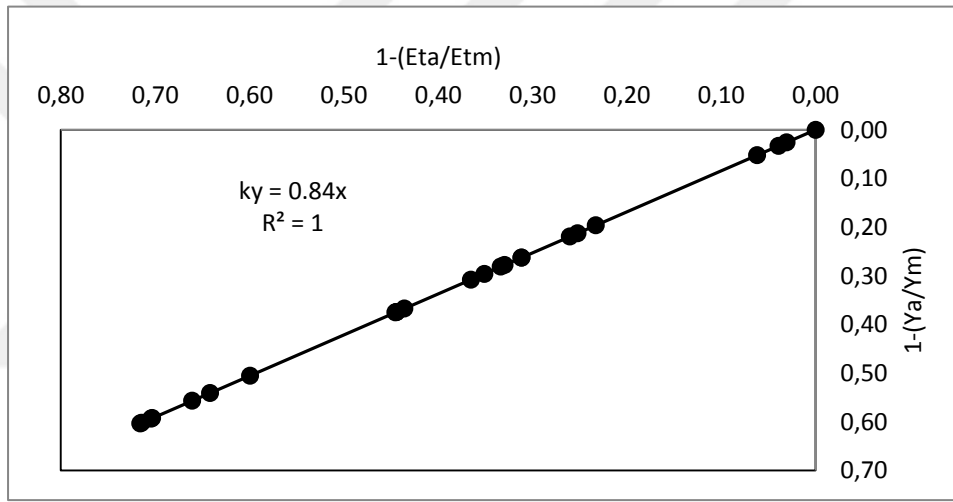
GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** p<0.001, ** p<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Toplam klorofil konsantrasyonu ve kükürt dozları arasında parabolik ilişkiler elde edilmiş ve OOO konusu p<0.01 düzeyinde, TTT konusu p<0.05 düzeyinde önemli bulunurken diğer konular istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Konulara bağlı regresyon denklemleri OOO ($0.0000008KD^2 - 0.00009KD + 0.70$, $R^2=0.98^{**}$), TTT ($0.000001KD^2 - 0.0008KD + 0.81$, $R^2=0.87^{*}$), TOO ($0.0000002KD^2 + 0.00005KD + 0.70$, $R^2=0.83öd$), OTT ($0.000002KD^2 + 0.0007KD + 0.72$, $R^2=0.34öd$), OTO ($0.000006KD^2 - 0.0023KD + 0.82$, $R^2=0.89^{*}$), TOT ($0.000003KD^2 - 0.0009KD + 0.71$, $R^2=0.85öd$), (KD: kükürt dozu) şeklinde ilişkiler saptanmış ve denklemler çözümlendiğinde konular arasında sırasıyla (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT) en fazla klorofil konsantrasyonu 56.25 ml da⁻¹, 400 ml da⁻¹, 125 ml da⁻¹, 175 ml da⁻¹, 191.6 ml da⁻¹, 150 ml da⁻¹ kükürt dozlarında saptanmıştır.

4.7. Su-Verim Fonksiyonu (Ky)

Bitki su verim fonksiyonu (k_y) bitki su tüketimi-kütlü verimi arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli bulunmasından sonra mevsimlik olarak hesaplanmış ve 0.84 ($p < 0.01$) olarak bulunmuştur (Şekil 4.2). Deneme yılına ilişkin oransal su tüketimi eksilişi ($1 - E_{Ta}/E_{Tm}$) ve oransal verim azalışı ($1 - Y_a/Y_m$) değerleri Çizelge 4.9’ da verilmiştir.

Kükürt dozlarına göre en yüksek k_y değeri K_3 dozunda 0.95 olarak; en düşük ise K_2 dozunda 0.87 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9).



Şekil 4.2. Deneme konularına göre oransal su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişki

Dağdelen ve ark. (2005), Aydın koşullarında 2003 ve 2004 yıllarında pamuk bitkisi için verim tepki etmeni (k_y) değerlerini deneme yıllarına göre sırasıyla 0.95 ve 0.89 olarak saptamış ve iki yılın ortalama değerinin $p < 0.01$ ($R^2 = 0.98^{**}$) düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmişlerdir. Doorenbos ve Kassam (1979), k_y değerini toplam büyüme mevsimi için 0.85; vejetatif büyüme mevsiminde 0.20; çiçeklenme döneminde 0.50; kozaların açıldığı dönemde 0.25 olarak belirlemişlerdir. Hussein ve ark. (2010), Suriye koşullarında k_y değerini 2007-2008 ve iki yılın ortalama değeri için sırasıyla 1.03, 0.97, 1.00 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.9. Deneme konularına uygulanan kükürt dozlarına ilişkin verim fonksiyonları

Kükürt Dozu	Konu	Verim fonksiyonu
K ₀	OOO	$1-(Y_a/Y_m) = 0.90 (1-E_t/E_{tm}),$ $R^2=0.84^*$
	TTT	
	TOO	
	OTT	
	OTO	
	TOT	
K ₁	OOO	$1-(Y_a/Y_m) = 0.91 (1-E_t/E_{tm}),$ $R^2=0.88^*$
	TTT	
	TOO	
	OTT	
	OTO	
	TOT	
K ₂	OOO	$1-(Y_a/Y_m) = 0.87 (1-E_t/E_{tm}),$ $R^2=0.78^*$
	TTT	
	TOO	
	OTT	
	OTO	
	TOT	
K ₃	OOO	$1-(Y_a/Y_m) = 0.95 (1-E_t/E_{tm}),$ $R^2=0.28^{\text{öd}}$
	TTT	
	TOO	
	OTT	
	OTO	
	TOT	

4.8. Su-Verim İlişkileri

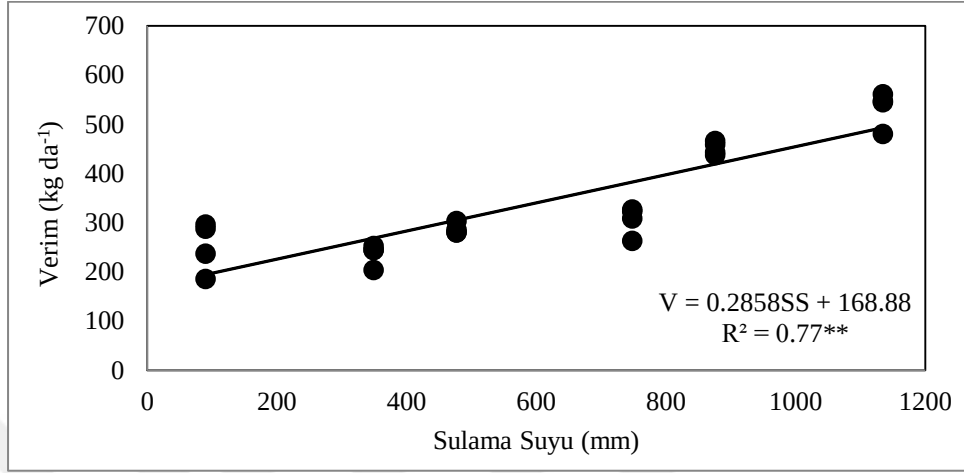
4.8.1. Sulama Suyu ve Kütlü Verim

Deneme konularına ait sulama suyu miktarı ve kütlü verim arasındaki ilişki Şekil 4.3' de verilmiştir.

Denemede kütlü verimi ve sulama suyu arasında %1 önem düzeyinde doğrusal ilişki elde edilmiş. Sulama suyundaki her birim artış verimde 0.2858 kg da⁻¹ lık bir artışa neden olmuştur (Şekil 4.3).

TTT konusuna verilen sulama suyu miktarı 1134.85 mm iken ortalama kütlü verim 532.87 kg da⁻¹, TOT konusuna da verilen sulama suyu miktarı 748.05 mm iken

ortalama kütlü verim $305.03 \text{ kg da}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi çiçeklenme ve koza oluşumu döneminde sulama yapmamak verimde $227.87 \text{ kg da}^{-1}$ kayba neden olmuştur.



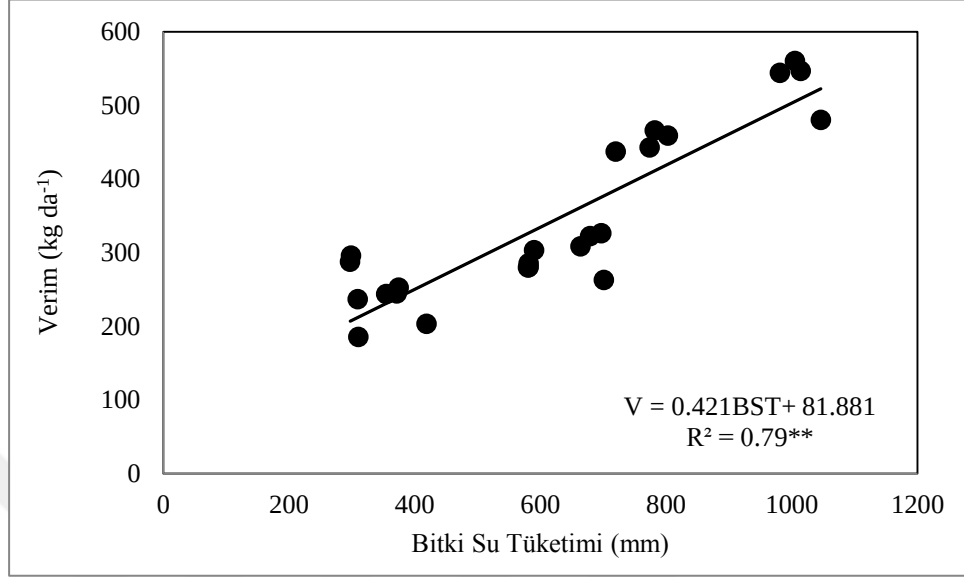
Şekil 4.3. Deneme konularına ait verim (V) ve sulama suyu miktarı (SS) arasındaki ilişki

Çizelge 4.1' den de anlaşılacağı gibi aynı miktarda sulama suyuna maruz kalan bitkilerde farklı verim değerleri elde edilmiştir. Bu farklılığın kükürt uygulamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. OOO konusunda en yüksek verim değeri K_3 dozundan elde edilmiştir. Anılan konu düşük verimin elde edildiği K_0 dozu ile kıyaslandığında K_3 dozunun verimi %59.58 oranında arttırdığı saptanmıştır. Benzer şekilde TTT, TOO, TOT konularında kükürt dozlarının verim üzerine etkileri görülmüştür. OTT, OTO konularında ise verim değerlerinde kükürt dozunun etkisine rastlanmamıştır. Kükürt dozları ortalama değerlerinde, en yüksek verim değeri K_2 dozundan elde edilmiştir. Anılan konu en düşük verimin elde edildiği K_0 dozuyla kıyaslandığında K_2 dozunun verimi %14.31 oranında arttırmıştır.

4.8.2. Bitki Su Tüketimi Verim Arasındaki İlişki

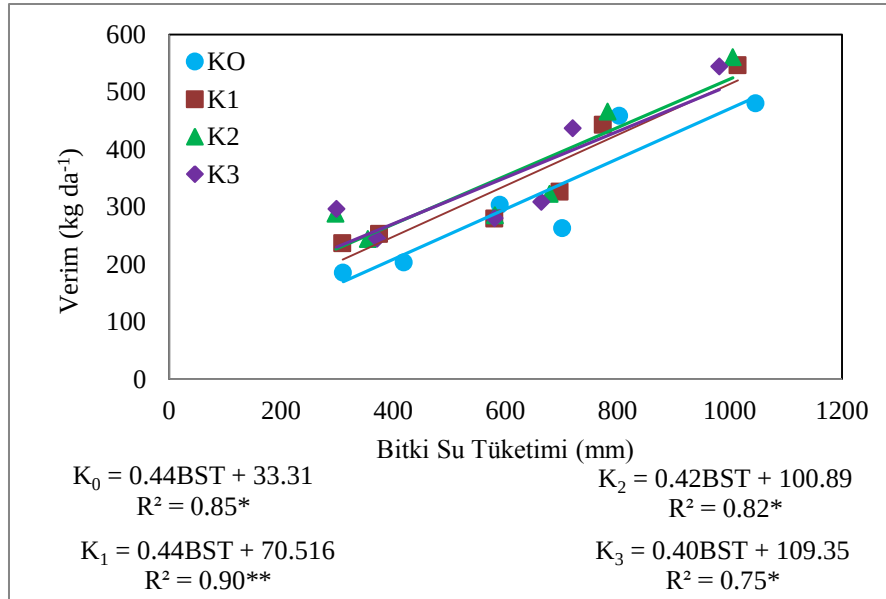
Denemede ele alınan konularda ölçülen bitki su tüketimi (Et) ve elde edilen verim değerleri Şekil 4.4' de, kükürt dozlarının uygulandığı konularda ölçülen bitki su tüketimi ve verim arasındaki ilişkiler ise Şekil 4.5' de verilmiştir.

Şekil 4.4 incelendiğinde bitki su tüketimindeki bir birimlik artış verimde 0.421 kg da⁻¹, lık verim artışına neden olmaktadır.



Şekil 4.4. Deneme konularına ait verim (V) ve bitki su tüketimi (BST) arasındaki ilişki

Kükürt konularında ölçülen bitki su tüketimi verim arasında ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki su tüketimine bağlı verim artışı yaklaşık olarak aynı düzeyde gerçekleşmiştir (0.44 - 0.40 kg da⁻¹ mm⁻¹). En yüksek regresyon katsayısı K₁ dozundan elde edilmiştir (Şekil 4.5).



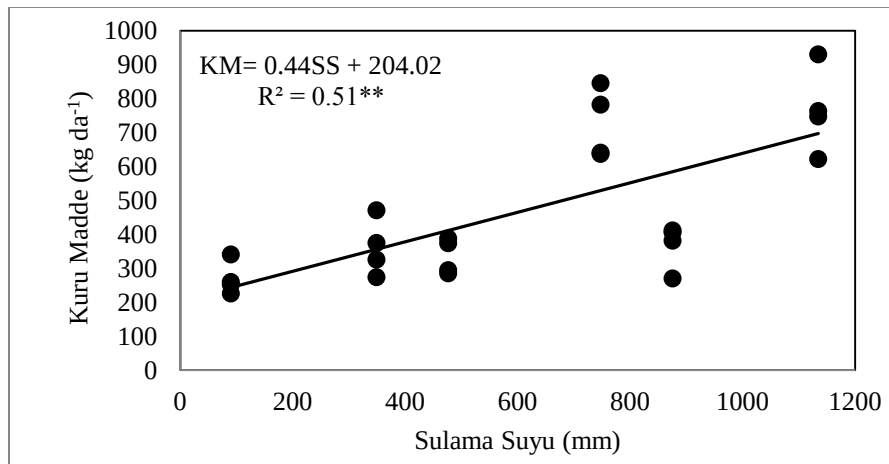
Şekil 4.5. Kükürt dozlarına ait bitki su tüketimi verim arasındaki ilişki

Kükürt dozlarında ölçülen verim ve bitki su tüketim değerleri arasında $V_{OOO} = -6.89BTS + 2345.6$ $R^2 = 0.86$ öd; $V_{TTT} = -1.07BTS + 1613.2$ $R^2 = 0.63$ öd; $V_{TOO} = -0.72BTS + 508.81$ $R^2 = 0.79$ öd; $V_{OTT} = 0.30BTS + 223.52$ $R^2 = 0.59$ öd; $V_{OTO} = 2.38BTS - 1102.6$ $R^2 = 0.97^{**}$; $V_{TOT} = -0.68BTS + 767.84$ $R^2 = 0.16$ öd şeklinde ilişkiler saptanmıştır. Regresyon analizleri sonucuna bakıldığı zaman sadece OTO konusunda $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, diğer konular istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır.

4.8.3. Vegetatif Özellikler

4.8.3.1. Kuru Madde Miktarı

Denemede 10 Temmuz, 28 Temmuz, 12 Ağustos, 15 Eylül tarihlerinde olmak üzere (her gelişme döneminde) tüm deneme konularından bitkinin toprak üstü aksamalarına ilişkin örnekleme yapılmış ve kuru madde miktarları saptanmıştır. Sulama suyu ile hasat dönemine ait kuru madde miktarları arasında $p < 0.01$ düzeyinde önemli ilişkiler saptanmıştır (Şekil 4.6). Kuru madde miktarları sulama dönemlerine ve kükürt dozlarına bağlı olarak değişmiş; en yüksek ve en düşük değerler OTO konusunda K_3-K_1 dozlarında $340.31 \text{ kg da}^{-1}$ - $225.46 \text{ kg da}^{-1}$; TTT konusunun K_2-K_1 dozlarında 929.80 - $621.14 \text{ kg da}^{-1}$; TOO konusunda K_3-K_2 dozlarında $470.63 \text{ kg da}^{-1}$ - $273.66 \text{ kg da}^{-1}$; OTT konusunda K_1-K_3 dozlarında $411.46 \text{ kg da}^{-1}$ - $269.80 \text{ kg da}^{-1}$; OTO konusunda K_1-K_2 dozlarında $387.31 \text{ kg da}^{-1}$ - $284.34 \text{ kg da}^{-1}$; TOT konusunda K_3-K_0 dozlarında $845.11 \text{ kg da}^{-1}$ - $636.34 \text{ kg da}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Kuru madde (hasat dönemi) (KM) ile sulama suyu (SS) arasındaki ilişki

Çizelge 4.10. Kuru madde miktarına ilişkin değerler

Konu	10.07.2015 (VG)	28.07.2015 ÇKO	12.08.2015 (KO)	15.09.2015 (Hasat)
OOK ₀	104.97	268.77	392.03	259.11
OOK ₁	115.89	347.63	468.31	225.46
OOK ₂	169.57	550.06	501.57	251.26
OOK ₃	83.63	156.89	481.26	340.31
OO*	118.51	330.84	460.79	269.04
TTK ₀	94.00	398.00	579.60	747.00
TTK ₁	115.23	730.77	889.23	621.14
TTK ₂	164.80	845.09	736.03	929.8
TTK ₃	135.03	760.03	903.14	762.62
TT*	127.26	683.47	777.00	765.14
TOOK ₀	112.69	513.17	605.17	325.20
TOOK ₁	101.11	333.80	446.60	374.66
TOOK ₂	170.97	667.60	550.23	273.66
TOOK ₃	69.46	426.83	546.49	470.63
TOO*	113.56	485.35	537.12	361.04
OTTK ₀	88.09	305.71	585.23	405.57
OTTK ₁	107.31	627.69	503.17	411.46
OTTK ₂	64.77	300.03	688.11	380.97
OTTK ₃	103.89	477.20	524.26	269.80
OTT*	91.01	427.66	575.19	366.95
OTOK ₀	64.03	792.20	516.00	373.26
OTOK ₁	89.29	777.14	414.34	387.31
OTOK ₂	69.57	274.11	502.74	284.34
OTOK ₃	96.11	400.71	384.54	294.51
OTO*	79.75	561.04	454.41	334.86
TOTK ₀	79.86	442.97	284.00	636.34
TOTK ₁	120.29	758.57	525.14	639.86
TOTK ₂	142.94	676.00	535.80	781.57
TOTK ₃	158.11	366.23	580.40	845.11
TOT*	125.30	560.94	481.34	725.72
K ₀ *	90.61	453.47	493.67	457.75
K ₁ *	108.19	639.28	541.13	443.31
K ₂ *	130.44	552.15	585.75	483.6
K ₃ *	107.71	431.31	570.01	497.17

*: İlgili konuya ait ortalama değer

Kuru madde miktarları incelendiğinde kükürt uygulanmayan konuya göre kükürt dozlarında genel olarak bir artışın olduğu, ancak hasat dönemine yaklaştıkça kükürt

dozundaki artışın kuru madde miktarı üzerinde etkili olmadığı ya da yeşil aksamda meydana gelen kayıplardan dolayı kuru madde miktarının azaldığı görülmüştür. Hasat dönemine ait kuru madde miktarları incelendiğinde TOT konusunda en fazla kuru madde miktarı K₃ dozundan elde edilmiştir. Anılan konu en düşük kuru madde ile kıyaslandığında (TOTK₀) K₃ dozunu %32.80 oranında bir artışa neden olmuştur (Çizelge 4.10). Kuru madde miktarları TOT konusu hariç bütün konularda önce artmış, kozaların olgunlaşması döneminde pik noktaya ulaşmış, hasada doğru yaklaşırken azalmıştır. TOT konusuna kozaların açılması döneminde verilen su bitkinin vejetatif aksamında artışa neden olmuştur. Ancak bu durum diğer konular için geçerli olmamıştır. Kükürt dozlarında ise kuru madde miktarı giderek artmış, bu artış çiçeklenme ve kozaların oluşması döneminde en yüksek noktaya ulaşmış, hasada doğru azalmıştır (Çizelge 4.10).

Tüm konularda en yüksek kuru madde miktarına çiçeklenme ve kozaların oluşması döneminde ulaşılmıştır. Anılan dönemde TTT esas alınarak konular arasındaki kuru madde miktarları (OOO, TOO, OTT, OTO, TOT) sırasıyla %40.69, %30.87, %25.97, %41.51, %38.05 oranında daha az olduğu belirlenmiştir. Dağdelen ve ark (2005), artan su ile birlikte kuru madde miktarının arttığını ve en yüksek kuru madde miktarının tam sulanan parsellerde yıllara göre sırasıyla 0.95 kg m⁻² ve 0.94 kg m⁻² olarak gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

4.8.3.2. Bitki Boyu (cm)

Gelişme dönemlerinde uygulanan sulama suyunun bitki boylarına etkisi belirlemek amacıyla her sulama öncesi bitki boyu ölçümleri yapılmıştır. Bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’ de verilmiştir. *Gelişme dönemi, kükürt dozu, gelişme dönemi x kükürt dozu interaksyonunun* p<0.001 düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

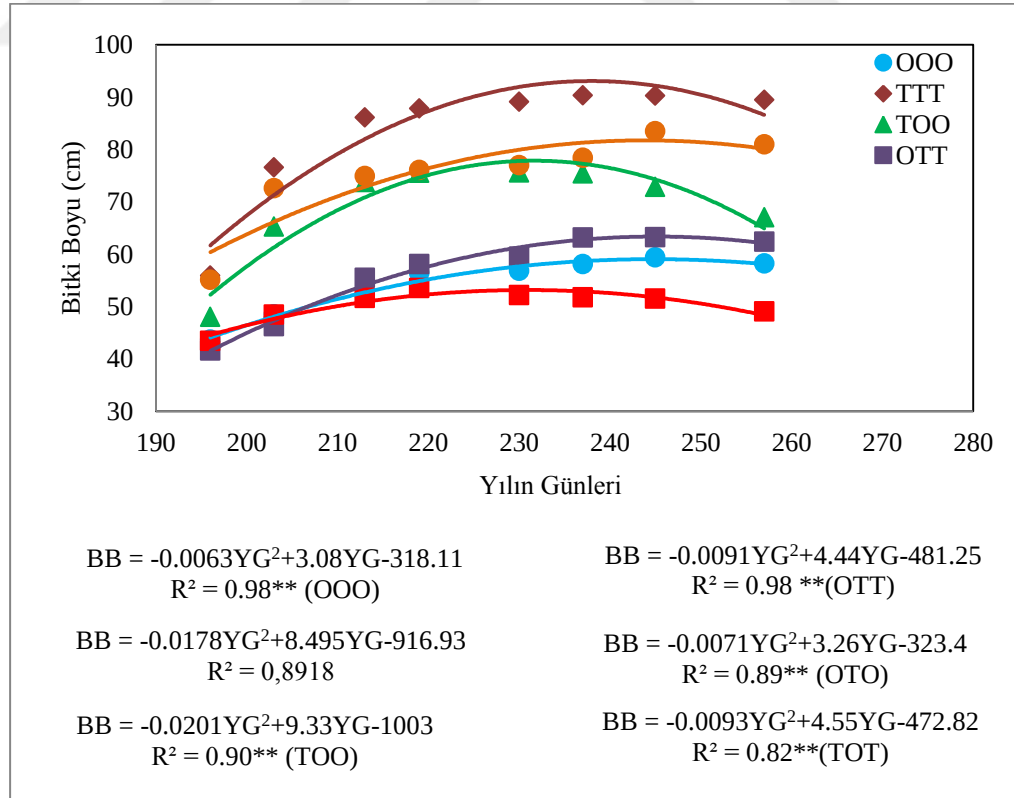
Ortalama bitki boyu değerleri 83.24 cm ile 50.19 cm arasında değişmiştir. Bitki gelişme dönemi boyunca en yüksek bitki boyu değerleri OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT konularında sırasıyla 244.gün, 238.gün, 232.gün, 244.gün, 229.gün, 224.gün olarak saptanmış ve konulara ait maksimum bitki boyu değerlerinin kozaların açılması dönemine denk geldiği görülmüştür (Şekil 4.7).

Çizelge 4.11. Bitki boyu varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Genel	575	162684.41		
GD	5	89835.07	17967.01	151.897***
KD	3	2579.96	859.99	7.270***
GD*KD	15	4976.76	331.78	2.804***
Hata	552	65292.63	118.28	

GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** p<0.001, ** p<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Kaçar (2007), elverişli kapasitenin farklı sulama düzeylerinde (%100, %70, %50) bitki boylarını sırasıyla 145 cm, 115 cm ve 74 cm olarak belirlemiş ve sulama suyu miktarı arttıkça bitki boyunun arttığını belirtmiştir. Çelik ve ark. (2009), bitki boyu uzunluğunun, taraklanma döneminde ortalama 20 cm, çiçeklenme döneminde 40 cm, büyümenin azaldığı dönemde 90 cm, hasat döneminde ise 98 cm'ye ulaştığını bildirmiştir



Şekil 4.7. Deneme konularına ilişkin bitki boylarının (BB) günlere bağlı (YG) değişimi

Araştırmada TTT konusu esas alındığında oransal olarak en fazla azalış OTO konusunda (%61.03) en az fark ise TOT konusunda (%15.55) belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Gelişme dönemlerine uygulanan sulama suyu miktarı ve bitki boyu değerleri

Gelişme Dönemi	Sul.Suyu (mm)	Bitki Boyu (cm)	Oransal Azalış (%)
OOO	304.10	54.16	53.69
TTT	1011.91	83.24	0.00
TOO	380.10	69.17	25.98
OTT	769.81	56.21	49.91
OTO	583.41	50.19	61.03
TOT	685.40	74.82	15.55

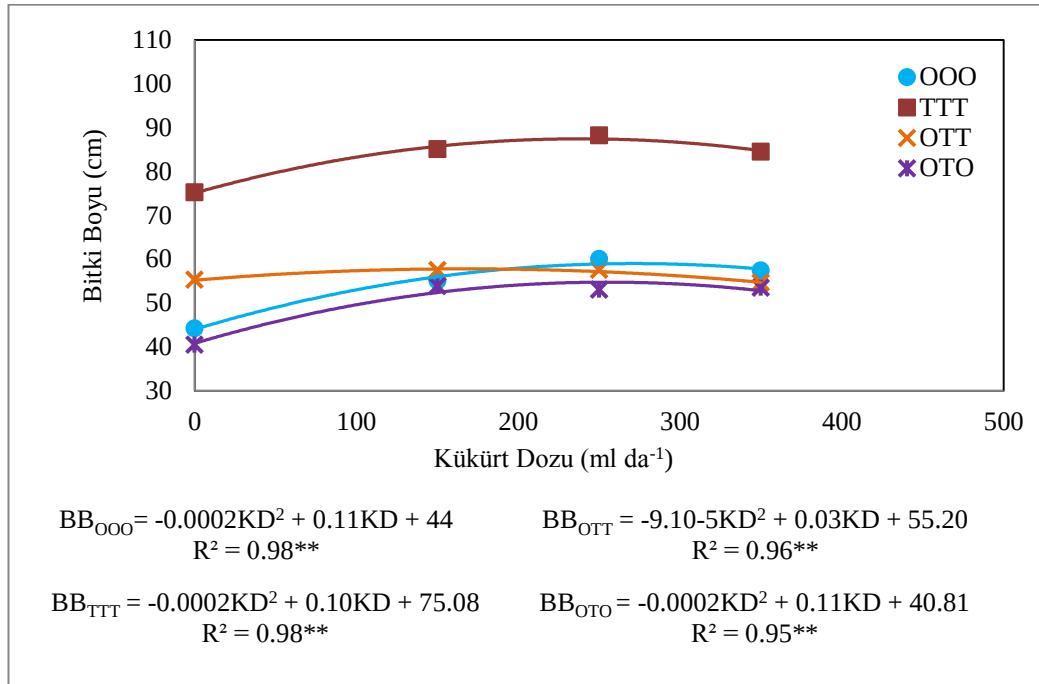
Çizelge 4.13’ de verilen bitki boyu değerlerine göre OOO konusunda en yüksek bitki boyu değeri K₂ kükürt dozundan elde edilmiştir. Anılan konu en düşük bitki boyunun ölçüldüğü (OOOK₀) konusu ile kıyaslandığında K₂ dozu %35.71 oranında bir artışa neden olmuştur. TTT konusunda en yüksek bitki boyu değeri K₂ dozunda elde edilmiş ve anılan doz K₀ dozuna göre bitki boyu değerini %17.22 oranında arttırmıştır. OTO konusunda kükürt dozları bitki boyları arasında ciddi bir fark oluşturmamıştır. Ortalama kükürt dozları incelendiğinde en yüksek bitki boyu K₂ dozundan elde edilirken en düşük K₀ dozundan elde edilmiştir. Anılan doz bitki boyunda %10.16 oranında bir artışa neden olmuştur.

Kükürt dozu ile bitki boyu arasındaki regresyon ilişkileri incelendiğinde, regresyon katsayısı yüksek ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 4.8). Yapılan regresyon analizleri sonucu bitki boyu kükürt dozu arasındaki ilişkide OOO, TTT, OTT, OTO konuları $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, TOO ($0.00009KD^2 - 0.0267KD + 69.53$ $R^2 = 0.60$ öd) ve TOT ($0.00009KD^2 - 0.0437KD + 78.397$ $R^2 = 0.73$ öd) konuları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Şekil 4.8’ de verilen kükürt dozu ile bitki boyu arasındaki ilişkilerde en yüksek bitki boyu değerleri konulara göre sırasıyla (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT) 276 ml da⁻¹, 259 ml da⁻¹, 148 ml da⁻¹, 172 ml da⁻¹, 274 ml da⁻¹, 243 ml da⁻¹ dozlarında saptamıştır.

Çizelge 4.13. Konulara göre bitki boyu (cm) değerleri

Konu	Bitki Boyu (cm)	Konu	Bitki Boyu (cm)
OOOK ₀	44.21	OTTK ₀	55.27
OOOK ₁	55.08	OTTK ₁	57.46
OOOK ₂	60.00	OTTK ₂	57.52
OOOK ₃	57.35	OTTK ₃	54.58
OOO*	54.16	OTT*	56.21
TTTK ₀	75.23	OTOK ₀	40.48
TTTK ₁	85.07	OTOK ₁	53.83
TTTK ₂	88.19	OTOK ₂	53.02
TTTK ₃	84.46	OTOK ₃	53.42
TTT*	83.24	OTO*	50.19
TOOK ₀	69.83	TOTK ₀	78.04
TOOK ₁	66.21	TOTK ₁	75.40
TOOK ₂	70.04	TOTK ₂	71.17
TOOK ₃	70.58	TOTK ₃	74.67
TOO*	69.17	TOT*	74.82
K ₀ *	60.51	K ₂ *	66.66
K ₁ *	65.51	K ₃ *	65.84

*: İlgili konuya ait ortalama değer



Şekil 4.8. Bitki boyu (BB) ve kükürt dozu (KD) ve arasındaki ilişki

4.8.3.3. Yaprak Alan İndeksi ($m^2 m^{-2}$)

Yaprak alanı indeksine ilişkin ortalama değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’ de verilmiştir. *Gelişme döneminin* yaprak alan indeksine $p<0.001$ düzeyinde etkili olduğu, *kükürt dozu* ve *gelişme dönemi x kükürt dozu* etkileşimi arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler olmadığı belirlenmiştir

Gelişme dönemlerinde yapılan örneklemelerde yaprak alanı değerleri irdelendiğinde, bütün sulama düzeylerinde vejetatif gelişme döneminden çiçeklenme ve koza oluşumu dönemine geçerken artış, hasada doğru yaklaşırken azalma görülmüştür (Şekil 4.9). Uygulanan su miktarı arttıkça yaprak alan indeksinin genel olarak arttığı gözlemlenmiştir. Artış oranının bitkinin yeşil aksamı ile doğru orantılı olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda su stresi altında yetiştirilen pamuk bitkisinin yaprak alanında azalma olduğunu ortaya koymuştur (Stone ve ark., 2001). Dağdelen ve ark. (2005), sulama uygulamasının YAI üzerindeki belirgin etkisinin ($p<0.01$) olduğunu, sulama suyu miktarı ile yaprak alanının doğru orantılı olarak arttığını belirtmişlerdir. Pamuk için en yüksek YAI değeri, yıllara göre 3.3 ve 3.5 $m^2 m^{-2}$ olarak belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda damla sulama uygulanmış pamukta YAI değeri pamukta 3.24-4.40 olarak bildirilmiştir (Ertek ve Kanber, 2001a).

Çizelge 4.14. Yaprak alanı indeksi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

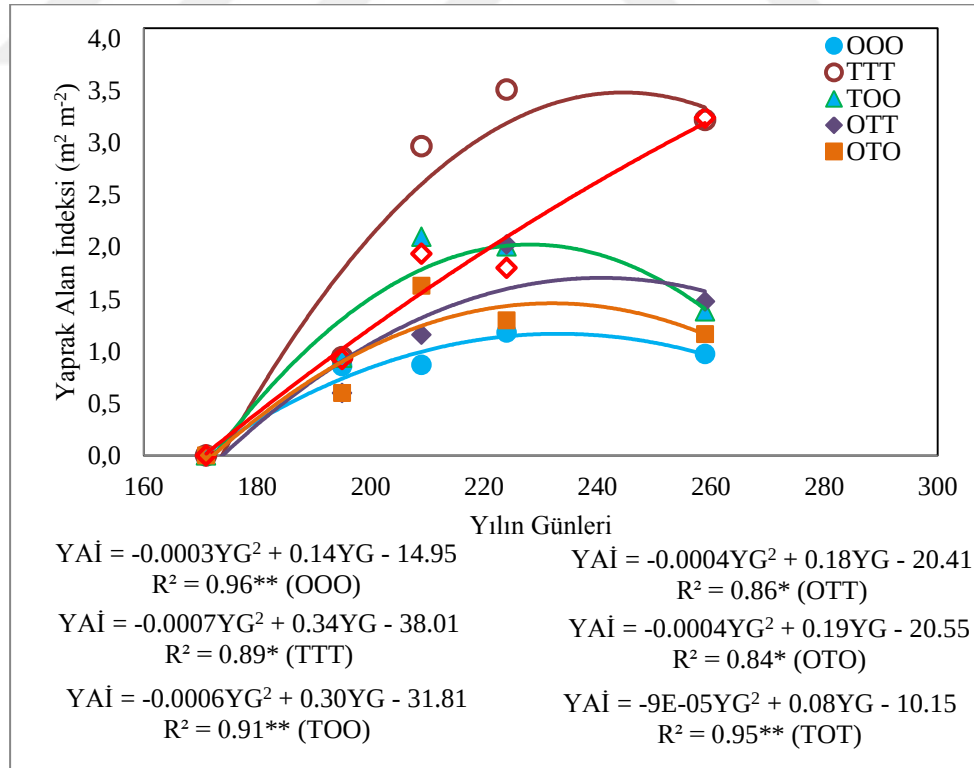
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Genel	93	85.434		
GD	5	29.825	5.965	8.656***
KD	3	2.79	0.93	1.350öd
GD*KD	15	4.586	0.306	0.444öd
Hata	70	48.237	0.689	

GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** $p<0.001$, ** $p<0.01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.15’ de verilen konular ve kükürt dozları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre gelişme dönemleri 3, kükürt dozları ise tek grup oluşturmuştur. OOO, OTT, OTO konuları aynı grupta diğer konular farklı gruplarda yer almıştır.

Yaprak alan indeksi değerleri zamansal olarak incelendiğinde 14 Temmuz (vejetatif gelişme dönemi) tarihinde OOO konusunda en yüksek YAI değeri K₂ dozunda, en düşük YAI değeri ise K₀ dozundan elde edilmiştir. Anılan kükürt dozu YAI değerini K₀ dozuna göre % 167.39 oranında arttırmıştır. TTT konusunda da en yüksek ve en düşük YAI değerleri aynı kükürt dozlarından elde edilmiştir. K₂ dozu YAI değerini K₀ dozuna göre %48.61 oranında artmasına neden olmuştur. Ortalama YAI değerlerine bakıldığında en yüksek YAI değeri TTT konusunda (2.66 m² m⁻²), en düşük ise OOO (0.97 m² m⁻²) konusundan elde edilmiştir. Ortalama kükürt dozları arasında en yüksek YAI değeri K₂ dozundan elde edilirken en düşük YAI değeri ise kükürt uygulanmayan konudan elde edilmiştir. Anılan kükürt dozu (K₀ dozuna göre) %35.76 oranında bir artışa neden olmuştur.

Bitki gelişme dönemi boyunca en yüksek yaprak alanı değerleri konular arasında sırasıyla (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO) 231.gün, 242.gün, 247.gün, 230.gün, 237.günlerde saptanırken, TOT konusunda anlamlı ilişkiler saptanmamış. Konulara göre YAI değerlerinin maksimum olduğu gelişme dönemi kozaların açılması dönemine denk gelmiştir. (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Deneme konularına ilişkin yaprak alan indeksi (YAI) değerlerinin günlere bağlı (YG) değişimi

Çizelge 4.15. Zamana bağlı yaprak alan indeksi ($m^2 m^{-2}$) değerleri

Tarih	20.Haz** (Başlangıç)	14.Tem (VG)	28.Tem (ÇKO)	12.Ağu (KO)	16.Eyl (Hasat)	Ort.
OOK ₀	0	0.46	0.67	0.88	0.83	0.97 a
OOK ₁	0	0.98	0.77	1.24	0.77	
OOK ₂	0	1.23	1.42	1.15	1.24	
OOK ₃	0	0.76	0.61	1.45	1.05	
OOO*	0	0.86	0.87	1.18	0.97	
TTK ₀	0	0.72	1.9	2.19	2.90	2.66 c
TTK ₁	0	1.02	3.21	3.58	2.66	
TTK ₂	0	1.07	3.42	3.78	3.74	
TTK ₃	0	0.96	3.33	4.49	3.57	
TTT*	0	0.94	2.97	3.51	3.22	
TOO ₀	0	1.46	1.64	1.82	1.37	1.60 ab
TOO ₁	0	0.66	1.36	1.55	1.09	
TOO ₂	0	1.10	3.14	1.97	0.97	
TOO ₃	0	0.52	2.25	2.68	2.09	
TOO*	0	0.94	2.10	2.01	1.38	
OTK ₀	0	0.53	1.34	1.51	1.31	1.31 a
OTK ₁	0	0.67	1.05	1.43	1.59	
OTK ₂	0	0.54	0.96	3.77	1.76	
OTK ₃	0	0.66	1.28	1.38	1.25	
OTT*	0	0.60	1.16	2.02	1.48	
OTOK ₀	0	0.48	1.99	1.53	1.26	1.17 a
OTOK ₁	0	0.57	1.88	1.26	1.39	
OTOK ₂	0	0.53	1.39	1.42	1.20	
OTOK ₃	0	0.82	1.25	0.97	0.81	
OTO*	0	0.60	1.63	1.30	1.17	
TOTK ₀	0	0.57	1.59	1.16	2.73	1.97 b
TOTK ₁	0	1.07	2.64	1.83	2.72	
TOTK ₂	0	1.01	2.29	1.94	3.54	
TOTK ₃	0	1.05	1.22	2.26	3.96	
TOT*	0	0.93	1.94	1.80	3.24	
K ₀ *	0	0.70	1.52	1.52	1.73	1.37***
K ₁ *	0	0.83	1.82	1.82	1.70	1.54
K ₂ *	0	0.91	2.10	2.34	2.08	1.86
K ₃ *	0	0.80	1.66	2.21	2.12	1.69

*: İlgili konuya ait ortalama değer

** :20 Haziran başlangıç olarak kabul edilmiştir

***: Kükürt dozları arasında fark bulunamamıştır

4.8.4. Generatif Özellikler

4.8.4.1. Bitkide Koza Sayısı (adet m⁻²)

Deneme konuları ve kükürt dozlarına ilişkin koza sayısı (adet m⁻²) değerleri Çizelge 4.16’ da verilmiştir. Vejetatif gelişme döneminde koza görülmezken, çiçeklenme ve koza oluşumu döneminde maksimum düzeyde olduğu ve hasada doğru giderek azaldığı görülmüştür. Bitki üzerinde yapılan ölçümlerde 1 m²’ lik alandaki toplam koza sayısının konulara göre (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT) sırasıyla %93, %65, %90, %84, %92, %72’ sinin, kükürt dozlarına göre ise (K₀, K₁, K₂, K₃) sırasıyla %73, %91, %81, %83’ ünün verime yattığı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.16. Deneme konularına ilişkin bitkide koza sayısı (adet m⁻²)

Tarih	10.Tem (VG)	28.Tem (ÇKO)	12.Ağu (KO)	15.Eyl (Hasat)
OOK ₀	0	34	60	9
OOK ₁	0	46	66	6
OOK ₂	0	46	69	3
OOK ₃	0	26	74	3
OOO*	0	38	67	5
TTTK ₀	0	37	77	37
TTTK ₁	0	60	86	14
TTTK ₂	0	63	60	46
TTTK ₃	0	54	123	23
TTT*	0	54	86	30
TOOK ₀	0	49	66	9
TOOK ₁	0	34	43	0
TOOK ₂	0	43	51	3
TOOK ₃	0	34	57	9
TOO*	0	40	54	5
OTTK ₀	0	43	86	26
OTTK ₁	0	57	74	6
OTTK ₂	0	37	106	17
OTTK ₃	0	40	77	6
OTT*	0	44	86	14

Çizelge 4.17. (Devam) Deneme konularına ilişkin bitkide koza sayısı (adet m⁻²)

Tarih	10.Tem (VG)	28.Tem (ÇKO)	12.Ağu (KO)	15.Eyl (Hasat)
OTOK ₀	0	60	77	14
OTOK ₁	0	71	57	3
OTOK ₂	0	37	63	3
OTOK ₃	0	46	54	0
OTO*	0	54	63	5
TOTK ₀	0	31	29	11
TOTK ₁	0	63	46	0
TOTK ₂	0	46	63	6
TOTK ₃	0	29	63	40
TOT*	0	42	50	14
K ₀ *	0	42	66	18
K ₁ *	0	55	62	5
K ₂ *	0	45	69	13
K ₃ *	0	38	75	13

*: İlgili konuya ait ortalama değer

Herhangi bir gelişme döneminde strese uğramış konularda pamuk açım oranlarının tam sulama konusuna göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Deneme konuları arasında koza sayısı değerleri 43 adet m⁻² (TTT) ile 25 adet m⁻² (TOO) arasında değişmiştir. Ertek ve Kanber (2003), su eksikliğinin normal büyüme döneminde çiçeklerin ve tomurcukların kendiliğinden düşmesine sebep olduğunu ve dolayısıyla koza sayısının azaldığını belirtmişlerdir.

Kozaların açılma döneminin maksimum olduğu 12 Ağustos tarihinde OOO konusunda en yüksek koza sayısı K₃ dozundan elde edilmiştir. Anılan konu en düşük koza sayısının elde edildiği konu (OOOK₀) ile kıyaslandığında K₃ dozu %23.33 oranında bir artışa sebep olmuştur. Kükürt dozları arasında ise K₃ belirgin bir fark yaratırken K₁ dozunun etkisi görülmemiştir.

4.9. Bitki Fizyolojisine İlişkin Sonuçlar

4.9.1. Stoma İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Denemede sulama suyu miktarının pamuk bitkisinin stoma iletkenliğine etkisinin belirlenmesi amacıyla tüm konularda sulama öncesi ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde her tekerrürde işaretlenmiş iki bitkinin ikişer yaprağı esas alınmıştır. Elde edilen verilerin sulama suyu miktarına bağlı değişimi Şekil 4.10' da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.17' de verilmiştir.

Gelişme dönemi $p<0.001$ düzeyinde etkili olduğu, *kükürt dozu* ve *gelişme dönemi x kükürt dozu interaksyonu* arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler olmadığı belirlenmiştir.

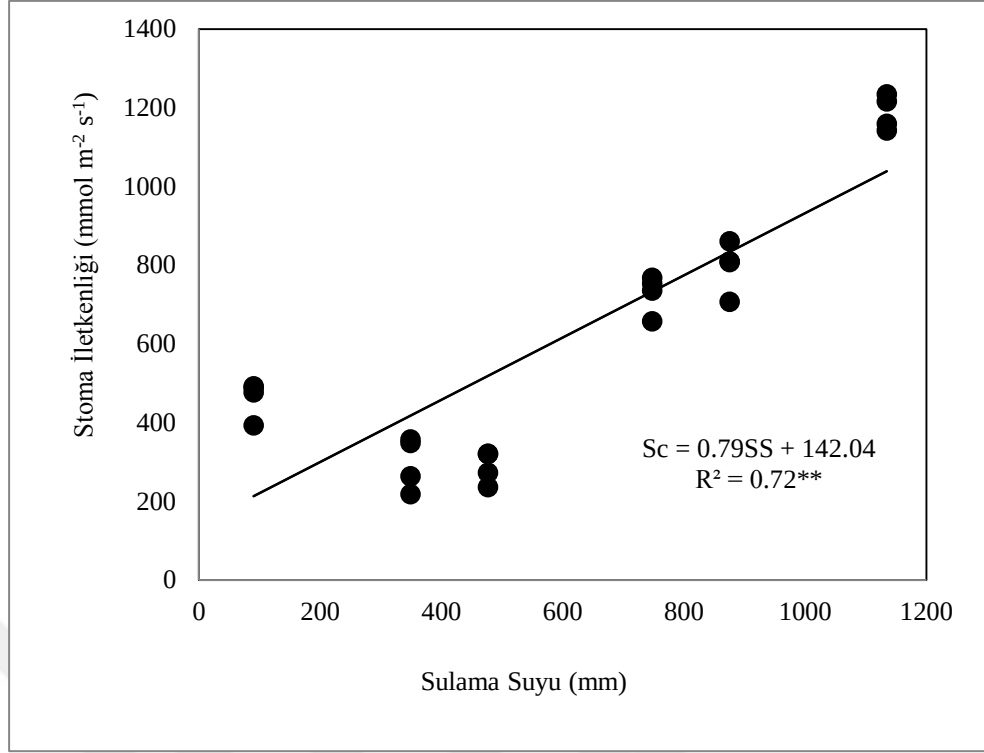
Çizelge 4.18. Stoma iletkenliğine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Genel	539	1.3E+08	-	-
GD	5	6.3E+07	1.3E+07	95.09***
KD	3	113642	37880.8	0.28öd
GD*KD	15	994190	66279.3	0.49öd
Hata	516	6.9E+07	132939	-

GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** $p<0.001$, ** $p<0.01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Araştırmada stoma iletkenliği ile sulama suyu miktarı arasında doğrusal ve istatistiksel olarak önemli ilişkiler elde edilmiştir ($p<0.01$). Sulama suyundaki 1 birimlik artış stoma iletkenliğinde $0.79 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ düzeyinde artışa neden olmuştur.

Ölçüm dönemi boyunca stoma iletkenliği değerleri ortalama olarak bütün konularda (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT) sırasıyla $462.55 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $1187.62 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $296.37 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $796.04 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $287.17 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $728.10 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.18).



Şekil 4.10. Stoma iletkenliği (Sc) ve sulama suyu (SS) arasındaki ilişki

Stoma iletkenliği konular arasında (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT) sırasıyla 392.75-491.76 mmol m⁻² s⁻¹; 1141.91-1233.72 mmol m⁻² s⁻¹; 217.52-357.07 mmol m⁻² s⁻¹; 706.88-860.44 mmol m⁻² s⁻¹; 235.78-320.64 mmol m⁻² s⁻¹; 657.20-767.48 mmol m⁻² s⁻¹ aralığında gerçekleşmiştir. OOO konusunda en yüksek stoma iletkenliği değeri K₁ dozunda elde edilmiştir. Anılan konu stoma iletkenliğinin en düşük olduğu konu (OOOK₀) ile kıyaslandığında K₁ dozu %25.20 oranında artışa neden olmuştur. Benzer şekilde kükürt dozunun OTO konusunda da stoma iletkenliği üzerine etkileri görülmüştür. Anılan konuda en yüksek stoma iletkenliği değeri K₂ dozundan (320.64 mmol m⁻² s⁻¹) elde edilmiştir. Ancak K₁ dozuyla (320.13 mmol m⁻² s⁻¹) arasında önemli fark gözlemlenmemiştir. K₂ dozu, stoma iletkenliğinin en düşük olduğu K₀ dozuyla kıyaslandığında %35.99 oranında bir artışa neden olmuştur. Ortalama kükürt dozları arasındaki ilişkiler incelendiğinde, en yüksek stoma iletkenliği K₂ dozundan elde edilmiştir. Anılan doz kükürt uygulaması yapılmayan ve stoma iletkenliğinin en düşük olduğu doz ile kıyaslandığında K₂ dozu %6.32 oranında artışa neden olmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.19. Konulara göre stoma iletkenliği ve klorofil içeriği değeri

Konu	Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹)	Klorofil içeriği (μmol m ⁻²)
OOK ₀	392.75	49.50
OOK ₁	491.76	42.52
OOK ₂	488.88	43.14
OOK ₃	476.82	43.91
OOO*	462.55 b	44.77 c
TTTK ₀	1159.08	39.26
TTTK ₁	1215.76	40.61
TTTK ₂	1141.91	39.28
TTTK ₃	1233.72	38.76
TTT*	1187.62 d	39.48 a
TOOK ₀	262.93	39.72
TOOK ₁	347.97	40.55
TOOK ₂	357.07	40.63
TOOK ₃	217.52	41.82
TOO*	296.37 a	40.68 b
OTTK ₀	807.67	44.36
OTTK ₁	706.88	44.31
OTTK ₂	809.17	43.00
OTTK ₃	860.44	43.60
OTT*	796.04 c	43.82 c
OTOK ₀	235.78	49.43
OTOK ₁	320.13	46.72
OTOK ₂	320.64	44.93
OTOK ₃	272.14	46.59
OTO*	287.17 a	46.92 d
TOTK ₀	767.48	39.94
TOTK ₁	657.19	41.92
TOTK ₂	752.92	39.84
TOTK ₃	734.82	41.68
TOT*	728.10 c	40.84 b
K ₀ *	604.28**	43.70 b
K ₁ *	623.28	42.77 b
K ₂ *	645.10	41.80 a
K ₃ *	632.58	42.73 b

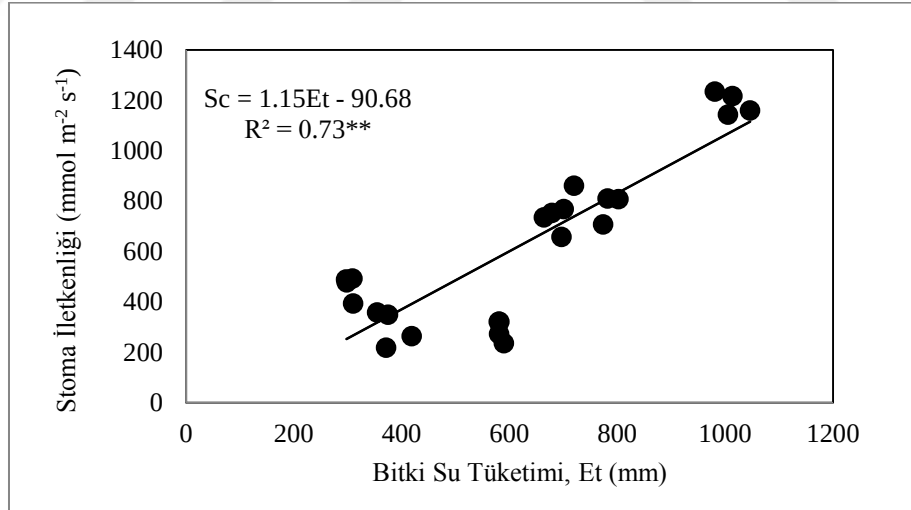
*: İlgili konuya ait ortalama değeri

** : Stoma iletkenliği kükürt dozları arasında fark bulunamamıştır

Rosenthal ve ark. (1987), yaprak gelişimi ve transpirasyon miktarındaki azalmanın toprak suyu eksikliği ile yakından ilişkili olduğu su eksikliği olması durumunda yaprak gelişmesi ve transpirasyon hızının azaldığı ve yaprak yaşlanmasının hızla arttığını belirtmişlerdir. Aras (2013), strese maruz kalan bitkilerin stomalarını kapattığını,

stresden etkilenmeyen veya az etkilenen bitkilerin ise stomalarını açık bırakarak solunum, fotosentez gibi metabolik aktivitelerini devam ettirdiklerini ileri sürmüştür. Akgöl (2012), stres koşullarındaki stoma iletkenliği değerlerinin $497.3 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ile $353.2 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değiştiği ifade etmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızda su uygulanmayan konudaki değerler ile paralellik göstermektedir.

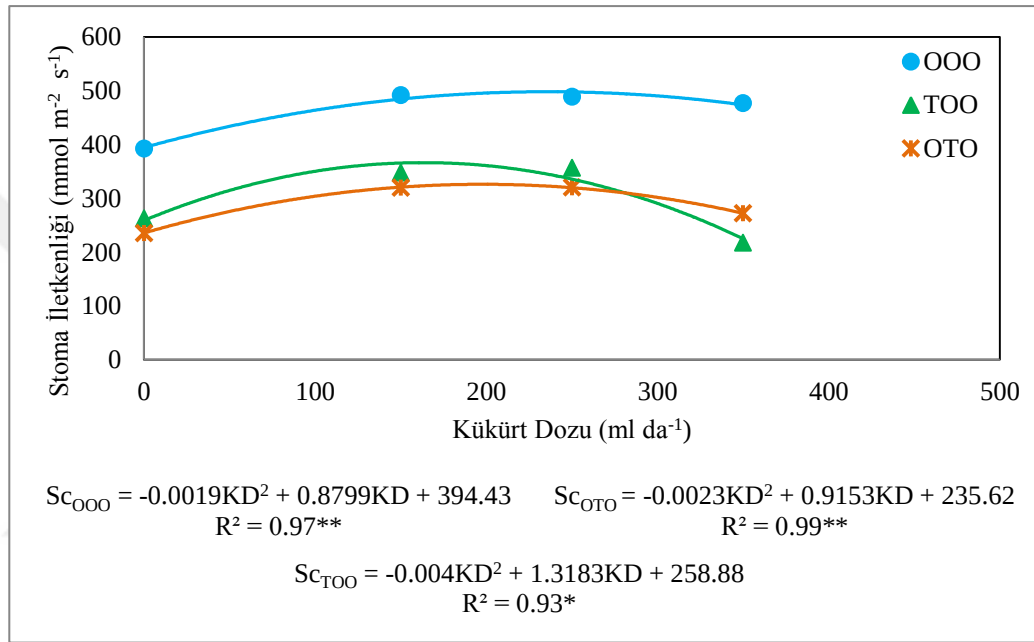
Stoma iletkenliğinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde parabolik ilişkiler görülmüş, TOO konusunda önemli, OOO, TTT, OTT, OTO, TOT konularında önemsiz ilişkiler elde edilmiş olup; OOO ($-0.02x^2+5.8x-72.94$ $R^2=0.40$ öd), TTT ($-0.43x^2+195.76x-20760$ $R^2=0.55$ öd), TOO ($0.12x^2-60.86+7705.3$ $R^2=0.97^{**}$), OTT konusu ($0.18x^2-68.45x+6798.3$ $R^2=0.77$), OTO ($0.03x^2-14.40x+2111.4$ $R^2=0.20$ öd), TOT ($0.25x^2-106.48x+11507$ $R^2=0.72$ öd) biçiminde denklemler elde edilmiştir. Denklemler çözümlendiğinde en yüksek stoma iletkenliği değerleri deneme konularında sırasıyla (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT) 164.gün (vejetatif gelişme dönemi), 227. gün (kozaların açılması dönemi), 248. gün (kozaların açılması dönemi), 189. gün (vejetatif gelişme dönemi), 263. gün (hasat), 209. günlerde (çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi) belirlenmiştir.



Şekil 4.11. Stoma iletkenliği (Sc) ve bitki su tüketimi (BST) arasındaki ilişki

Stoma iletkenliği ile bitki su tüketimi arasında $p<0.01$ düzeyinde önemli ilişki bulunmuştur. Bitki su tüketimindeki her birim artış $1.15 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ artışına neden olmuştur (Şekil 4.11).

Stoma iletkenliği ile kükürt dozları arasında OOO, OTO, TOO konularında önemli TTT, OTT, TOT konularında önemsiz parabolik ilişkiler saptanmıştır (Şekil 4.12). Önemli bulunan ilişkiler çözümlendiğinde en yüksek stoma iletkenliği değeri ise sırasıyla (OOO, TOO, OTO) 231.55 ml da⁻¹, 164.78 ml da⁻¹, 198.97 ml da⁻¹ dozlarından elde edilmiştir. Genel olarak uygulanan kükürt dozu miktarı arttıkça stoma iletkenliği değerlerinde belli bir noktaya kadar artmış daha sonra azalma eğilimi göstermiştir.



Şekil 4.12. Stoma iletkenliği (SC) ve kükürt dozları (KD) arasındaki ilişkiler

4.9.2. Klorofil İçeriği (μmol m⁻²)

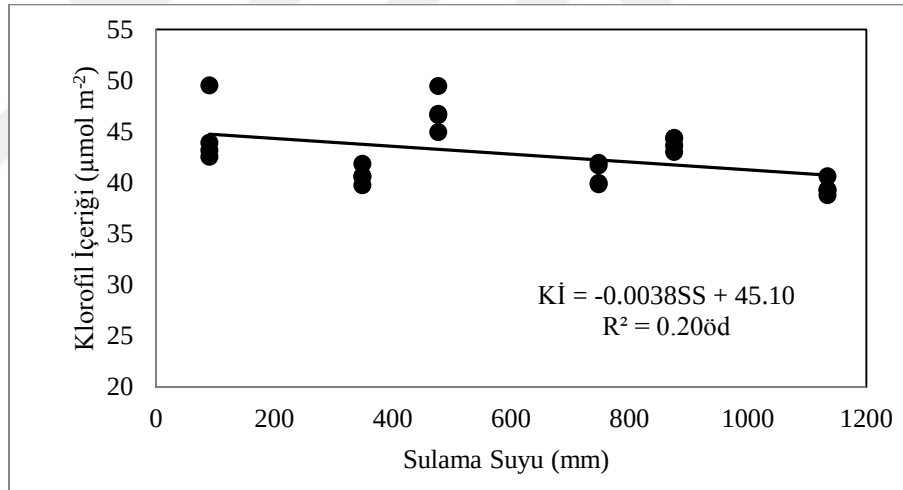
Denemede dönemsel su stresinin pamuk bitkisinin klorofil değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla tüm konularda sulama öncesi ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde her tekerrürde işaretlenmiş iki bitkinin ikişer yaprağı esas alınmıştır. Sulama suyu miktarına bağlı değişimi Şekil 4.13' de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19' da verilmiştir. Çizelge 4.19' dan anlaşılacağı gibi, klorofil içeriğinin *gelişme dönemi*, *kükürt dozu*, *gelişme dönemixkükürt dozu interaksyonu* arasında p<0.001 düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.20. Klorofil içeriği değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Genel	644	16087.797		
GD	5	4436.495	887.299	52.89***
KD	3	288.601	96.200	5.74***
GD*KD	15	1022.210	68.147	4.06***
Hata	621	10416.598	16.774	

GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** p<0.001, ** p<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Şekil 4.13' den görüldüğü gibi, klorofil içeriği değeri ile sulama suyu miktarı arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler bulunmamıştır. Sulama suyundaki 1 birimlik azalış klorofil değerlerinde $0.0038 \mu\text{mol m}^{-2}$ düzeyinde azalışa sebep olmuştur.



Şekil 4.13. Deneme konularına göre klorofil içeriği (Kİ) ve sulama suyu (SS) arasındaki ilişki

Ölçüm dönemi boyunca klorofil içeriği değerleri ortalama olarak OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT konularında sırasıyla $47.77 \mu\text{mol m}^{-2}$, $39.48 \mu\text{mol m}^{-2}$, $40.68 \mu\text{mol m}^{-2}$, $43.82 \mu\text{mol m}^{-2}$, $46.92 \mu\text{mol m}^{-2}$, $40.84 \mu\text{mol m}^{-2}$ olarak belirlenmiştir. Klorofil içeriği konular arasında yine aynı sırayla $49.50-42.52. \mu\text{mol m}^{-2}$; $40.62-38.76 \mu\text{mol m}^{-2}$; $41.82-39.72 \mu\text{mol m}^{-2}$; $44.36-43.00 \mu\text{mol m}^{-2}$; $49.43-44.93 \mu\text{mol m}^{-2}$; $41.92-39.84 \mu\text{mol m}^{-2}$ aralığında gerçekleşmiştir. Bitkilerin klorofil düzeylerinin stres

uygulamaları ile azaldığı gözlenmiştir. Bu durum strese girmiş bitkilerin strese uğramamış bitkilere göre daha koyu renk ve daha yüksek SPAD değeri ölçülmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Stresli konularda SPAD değerinin yüksek çıkması stresli yaprakların daha koyu renkte olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda strese girmemiş bitkilerde SPAD değerleri daha düşük ölçülmüştür. Genel olarak klorofil değerleri açısından konular arasında belirgin farklar gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.18).

Klorofil değerlerinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde parabolik ilişkiler elde edilmiştir. Zamana bağlı klorofil içeriği değişimleri OOO konusunda ($0.001x^2 - 0.18x + 77.20$, $R^2=0.68^*$), OTT ($0.002x^2 - 1.03x + 171.96$, $R^2=0.74^*$), OTO ($-0.0003x^2 + 0.035x + 51.71$, $R^2=0.65^*$) olarak elde edilmiştir. Denklemler çözümlendiğinde OOO konusunda anlamlı bir ilişki bulunmazken diğer konularda sırasıyla (TTT, TOO, OTT, OTO, TOT), 225. gün, 246. gün, 258. gün 58.gün, 213. günlerde en yüksek klorofil içeriği değerleri saptanmıştır.

4.10. Hasat ve Hasat Sonrası Analizler

4.10.1. Çırçır Randımanı (%)

Çırçır randımanına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21' de verilmiştir. Çizelge 4.21'den görüleceği gibi *gelişme döneminde* $p<0.001$, *kükürt dozunda* $P<0.05$, *gelişme dönemi x kükürt dozu interaksyonunda* $p<0.01$ düzeyinde önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Deneme konularından elde edilen randıman değerleri Çizelge 4.20' de verilmiştir. Çırçır randımanı değerleri %45.40 (TOT) ile %42.95 (OTO) arasında değişmiştir. Konulara uygulanan kükürt dozları arasında önemli farklar gözlemlenmemiştir. Özdemir ve Dağdelen (2016), çırçır randımanı değerlerini %38.80- 41.53 arasında belirlerken, Coşkun (2015), %37-%48 arasında belirlemiştir. Bölgeler arasında yapılan çalışmalarda, çırçır randımanı değerlerinin farklı olması uygulanan sulama suyu, yöntemi ve programlarındaki farklılığa ve yıllar arasındaki iklimsel farklılığa bağlanabilir (Özdemir ve Dağdelen, 2016).

Her gelişme döneminde sulanan TTT konusu esas alındığında su uygulanmayan OOO (tanık) konusuna ait çırçır randımanı değeri %1.98 oranında azaldığı tespit

edilmiştir. Diğer bir ifadeyle su uygulaması randıman değerini %2.02 oranında arttırmıştır.

Çizelge 4.21. Deneme konularında ortalama çırçır randımanı, lif uzunluğu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı değerleri

Konu	Randıman (%)	Lif uzunluğu (mm)	Lif inceliği (Micronaire)	Lif Kopma Dayanıklılığı (g/text)
OOK ₀	44.40	27.65	4.38	32.38
OOK ₁	44.27	26.63	4.44	28.01
OOK ₂	42.87	28.56	4.08	28.66
OOK ₃	42.33	28.31	4.34	28.71
OOO*	43.47 a	27.79 b	4.31 b	29.44 b
TTTK ₀	45.27	27.92	5.15	30.07
TTTK ₁	43.67	29.37	4.84	29.69
TTTK ₂	43.80	28.72	4.90	29.96
TTTK ₃	44.67	28.71	4.86	29.58
TTT*	44.35 b	28.68 c	4.94 d	29.82 b
TOOK ₀	44.40	26.26	4.55	28.78
TOOK ₁	44.13	25.95	4.62	26.81
TOOK ₂	44.13	27.25	4.57	27.79
TOOK ₃	44.73	26.54	4.60	26.49
TOO*	44.35 b	26.50 a	4.59 c	27.47 a
OTTK ₀	44.93	28.14	5.07	30.75
OTTK ₁	44.67	28.14	4.91	30.47
OTTK ₂	43.40	28.56	5.00	28.52
OTTK ₃	45.07	27.28	5.08	28.88
OTT*	44.52 b	28.03 ab	5.02 d	29.66 b
OTOK ₀	42.73	27.43	4.08	30.13
OTOK ₁	43.33	27.92	3.90	29.40
OTOK ₂	42.67	27.98	4.11	29.29
OTOK ₃	43.07	27.66	3.92	28.43
OTO*	42.95 a	27.75 b	4.00 a	29.31 b
TOTK ₀	44.87	26.43	5.31	27.07
TOTK ₁	45.67	26.05	5.25	28.31
TOTK ₂	45.60	26.29	5.21	29.34
TOTK ₃	45.47	26.38	5.20	29.42
TOT*	45.40 c	26.29 a	5.24 e	28.53 b
K ₀	44.43 b	27.31**	4.76**	29.86**
K ₁	44.29 b	27.34	4.66	28.78
K ₂	43.74 a	27.89	4.65	28.93
K ₃	44.22 b	27.48	4.67	28.59

*: İlgili konuya ait ortalama değer

** : Kükürt dozları arasında fark bulunamamıştır

Çizelge 4.22. Deneme konularından elde edilen çırçır randımanı, lif uzunluğu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı varyans sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Randıman (%)			Lif Uzunluğu (mm)		
		KT	KO	F	KT	KO	F
Genel	71	87.54			109.90		
GD	5	44.17	8.83	20.439***	51.22	10.24	11.536***
KD	3	4.81	1.60	3.710*	3.92	1.31	1.473öd
GD*KD	15	17.82	1.19	2.748**	12.14	0.81	0.911öd
Hata	48	20.75	0.43		42.62	0.89	

Varyasyon Kaynağı	SD	Lif İnceliği (Micronaire)			Lif Kopma Dayanıklılığı (g/text)		
		KT	KO	F	KT	KO	F
Genel	71	16.22			286.34		
GD	5	13.20	2.64	52.126***	47.44	9.49	2.730**
KD	3	0.13	0.04	0.874öd	17.32	5.77	1.661öd
GD*KD	15	0.46	0.03	0.606öd	54.76	3.65	1.050öd
Hata	48	2.43	0.05		166.82	3.48	

GD: gelişme dönemi, KD:kükürt dozu, SD: serbestlik derecesi, KT:kareler toplamı, KO:kareler ortalaması, *** p<0.001, ** p<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

4.10.2. Diğer Lif Özellikleri

4.10.2.1. Lif Uzunluğu (mm)

Lif uzunluğuna ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.21' de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi *gelişme dönemlerinin* $p < 0.001$ düzeyinde etkili olduğu, *kükürt dozu* ve *gelişme dönemixkükürt dozu interaksyonunun* istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Deneme konularında saptanan ortalama lif uzunluğu değerleri Çizelge 4.20' de verilmiştir. İncelenen özellikler bakımından elde edilen değerler arasında ciddi bir fark olmadığı saptanmıştır. En yüksek lif uzunluğu değeri (28.68 mm) konular arasında her gelişme döneminde su uygulanan TTT konusunda gözlenmiş bunu sırasıyla (28.03 mm) OTT konusu, (27.79 mm) OOO konusu, (27.75 mm) OTO konusu, (26.50 mm) TOO konusu, (26.29 mm) TOT konusu uygulamaları takip etmiştir. Kükürt dozları arasında en yüksek lif uzunluğu değeri ise K_1 dozunda (29.37 mm) TTT konusundan elde edilmiştir.

Lif uzunluğu açısından TOO ve TOT bir, OOO ve OTO farklı bir grupta yer almıştır. Kükürt dozlarında ise bütün dozlar aynı grupta yer almıştır. Her gelişme döneminde sulanan TTT konusu esas alındığında su uygulanmayan OOO (tanık) konusuna ait lif uzunluğu değeri %3.1 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Özdemir ve Özdi (2003) tarafından bildirildiğine göre, lif uzunluğunun 25.15-27.94 mm arası orta; 27.94-32.00 mm arası ise uzun kategoride yer aldığı Dağdelen (2016) tarafından bildirilmiştir. Buna göre deneme konularından elde edilen lif uzunlukları TTT ve OTT konusu 'uzun'; OOO, TOO, OTO, TOT konusu 'orta' kategorisinde yer almışlardır. Özdemir ve Dağdelen (2016), Aydın koşullarında lif uzunluğunu değerlerini 27.70-30.11 mm arasında ve 'uzun' kategorisinde yer aldığını ifade etmiştir.

4.10.2.2. Lif İnceliği (Micronaire)

Lif inceliğine ait ortalama değerler Çizelge 4.20' de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21' de verilmiştir. Çizelge 4.21'den görüleceği gibi *gelişme dönemlerinin*

$p < 0.001$ düzeyinde etkili olduğu, *kükürt dozu* ve *gelişme dönemi* *kükürt dozu* *interaksiyonunun* istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Konular arasında lif incelik değerleri incelendiğinde en ince lif (4.00 mic.) OTO konusuna ait uygulamada ölçülürken, en kaba lif ortalaması ise (5.24 mic.) TOT konusunda ölçülmüştür. Kükürt dozları arasında en yüksek lif inceliği değeri ise K_0 dozunda (5.31 mic.) TOT konusundan elde edilmiştir.

Lif inceliğinde TTT ve OTT konuları aynı grupta yer alırken diğer konular farklı gruplarda, kükürt dozlarında ise bütün dozlar aynı grupta yer almıştır. Su uygulanmayan OOO (tanık) konusu ile her gelişme döneminde su uygulanan TTT konusu ortalama değerleri karşılaştırıldığında su uygulamasının lifi %14.6 kalınlaştırdığı saptanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Başkuru (2015)' nun kısıtlı ve tam sulama koşulları altında yapmış olduğu çalışmada kısıtlı sulama uygulamasının lifi %2,5 kalınlaştırdığını bildirmiştir. Özdemir ve Dağdelen (2016), en yüksek lif inceliği değerini 5.22 micronaire ile tam sulama suyu uygulanan konudan belirlerken, en düşük lif inceliği değeri ise 4.94 micronaire ile % 25 konudan belirlemiş; uygulanan sulama suyu azalışına bağlı olarak lif inceliği değerlerin azaldığını ifade etmişlerdir. Özdi (2003), tekstil sanayisinde 3-3.9 'ince'; 4-4.9 'orta'; 5-5.9 'kaba' lif grubunun oluştuğunu Çoşkun (2015) belirtmiştir. Çoşkun (2015), Şanlıurfa koşullarında yapmış olduğu çalışmada ortalama lif inceliği değerlerini 4.18-4.88 micronaire arasında belirlenmiş farklı sulama konularından elde edilen lif inceliği değerlerini 'orta' lif grubunda olduğu sonucuna varmıştır. Buna göre deneme konularından elde edilen lif inceliği değerleri ise OOO, TTT, TOO ve OTO konuları 'orta'; OTT ve TOT konuları ise 'kaba' kategorisine girmiştir.

4.10.2.3. Lif Kopma Dayanıklılığı (g/text)

Lif kopma dayanıklılığına ilişkin ortalama değer çizelge 4.20' de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21' de verilmiştir. Çizelge 4.21'den görüleceği gibi *gelişme dönemlerinin* $p < 0.001$ düzeyinde etkili olduğu, *kükürt dozu* ve *gelişme dönemi* *kükürt dozu* *interaksiyonunun* istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Lif kopma dayanıklılık ortalama değerleri 26.46 g/text (TOOK₃) ile 32.38 g/text (OOOK₀) arasında değişmiştir. Konular arasında en yüksek değer (29.82 g/text) TTT konusunda, en düşük değer ise (27.47 g/text) TOO konusundan elde edilmiştir.

Yapılan gruplandırma testlerinde en düşük lif kopma dayanıklılığına sahip olan TOO konusu bir grupta, diğer konular farklı grupta; kükürt dozlarında ise bütün dozlar aynı grupta yer almıştır. OOO (tanık) konusu ile TTT konusu karşılaştırıldığında su uygulamasının dayanıklılığı %1.29 arttırdığı saptanmıştır. Özdil (2003), tarafından belirtildiğine göre tekstil sanayisinde 26-29 g tex⁻¹ arası ‘sağlam’ >30 g tex⁻¹ değerleri ise ‘ok sağlam’ lif grubunda yer aldığını oşkun (2015) belirtmiştir. Bu değer aralıkları göz önüne alındığında araştırma sonucu elde elden liflerin mukavemeti ‘sağlam’ grubunda yer almıştır. zdemir ve Dağdelen (2016), lif mukavemeti değerlerini ise 29.53-34.00 g tex⁻¹ arasında belirlemiş ve ‘ok sağlam’ grubuna girdiğini ifade etmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal üretimde en önemli sorun su kullanımındaki yanlışlıklardır. Suyun kısıtlı olduğu alanlarda aşırı su kullanımının engellenmesi yanında bitkilerin gereksinim duyduğu suyun yeter miktarda ve zamanında uygulanması önemlidir. Özellikle su tüketimi yüksek bitkilerde kullanılan su miktarının azaltılmasının (ya da azaltılabilme olanaklarının) araştırılması su tasarrufu açısından önemlidir. Bu açıdan suyun kısıtlı olduğu alanlarda su tüketimi yüksek (meyve ağaçları, mısır, pamuk) bitkilerin öncelikle ele alınması gerekir. Doğu Akdeniz Bölgesi su tüketimi yüksek bitkilerin yoğun olarak yetiştirildiği kurak ve yarı kurak iklime sahip, Ülkemizin önemli üretim alanlarından biridir. Bölgede yoğun şekilde yetiştirilen pamuk bitkisinde su tasarrufu sağlayabilmek ve bu sırada oluşacak su stresini azaltarak ürün kaybını azaltacak kükürt uygulamalarını esas alan bu araştırmada kuramsal ve uygulamaya yönelik farklı sonuçlar elde edilmiş ve bu sonuçlara bağlı olarak öneriler aşağıda verilmiştir.

Deneme süresince damla sulama yöntemi kullanılarak yaklaşık 7 gün aralıklarla 10 sulama yapılmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları 90.25 mm ile 1134.85 arasında değişmiştir.

Bitki su tüketim değerleri uygulamalara bağlı olarak farklılık göstermiştir; her gelişme döneminde tam su uygulandığında (TTT) 1011.91 mm, sadece yağış ve can suyu uygulandığında (OOO) 304.10 mm bitki su tüketimi ölçülmüştür. TTT konusu dönemsel olarak sulanmayan konular ile karşılaştırıldığında bitki su tüketimleri %62.43 (TOO) ile %23.92 (OTT) oranında azalmıştır. Bitki su tüketimi değerleri kükürt dozlarına bağlı değişim göstermiştir. Genel olarak kükürt dozu arttıkça bitki su tüketim değerleri azalmıştır. K_0 dozu esas alındığında en fazla azalma OOO konusunda % 4.23 ile K_2 dozunda; TTT konusunda % 6.21 ile K_3 dozunda; TOO konusunda % 15.35 ile K_2 dozunda; OTT konusunda % 10.3 ile K_3 dozunda; OTO konusunda % 1.67 ile K_1 dozunda; TOT konusunda % 5.62 ile K_3 dozunda saptanmıştır.

Deneme konularından elde edilen kütlü verim değerleri 235.99 kg da⁻¹ (TOO) ile 532.87 kg da⁻¹ (TTT) arasında değişmiştir. TTT konusu esas alındığında diğer konularda (OOO, TOO, OTT, OTO, TOT) sırasıyla %52.81, %55.71, %15.34, %46.11, %42.75 oranında daha az kütlü verimi elde edilmiştir. Kükürt dozu ve verim arasındaki ilişki irdelendiğinde, OOO konusunda en yüksek verim K_3 dozundan elde edilmiştir. Anılan konu K_0 ile kıyaslandığında (OOOK₀) %59.58 oranında verim artışına neden

olmuştur. TTT konusunda en yüksek verim K_2 dozundan elde edilmiş ve en düşük verimin elde edildiği K_0 dozu ile kıyaslandığında K_2 dozunun %16.71 oranında verimi arttırdığı belirlenmiştir.

Konular arasında su kullanım randımanı (WUE) $0.83 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (OOO) ile $0.45 \text{ kg da}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (TOT) arasında değişmiştir. Sulama suyu arttıkça su kullanım randımanı azalmıştır.

Araştırmada birim evapotranspirasyon azalışına karşı birim verim azalışını ifade eden K_y değerleri ortalama 0.84 (genel) olarak hesaplanmıştır. Söz konusu değer kükürt dozlarına göre değişmiş ancak yakın değerlerde elde edilmiştir. K_y değerleri K_0 , K_1 , K_2 ve K_3 dozlarında sırasıyla 0.90, 0.91, 0.87, 0.95 olarak belirlenmiştir.

Fotosentezde önemli işlevleri olan klorofil konsantrasyonu konulara göre birbirine yakın değerlerde ölçülmüştür (% 0.70-0.72). Kükürt dozlarının içerisinde en yüksek klorofil konsantrasyonu K_3 dozundan (OOO konusunda) elde edilmiştir. Klorofil içeriğinin belirlenmesinde kullanılan SPAD ölçümlerinde elde edilen değerler, gelişme dönemlerinden, kükürt dozlarından ve interaksyonda istatistiksel olarak etkilenmiştir.

Stoma iletkenliği ile sulama suyu miktarı arasında birinci dereceden istatistiksel olarak önemli ilişkiler elde edilmiştir ($p < 0.01$). Sulama suyundaki 1 birimlik artış stoma iletkenliğinde $0.79 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ düzeyinde artışa sebep olmuştur.

Yapraktan kükürt uygulamasının yapraktaki kükürt konsantrasyonuna etkisi gelişme dönemlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yapraktaki en yüksek kükürt konsantrasyonu değeri OOO konusunda ve K_3 dozunda ölçülmüştür. Anılan konuda K_3 dozu K_0 dozundan %16.92 daha yüksek kükürt konsantrasyonuna neden olmuştur.

Kuru madde miktarları tüm konularda en yüksek değerlerine çiçeklenme ve kozaların oluşması döneminde ulaşmıştır. TTT konusu esas alındığında konular arasındaki kuru madde miktarları OOO, TOO, OTT, OTO, TOT konularında sırasıyla %40.69, %30.87, %25.97, %41.51, %38.05 oranında azalmıştır. Kuru madde miktarları sulama dönemlerine ve kükürt dozlarına bağlı olarak değişmiş; en yüksek ve en düşük değerler OOO konusunda K_3 - K_1 dozlarında $340.31 \text{ kg da}^{-1}$ - $225.46 \text{ kg da}^{-1}$; TTT konusunun K_2 - K_1 dozlarında 929.80 - $621.14 \text{ kg da}^{-1}$; TOO konusunda K_3 - K_2 dozlarında $470.63 \text{ kg da}^{-1}$ - $273.66 \text{ kg da}^{-1}$; OTT konusunda K_1 - K_3 dozlarında $411.46 \text{ kg da}^{-1}$ - 269.80

kg da⁻¹; OTO konusunda K₁-K₂ dozlarında 387.31 kg da⁻¹-284.34 kg da⁻¹; TOT konusunda K₃-K₀ dozlarında 845.11 kg da⁻¹-636.34 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Bitki boyu değerleri konulara göre 83.24 cm ile 50.19 cm arasında değişmiştir. OOO ve TTT konularında en yüksek bitki boyu değeri K₂ dozundan elde edilmiştir. Anılan konular en düşük bitki boyu değeri ile kıyaslandığında (OOOK₀, TTTK₀) K₂ dozu sırasıyla %35.71 ve %17.22 oranında artışa neden olmuştur.

Yaprak alan indeksi (YAI) istatistiksel olarak gelişme dönemlerinden etkilenmiş ancak kükürt dozlarından etkilenmemiştir. Tüm konularda YAI vejetatif gelişme döneminden çiçeklenme ve koza oluşumu dönemine geçerken artmış, hasada doğru azalmıştır. Sulama suyu miktarındaki artış YAI değerlerini artırmıştır. OOO konusunda en yüksek YAI değeri K₂ dozunda, en düşük YAI değeri ise K₀ dozundan elde edilmiştir. Her iki doz karşılaştırıldığında K₂ dozu K₀'a göre bitki boyunu % 167.39 oranında artırmıştır. TTT konusunda da en yüksek ve en düşük YAI değerleri aynı kükürt dozlarından elde edilmiştir. K₂ dozu K₀ dozuna göre %48.61 oranında artış sağlamıştır.

Kozaların açılma döneminin maksimum olduğu 12 Ağustos tarihinde OOO konusunda en yüksek koza sayısı K₃ dozundan elde edilmiştir. Anılan konu en düşük koza sayısının elde edildiği konu (OOOK₀) ile kıyaslandığında K₃ dozu %23.33 oranında bir artışa neden olmuştur. Kükürt dozları arasında ise K₃ belirgin bir fark yaratırken K₁ dozunun etkisi görülmemiştir.

Çırçır randımanı gelişme dönemlerinden, kükürt dozundan ve interaksiyondan önemli ölçüde etkilenmiş ve %45.40 (TOT) ile %42.95 (OTO) arasında değişmiştir. Lif uzunluğu değeri 28.68 mm (TTT) ile 26.29 mm (TOT); lif inceliği değeri 5.24 mic. (TOT) ile 4.00 mic. (OTO); lif kopma dayanıklılığı 29.82 g/text (TTT) 27.47 g/text (TOO) arasında değişmiştir. Çırçır randımanı değerlerinde kükürt dozları arasında belirgin farklar gözlemlenmemiştir. En yüksek lif uzunluğu değeri K₁ dozunda (29.37 mm) TTT konusundan elde edilirken, en yüksek lif inceliği değeri ise K₀ dozunda (5.31 mic.) TOT konusundan elde edilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, pamuk bitkisinin her gelişme döneminde toprak nem açığını karşılayacak düzeyde sulama yapılmasının 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, 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 eksik nemin 40 mm olması durumunda hektara 400 ton sulama suyuna karşılık gelir ki oldukça önemli bir miktar su tasarruf edilmiş olur.

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. Araştırmanın yürütüldüğü yılda yan parselde farklı su düzeylerinde (elverişli kapasitenin %33, %66 ve %100’ü) farklı dozlarda (0, 150 250 ve 350 ml da⁻¹) kükürt uygulamalarının etkileri incelendiğinde, kısa dönemli stres koşullarında kükürtün verimi artırmada sınırlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Yürütülen bu araştırmada K₂ ve K₃ dozlarının verimi artırıcı bir etki sağladığı belirlenmiştir. Taraklanma döneminde (OTT) ve tüm gelişme dönemlerinde sulama yapılmadığında (OOO) K₂ ve K₃ dozlarının K₀ 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 sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ali, N., 2015. Review: nitrogen utilization features in cotton crop. **Am. J. Plant Sci.** 6, 987–1002.
- Ana, S., Ul, M.A., Tuzel, I.H., Ana, D., Okur, B., Hakerler, H., 1999. Optimum irrigation scheduling for cotton under deficit irrigation conditions. In: Kırda, C., Moutonnet, P., Hera, C., Nielsen, D.R. (Eds.), **Crop Yield Response to Deficit Irrigations**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Anonim, 2016. <http://www.sahinbeyziraatodasi.org.tr/tarimurunleri/pamuk/> 09.11.2016 12:36
- Anonim, 2017. http://www.cukobirlik.com.tr/?tekd=777&ikid=1&syf=*PAMUK*23.03.2017 16:19
- Anonim, 2017a. Gümrük ve ticaret bakanlığı kooperatifçilik genel müdürlüğü. 2015 yılı pamuk raporu
- Anonim, 2017b. <http://hatay.tarim.gov.tr/Belgeler/Kutu%20Men%C3%BCs%C3%BC/2013%20y%C4%B1lsonu%20Brifingi.pdf>
- Anonim, 2017c. <http://www.progenseed.com/trtr/Firmam%C4%B1z/%C3%9Cr%C3%BCnler/PamukTohumu/%C3%9Cr%C3%BCn/ArtMID/1686/ArticleID/181>
- Akgl, B., 2012. Pamukta (*gossypium hirsutum* L.) verim, kalite ve kuraklığa dayanıklılık özelliklerinin kalıtımı. ukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi) Adana
- Aras, S., 2013. Antifriz proteinler ve glisin betainin ilek bitkisinde soğuğa dayanıklılık üzerine etkileri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, (Yüksek Lisans Tezi).
- Arnon, D.I., 1949. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polypenoxidase in Beta vulgaris plant physiology, 24:1-5.
- Başal, H., Dağdelen, N., nay, A., ve Yılmaz, E., (2009). Effects of Deficit Drip Irrigation Ratios on Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Yield and Fibre Quality, **J. Agronomy & Crop Science**, 195: 19–29.
- Başkuru, İ., 2015. Pamuk (*gossypium hirsutum* L.) melez populasyonlarının su stresine karşı tepkilerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. (Yükseklisans Tezi).
- Baştuğ, R., ve Tekinel, O., 1989. Water production functions of cotton under limited irrigation water conditions. **Doga Turkish J. Agric. Forest.** 13, 163–168.
- Bek, Y. ve Efe, E., 1988. Araştırma ve Deneme Medotları I. ..Ziraat Fakültesi, **Ders Kitabı**: No:71, 395 S.
- 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-thesecondary-factors-affecting-water-use-efficiency-and-irrigationmanagement>
- Bronson, K.F., Chua, T.T., Booker, J.D., Keeling, J.W., ve Lascano, R.J., 2003. In-Season Nitrogen Status Sensing in Irrigated Cotton: II. Leaf Nitrogen and Biomass. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 67, 1439–1448.
- Burke, J. J., Holloway, P., ve Dalling, M. J., 1986. The Effect of Sulphur Deficiency on The Organization and Photosynthetic Capability of Wheat Leaves. **J. Plant Physiol.** 125, 371-375.
- 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. 295 P.
- Can, D., Ödemiş, B., (2017) Pan ve toprak nem açığına bağlı sulama suyu gereksinimini kurağa dayanıklı ve duyarlı pamuk çeşitlerinde kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Chan, K.X., Wirtz, M., Phua, S.Y., Estavillo, G.M., Pogson, B.J., 2013. Balancing Metabolites in Drought: The Sulfur Assimilation **Conundrum**. 18(1),18–29
- Chuanjie, Y., Yi, L., Lin, S., ve 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.
- Çelik, İ., İnan, Ö., ve Çetinkaya, M., 2009. Antalya koşullarında çukurova–1518 pamuk çeşidinin bitki izleme yöntemleri ile bitkisel gelişiminin değerlendirilmesi. **Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi**, 26(2):42-56.
- Çetin, O., Bilgel, L., (2002). Effect of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. **Agricultural Water Management** 54: 1-15
- Çoşkun, Z., 2015. Harran ovasında damla sulamanın pamuk verimine etkisi. Harran üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi).
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., ve Gürbüz, T., 2005. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey. **Agricultural Water Management**. 82 (2006): 63–85
- Dietz, K. J., 1989. Recovery of Spinach Leaves From Suphate and Phosphate Deficiency. **J. Plant Physiol.** 134, 551-557.
- Doorenbos, J., ve Kassam, A. H., 1979. Yield Response to Water. **FAO** 33, 193 pp, Rome.
- Duke, S.H., ve 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.
- Erdem, H., 2004. Farklı Bölge Topraklarında Kükürt Uygulamasının Buğdayın Kuru Madde Verimi Üzerine Olan Etkisinin Sera Koşullarında Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi., Kod No: 2401.
- Ertek, A., ve Kanber, R., 2001. Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Pamukta Su Kullanım Randımanı (WUE) ve Verim-Tepki Etmeninin (Ky) Değişimi. **Turk J Agric For**. 25: 111-118.
- Ertek, A., ve Kanber, R., 2001a. Damla yöntemiyle sulanan pamukta farklı sulama programlarının bitki gelişmesine etkileri. **Turk J Agric For** 25: 415-425.
- Ertek, A., ve Kanber, R., 2003. Effects of different drip irrigation programs on the boll number and shedding percentage and yield of cotton. **Agricultural Water Management** 60: 1–11.
- Fox, R. L., Olson, R. A., ve Rhoades, H. F., 1964. Evaluating The Sulfur Status of Soils by Plants And Soil Tests. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 28: 243-246
- Ghaznavi, A.F., Abdolshahi R., 2011. Study on effect of potassium sulfate application on drought tolerance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). **Plant Ecophysiology**, 3, 87-93.

- Görmüş, Ö., 2014. Cotton yield response to sulfur as influenced by source and rate in the çukurova region, Turkey. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 9 (1):68 76.
- Gwathmey, C. O., Leib, B. G., ve. Main, C. L., 2011. Lint Yield and Crop Maturity Responses to Irrigation in a Short-Season Environment. **The Journal of Cotton Science**, 15:1–10.
- Guin, G., Dunlap, J.R., Brummett, D.L. 1990. Influence of water deficit on the abscisic acid and indole- 3- acetic acid contents of cotton flower buds and flowers. **Plant Physiol.** 93: 1117-1120.
- Haliloğlu, H., Yılmaz, A., Beyyavaş, V., 2006. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) farklı dönemlerde yaprak gübresi uygulamalarının bitkisel ve lif teknolojik özelliklerine etkisi. **Tarım Bilimleri Dergisi**. 12 (1): 7
- Hanks, R.J., 1983. Yield and Water Use Relationships: An Overview. (Taylor, H.M. Ve Ark. Edit) Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. **Amer. Soc. Argon. Inc.**, 393-411.
- Hodgson, A.S., Constable, G.A. Duddy, G.R. ve Daniells I.G., 1990. A comparison of drip and furrow irrigated cotton on a cracking clay soil. **Irrigation Science**. 11: 143-148
- Howell, T. A., Davis, K. R., McCormick, R. L., Yamada, H., To Walhood, V., ve Meek, D. W., 1984. Water Use Efficiency of Narrow Row Cotton. **Irrig Sci**, 5:195-214
- 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. **Turk J Agric For** 35: 611-621
- İsoçu, Ç., 2016. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) F3:5 generasyonunda tam ve kısıtlı sulama koşullarında verim unsurları ve lif kalite özelliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. (Yüksek Lisans Tezi).
- İsoçu, Ç. ve Başal, H., 2016. Tam ve kısıtlı sulama koşullarında pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) döl sıralarının verim ve lif kalite özelliklerinin karşılaştırılması. **Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**. 13(2): 71-77
- İzci, B., 2014. Çanakkale Koşullarında Farklı Sulama Seviyelerinin Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Lif Kalitesi Üzerine Etkisi. **Alınır Dergi** 26 (B): 25-31.
- Jie, Xu, Dong, Qu, Li-Na, Zhou. 2008. Effects of Sulfur Nutrition on The Chlorophyll Content of Maize Leaf under Zinc and Drought Stress. **Agricultural Research in The Arid Areas**. 2008-02.
- Kaçar, M. M., ve Katkat, V., 2007. Farklı Su Ve Gübre Sistemlerinin Pamuk Bitkisinde Su Stres İndeksinin Değişiminin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsa Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi).
- Kaçar, B., ve Ünal, A., 2008. Bitki analizleri. **Nobel Yayınları**.
- Kanber, R., Önder, S., Ünlü, M., Köksal, H., Özekici, B., Sezen, S.M., Yazar, A., Koç, K., 1996. Optimization of surface irrigation methods for cotton and comparison with sprinkler irrigation. Research Report No: 18, GAP Research Projects. Faculty of Agriculture Publication No: 155, Cukurova University, Adana, Turkey, pp. 148.

- Kandemir, Ç., Kandemir, E., Ekinçi, R., ve Berekatoğlu, K., 2011. Yield and fiber quality properties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under water stress and non-stress conditions. **African Journal of Biotechnology**, 10(59): 12575-12583.
- Kandemir, Ç., ve Kandemir, E., 2015. Pamukta su stresi koşullarında yaprak oransal nem içeriği ile verim arasındaki ilişkilerin belirlenmesi 11. Tarla Bitkileri Kongresi (7-10 Eylül 2015, Çanakkale)
- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Daccache, A., Mounzer, O., Rouphael, Y., 2006. Water use and lint yield response of drip irrigated cotton to the length of irrigation season **Agricultural Water Management**, 85: 287 – 295.
- Keten, M., 2016. Sulama suyunda uygulanan kısıntı seviyelerinin farklı pamuk genotiplerinde su-verim ilişkilerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı. (Yükseklisans Tezi).
- Krieg, D.R., 1997. Genetic and environmental factors affecting productivity of cotton. In: Proceedings Beltwide Cotton Production Research Conference, 7-10 January, New Orleans, LA, pp. 1347.
- Krieg, D. R., 2000. Cotton water relations. In: D.M. Oosterhuis (ed). Proc. 2000 Cotton Research Meeting and Summaries of Cotton Research. Arkansas **Agric. Exp. Sta., Special Report** 198. P: 7-15.
- 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., ve 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
- Loka, D.A., 2012. Effect of water-deficit stress on cotton during reproductive development. Ph.D. Dissertation, University of Arkansas, Fayetteville, Ark.
- Loka, D.A., ve Oosterhuis, D., 2014. Water-Deficit Stress Effects on Pistil Biochemistry and Leaf Physiology in Cotton (*Gossypium Hirsutum*, L.) South African **Journal of Botany**, 93, July 2014, 131–136.
- Mahler, R. J., (2008). Sulfur effects on cotton cultivars grown in a greenhouse, **Journal of Plant Nutrition**, Volume 12: 187-206.
- Marani, A., Amirav, A., 1971. Effects of soil moisture stress on two varieties of upland cotton in Israel. **Exp. Agri.** 7 (1): 213-224.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed., 1-889. **Academic Press. New York**.
- Mert, M., 2005: Irrigation of cotton cultivars improves seed cotton yield, yield components and fibre properties in the Hatay region, Turkey. **Acta Agricultural Scand.**, B 55: 44–50.
- Orgaz, F., Mateos, L., ve Fereres, E., 1992. Season length and cultivar determine optimum evapotranspiration deficit in cotton. **Agron. J.** 84:700-706.

- Oweis, T. Y., Farahanib, H. J., Hachumc, A. Y., (2011). Evapotranspiration and water use of full and deficit irrigated cotton in the Mediterranean environment in northern Syria. **Agricultural Water Management** 98: 1239-1248
- Ödemiş, B., Akışcan, Y., Akgöl, B., ve Can, D., 2017. Kısıtlı su koşullarında yaprakdan uygulanan kükürt dozlarının pamuk bitkisinin kuraklık toleransına etkileri. 214O254 numaralı Tübitak projesi, Basılmamış.
- Özdemir, Y., Dağdelen, N., 2016. Farklı damla sulama uygulamalarının pamukta kalite ve net gelir üzerine etkisi. **Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 13(1): 79-88.
- Rosenthal, W.D., Arkin, G.F., Shouse, P.J., and Jordan, W.R., 1987. Water deficit effects on transpiration and leaf growth. **Agron. J.**, 79: 1019-1026.
- Saeed, B., Khan, A. Z., Khalil, S. K., Ur Rahman, H., Ullah, F., Gul, H., ve Akbar, H., 2013. Response of soil and foliar applied nitrogen and sulfur towards yield and yield attributes of wheat cultivars. **Pak. J. Bot**, 45(2): 435-442.
- Sahito, A., Baloch, Z. A., Mahar, A., Otho, S. A. Kalhor, S. A., Ali, A., Kalhor, F. A., Soomro, R. N., ve Ali, F., 2015. Effect of Water Stress on the Growth and Yield of Cotton Crop (*Gossypium hirsutum* L.). **American Journal of Plant Sciences**, 6: 1027-1039.
- Stone, P.J., Wilson, D.R., Jamieson, P.D., Gillespie, R.N., 2001. Water deficit effects on sweet corn. Part II. Canopy development. **Aust. J. Agric. Res.** 52, 115-126.
- Ünlü, M., Kanber, R., Koç, D. L. Tekin, S. ve Kapur, B. 2011. Effects of deficit irrigation on the yield and yield components of drip irrigated cotton in a mediterranean environment. **Agricultural Water Management** 98: 597-605
- Yazar, A., Sezen, S.M., Sesveren, S., 2002. LEPA and trickle irrigation of cotton in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. **Agric. Water Manag.**, 54: 189-203
- Yavuz, Y. M., Kanber, R., 2006. Farklı sulama düzeyleri ile son sulama zamanının pamuk verimi ve su kullanımına etkisi. **J.Agric.Fac.HR.U**, 10 (3/4):23-33
- Yıldırım, O., 2008. Sulama Sistemlerinin Tasarımı, **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi** Yayın No: 1565, Pp:354.
- Zonta, J. H., Brandão, Z. N., Rodrigues, J. I.S., ve Sofiatti, V., 2017. Cotton response to water deficits at different growth stages. **Mossoró**, 30 (4): 980-990.

ÖZGEÇMİŞ

Derya Kazgöz Candemir, 1988 yılında Afyonkarahisar'ın Şuhut İlçesinde doğdu. İlkokul, Ortaokul ve Liseyi Afyonkarahisar'da tamamladı. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bölümü'nü 2007 yılında kazandı. Bir yıl İngilizce hazırlık programı okuyarak 2012 yılında mezun oldu. Mezun olduktan bir yıl sonra aynı üniversitede Yüksek Lisans eğitimine başladı. Yüksek Lisans eğitimine burada devam ederken 2014 yılında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi'nde açılan Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı ve Yüksek Lisans eğitimine görev yaptığı üniversitede devam etti. Halen Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.