

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
2020-YL-004

**AYDIN OVASI KOŞULLARINDA İNFRARED
TERMOMETRE TEKNİĞİ İLE PAMUKTA BİTKİ
SU STRESİ İNDEKSİ (CWSI) VE SULAMA
ZAMANININ BELİRLENMESİ**

Erdoğan ERTEN

Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN

AYDIN

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Erdiç ERTEN tarafından hazırlanan “Aydın Ovası Koşullarında İnfrared Termometre Tekniğı ile Pamukta Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) ve Sulama Zamanının Belirlenmesi” başlıklı tez, 30/12/2019 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	
Üye : Prof. Dr. Tolga ERDEM	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ersel YILMAZ	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun Sayılı kararıyla/...../2020 tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Gönül AYDIN

Enstitü Müdürü

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

30/12/2019

Erdoğan ERTEN

ÖZET

AYDIN OVASI KOŞULLARINDA İNFRARED TERMOMETRE TEKNİĞİ İLE PAMUKTA BİTKİ SU STRESİ İNDEKSİ (CWSI) VE SULAMA ZAMANININ BELİRLENMESİ

Erdoğan ERTEN

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN

2020,73 sayfa

Bu çalışma 2018 yılında, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinde yürütülmüştür. Araştırma, Aydın koşullarında kütlü pamuk veriminin tahmininde bitki su stres indeksinin (CWSI) belirlenmesi amacıyla kurulmuştur. Çalışmada pamuk verimi ve CWSI hesaplanmasında 1,20 m kök bölgesinde tüketilen beş farklı sulama düzeyi (100, 75, 50, 25 ve 0 %) incelenmiştir. En yüksek verim ve toplam bitki su tüketimi tam sulama yapılan %100 konusundan elde edilmiştir. Bu konudan elde edilen kütlü verimi, bitki su tüketimi ve su kullanım randımanı sırasıyla, 598,5 kg/da, 801 mm, ve 0,747 kg/m³ bulunmuştur. Çalışmada beş sulama düzeyi için bitki taç sıcaklığı, hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığı kullanılarak CWSI hesaplanmıştır. CWSI değerleri arttıkça; topraktaki nem açığı artmış fakat pamuk kütlü verimleri azalmıştır. Çalışma sonucunda, bitki su stres indeksi değerlerinden sulama zamanının belirlenmesinde yararlanılabileceği saptanmıştır. En yüksek pamuk veriminin sağlandığı S₁ tam sulama konusundan sulama öncesi ortalama CWSI= 0,22 değeri elde edilmiştir. Çalışmada ortalama CWSI değerleri ile pamuk kütlü verimi arasında ikinci dereceden önemli “ $Y = -2161,8 CWSI^2 + 1007,5 CWSI + 511,76$ ” eşitliği bulunmuş ve bunun Aydın koşullarında pamuk verim tahmininde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Anahtar sözcükler: Pamuk, damla sulama, bitki su stres indeksi (CWSI), alt baz

ABSTRACT

DETERMINATION OF CROP WATER STRESS INDEX AND IRRIGATION SCHEDULING OF COTTON BY USING INFRARED THERMOMETER TECHNIQUES IN AYDIN PLAIN CONDITIONS

Erdoğan ERTEN

M.Sc. Thesis, Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN

2020,73 pages

The study has been conducted in the fields of the Research and Application Farm of Faculty of Agriculture at Aydın Adnan Menderes University, during the year of 2018. This study was carried out to determine crop water stress index (CWSI) to predict raw cotton yield under Aydın province. The effects of five different irrigation levels (100, 75, 50, 25 and 0 % replenishment of soil water depleted from the 1.20 m soil profile depth) on raw cotton yields and the resulting CWSI were investigated. The highest yield and total water use were obtained under fully irrigated cotton plots (100 % replenishment of soil water depleted). The raw cotton yield, water use and water use efficiency of fully irrigated cotton were 598,5 kg/da, 801 mm, and 0,747 kg/m³, respectively. The CWSI was calculated from measurements of canopy (Tc) and ambient air (Ta) temperatures and vapor pressure deficit (VPD) values for five irrigation levels. The CWSI values increased with increased soil water deficit and raw cotton yields decreased with increasing CWSI values. The results of this study indicated that the CWSI values could be useful to determine irrigation time. An average CWSI of 0.22 before irrigation time provided highest raw cotton yield from S₁ fully irrigated treatment. The yield was directly correlated with seasonal mean CWSI values and the second order polynomial equation “ $Y = -2161,8 \text{ CWSI}^2 + 1007,5 \text{ CWSI} + 511,76$ ” can be used to predict the yield potential of raw cotton under the Aydın province.

Key words: Cotton, drip irrigation, crop water stress index (CWSI), lower baseline

ÖNSÖZ

Son yıllarda, tüm araştırmacıların üzerinde durduğu konulardan birisi artan dünya nüfusunun beslenebilmesi için mevcut tarım arazilerinden birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün almaktır. Bunun için de bölgelerin ekolojik şartlarına uygun ürünlerin seçilmesi ve iyi tarım uygulamaları standartları çerçevesinde yetiştiricilik yapılması önem arz etmektedir. Türkiye coğrafi konumunun etkisiyle dünyadaki birçok ülkeden şanslı olmasına rağmen, nüfusun artışı, tarım alanlarının amaç dışı kullanılması, birim alandan alınan ürün miktarlarının ve kalitesinin yeterli düzeyde olmaması gibi sebeplere bağlı olarak ülkemizde tarımsal üretimde verimlilik günden güne azalmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda su miktarının azalması hatta kalitesinin bozulması ile birlikte bölgelerde yetiştirilen ürünlerde su-verim ilişkileri ve sulama zamanı planlanması ile ilgili çalışmalar artmıştır. Özellikle son yıllarda bitkiye dayalı çalışmalardan biri olan infrared termometre tekniği ile yapılan çalışmalar önem kazanmaya başlamıştır. Bu çalışmada, Aydın Ovası koşullarında yaygın ekimi yapılan pamuk bitkisi üzerinden alınan infrared termometre değerlerinden faydalanarak bitki su stres indeksinin (CWSI) belirlenmesi ve bu indeksin sulama programlaması ve verim tahmininde kullanım olanakları araştırılmıştır

Yüksek Lisans tez çalışmasının yürütülmesinde bana yol göstererek, tecrübelerini, manevi desteğini, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN'e teşekkür eder saygılar sunarım. Gerek arazi, gerekse laboratuvar çalışmalarım sırasında sonsuz yardımlarını gördüğüm Öğr. Gör. Talih GÜRBÜZ'e; Araş. Gör. Dr. Safiye Pınar TUNALI'ya ve Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Öğretim Elemanlarına teşekkürlerimi sunarım. Yüksek Lisans tezimin yürütülmesi için ADÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi (ZRF-18019 nolu proje) tarafından verilen mali destek için de ayrıca teşekkür ederim.

Erdoğan ERTEN

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Toprak, Su ve İklim İstekleri.....	4
2.2. Pamukta İnfrared Termometre Tekniği Uygulamaları.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1. Materyal	15
3.1.1 . Araştırma Alanının Yeri.....	15
3.1.2. İklim Özellikleri	15
3.1.3. Araştırma Alanının Tarımsal Yapısı	17
3.1.4. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri	18
3.1.5. Sulama Suyunun Sağlanması	20
3.1.6. Pamuk Çeşidi	21
3.2.Yöntem.....	21
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri.....	21
3.2.2. Su Örneklerinin Alınması	23
3.2.3. Deneme Düzeni ve Araştırma Konuları	24
3.2.4. Uygulanacak Sulama Suyunun Hesaplanması	26

3.2.5. Bitki Su Tüketimini Belirlenmesi	28
3.2.6. Araştırma Alanı ve Ekim İşlemleri	28
3.2.7. İnfrared Termometre Ölçümleri	31
3.2.8. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımları	32
3.2.9. Pamukta İncelenecek Parametreler	33
3.2.10. İstatistiksel Analizler	34
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Sulama Suyu Miktarı.....	35
4.2. Toprak Su İçeriği.....	36
4.3. Bitki Su Tüketimi	36
4.4. Kütlü Verimi	38
4.5. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı Değerleri	41
4.6. Su-Verim İlişkileri	42
4.7. Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)	44
4.8. Verim Bileşenleri	48
4.8.1. Koza Sayısı.....	48
4.8.2. Tek Bitki Verimi	49
4.8.3. Koza Kütlü Ağırlığı.....	50
4.8.4. Çırçır Randımanı	52
4.8.5. Yüz Tohum Ağırlığı	53
4.9. Lif Kalite Özellikleri	54
4.9.1. Lif İnceliği.....	54
4.9.2. Lif Uzunluğu	56
4.9.3. Lif Mukavemeti.....	57
4.9.4. Üniformite	58
4.9.5. Uzama Katsayısı.....	59

5.SONUÇ VE ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	73



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

CWSI	: Bitki Su Stresi İndeksi
E _a	: Gerçek Buhar Basıncı
E _s	: Doygun Buhar Basıncı
ET	: Bitki Su Tüketimi
°C	: Santigrad Derece
LL	: Alt Baz Hattı
da	: Dekar
P	: Atmosfer Basıncı
ha	: Hektar
T _a	: Hava Sıcaklığı
T _c -T _a	: Bitki Sıcaklığı ile Hava Sıcaklığı Farkı
UL	: Üst Baz Hattı
VPD	: Buhar Basıncı Açığı
IWUE	: Sulama Suyu Kullanım Randımanı
WUE	: Su Kullanım Randımanı
TK	: Tarla Kapasitesi
SN	: Solma Noktası
EC	: Elektriksel İletkenlik

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemede kullanılan sulama sistemi unsurları.....	21
Şekil 3.2. Damla sulama sisteminin kurulması.	25
Şekil 3.3. Parsellere laterallerin serilmesi	26
Şekil 3.4. Denemenin yürütüldüğü alandan genel bir genel bir görünüş	29
Şekil 3.5. Pamuk çıkışından sonra genel bir görünüş.....	30
Şekil 3.6. Parselasyondan sonra genel bir görünüş	30
Şekil 4.1. Sezon içersinde toprak nem değişimi	36
Şekil 4.2. Sulama suyu-verim ilişkisi.....	43
Şekil 4.3. Bitki su tüketimi-verim ilişkisi.	43
Şekil 4.4. Maksimum ve minimum stres koşullarında taç-hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) ve buhar basıncı açığı (VPD) ilişkisi.	45
Şekil 4.5. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinde infrared termometre ölçümleriyle hesaplanan CWSI değerlerinin zamana göre değişimi.....	46
Şekil 4.6. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinin kütlü verimi ile ortalama CWSI ilişkisi	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme alanı uzun yıllar ortalama iklim verileri (1970-2017).....	16
Çizelge 3.2. Aydın ili 2018 yılı iklim verileri	16
Çizelge 3.3. Aydın ili tarımsal arazi kullanımı	18
Çizelge 3.4. Aydın ili tarımsal alanların dağılımı ve üretim miktarları	18
Çizelge 3.5. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri	19
Çizelge 3.6. Araştırma alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri	19
Çizelge 3.7. Araştırmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları	20
Çizelge 3.8. Araştırmada incelenen sulama konuları	24
Çizelge 4.1. Araştırma konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarı, oransal sulama suyu ve oransal sulama suyu azalışı değerleri	35
Çizelge 4.2. Araştırma konularından elde edilen bitki su tüketimi, oransal bitki su tüketimi ve oransal bitki su tüketimi azalışı değerleri.....	37
Çizelge 4.3. Araştırma konularından elde edilen pamuk kütlü verimleri.....	38
Çizelge 4.4. Pamuk kütlü verimleri varyans analizi.....	39
Çizelge 4.5. Pamuk kütlü verimleri LSD gruplandırması	39
Çizelge 4.6. Denemeden elde edilen su kullanım randımanları	42
Çizelge 4.7. Randıman değerlerinin karşılaştırılması	42
Çizelge 4.8. Koza sayısı varyans analizi	48
Çizelge 4.9. Koza sayısına göre LSD gruplandırması.....	49
Çizelge 4.10. Tek bitki verimi varyans analizi.....	50
Çizelge 4.11. Tek bitki verimine göre LSD gruplandırması	50
Çizelge 4.12. Koza kütlü ağırlığı varyans analizi	51
Çizelge 4.13. Koza kütlü ağırlığı değerlerine göre LSD gruplandırması	51
Çizelge 4.14. Çırçır randımanı varyans analizi	52
Çizelge 4.15. Çırçır randımanına göre LSD gruplandırması.....	52
Çizelge 4.16. Yüz tohum ağırlığı varyans analizi	53

Çizelge 4.17. Yüz tohum ağırlığı LSD gruplandırılması.....	54
Çizelge 4.18. Lif inceliği varyans analizi	55
Çizelge 4.19. Lif inceliğine göre LSD gruplandırılması	55
Çizelge 4.20. Lif uzunluğu varyans analizi	56
Çizelge 4.21. Lif uzunluğuna göre LSD gruplandırılması	56
Çizelge 4.22. Lif mukavemeti varyans analizi	57
Çizelge 4.23. Lif mukavemetine göre ortalama değerleri	58
Çizelge 4.24. Üniformite değerleri varyans analizi	58
Çizelge 4.25. Üniformite değerlerine göre LSD gruplandırılması	59
Çizelge 4.26. Uzama katsayısı varyans analizi	59
Çizelge 4.27. Uzama katsayısı değerlerine göre LSD gruplandırılması.....	60

1. GİRİŞ

Küresel iklim değişimiyle beraber yeraltı su kaynaklarının azalması, enerji tüketiminin artması, endüstride ve insan kullanımında suyun artması gibi meydana gelen sonuçlar tarımsal üretimde kullanılan su miktarını da olumsuz etkilemektedir. Kuraklığın getirdiği sonuçlar ile Türkiye’de bu durumdan en fazla etkilenecek bölgeler içerisinde Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi bulunmaktadır (Türkeş, 2008). Buna rağmen ülkemizde pamuk üretiminin yaklaşık %78’i Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%50) ve Ege Bölgesinde (%28) gerçekleşmektedir. Bu nedenle ileriki yıllarda ülkemizde oluşabilecek kuraklıktan pamuk üretimi ilk sırada etkilenecektir. Ülkemizin çoğunluğunda olduğu gibi kurak ve yarı kurak iklime sahip Aydın bölgesinde pamuk sulamasında genellikle yüzey sulama yöntemleri yapılmaktadır. Bu sulama biçiminin en önemli özelliği ihtiyaç duyulan suyun fazlasının kaynağından saptırılmasıdır. Su kaynağından alınan suyun büyük kısmı buharlaşma, toprak içerisine giren suyun yanal hareketi, toprak yüzeyinde oluşan yüzey akışı ve toprağın alt katmanlarına sızması gibi sebeplerle yok olmaktadır. Sonuç olarak da sulama veriminin düşük olmasına, drenaj problemlerine ve toprakta tuzluluğa yol açmaktadır.

Akdeniz, Ege ve Batı Marmara bölgelerinde örtü altı yetiştiriciliği, damla sulama sistemi ve sebze üretimi gibi uygulamaların ülkemizde son zamanlarda sıkça yapıldığı görülmüştür. Küresel ısınmanın sonucu olarak sulama suyunun beklenen miktarda ve zamanda bulunmaması sebebiyle Doğu Karadeniz hariç bütün bölgelerde sulamaya olan ihtiyaç artmıştır. Dolayısıyla halihazırdaki tarımsal alanların çoğaltılamaması sebebiyle tarımsal üretimi arttırmak amacıyla sulama, gübreleme, kaliteli tohum ve enerji kullanımı, ilaçlama gibi faaliyetlerin ideal biçimde kullanılması sağlanmalıdır. Bu faaliyetlerden en önemlisi olan sulama, tarımda etkinliği arttırmakta ve sürdürülebilirliği sağlamaktadır (Özdemir ve Dağdelen, 2015).

Sulama suyu yöntemleri arasında basınçlı sulama yöntemi, yüzey sulama yöntemlerine göre ekonomik olarak daha uygun olduğu söylenebilir. Ülkemizde sulanan tarım alanların %80’inde yüzey sulama yöntemleri, %20’sinde ise yağmurlama sulama yöntemi kullanılmaktadır. (Güngör vd., 1996). Sulanan alanlarda genel olarak sulamalar herhangi bir hesaplama ve programlama yapılmaksızın kontrolsüzce uygulanmaktadır. Son yıllarda küresel ısınmanın meydana getirdiği sorunlar ve yaşanan kuraklıklara önlem olarak, tarımsal amaçlı

kullanılan suların daha nitelikli kullanılabilmesi için sulamaların belirli bir programa göre yapılması gerekmektedir. Kontrollü sulama yöntemlerinin kullanımı doğrultusunda Tarım ve Orman Bakanlığınca, damla ve yağmurlama sulamanın kullanılması yönünde teşviklere başlanmıştır (Kodal, 2005).

Pamuğun hangi şartlarda yetiştirildiğine bakılmaksızın, sulamaların programlanmasıyla ilgili iki temel sorunun mutlaka cevaplanması gerekir: a) Sulamaya ne zaman başlanmalı? ve b) Ne kadar su uygulanmalı? Sulama programlarının oluşturulmasında kullanılan yöntemler genel olarak toprak, iklim ve bitki esas alınarak yapılmaktadır. Bitkiyi esas alan sulama programları (fizyolojik teknikler) bitki bünyesindeki suyun dolaylı veya doğrudan ölçülmesine dayanmakta ve kullanımı son yıllarda giderek artış göstermiş ve önem kazanmıştır. Bitkilerin atmosferik ve toprak koşullarına verdiği tepki dikkate alınırca sulama programlarının bitki esasına dayandırılmasının daha faydalı olacağı düşüncesi son yıllarda geçerlilik kazanmıştır. Yetiştirilen bitkilerin kendi sahip olduğu su miktarı sulamanın yapılma zamanlamasıyla ilgili olarak topraktaki nem içeriği ve yetiştirilme ortamına göre daha belirleyici olmaktadır. Dolayısıyla da sulamayla ilgili programların hazırlanmasında bitkinin sahip olduğu su miktarını belirlemek önem teşkil etmektedir (Reginato, 1983). Bitkinin su stresini ölçmek amacıyla çeşitli parametrelerin kullanılmasıyla nicelik bakımından suyla ilgili ölçüm yapılabileceğini araştırmalar ortaya koymuştur. Buradaki kullanılan parametreler hava sıcaklığı farkı ve bitki tacı ile havadaki buhar basıncı açığıyla ilgilidir (Jackson vd., 1981). Kullanılan bu tekniklerin arasında en önemlilerinden biri de infrared termometre tekniğidir. Bitki örtüsünün yüzey sıcaklığının doğrudan ölçülmesine dayalı bu teknik ile bitkiye dokunulmaksızın daha hızlı ve doğru ölçüm yapma imkânı sağlar. Kullanılan teknikte çok çeşitte infrared termometreler kullanılabilir. Bu termometreler genelde 7-18 mikrometre dalga boyuna, 30°'lik görüş açısına ve farklı emissivite değerlerine (0,95-0,98) sahiptir. Yaprak sıcaklığı ölçümü yapılırken, infrared termometre kullanımı mesafe/hedef çapı oranı dikkate alınarak görüş alanına yalnızca yaprağın girmesine özen gösterilmelidir. İnfrared termometre tekniğinin diğer toprak neminin izlenmesine dayalı sulama zamanı planlaması tekniklerine göre en büyük üstünlüğü, anlık sonuçlar alınması ve bu sonuçların değerlendirilerek sulama zamanına karar verilmesidir. Ancak bitki su stresi indeksi (CWSI) değerlerinin anlık elde edilebilmesi için farklı iklim ve bitki çeşitlerinde araştırma yapan ya da üniversitelerin ilgili bilim dalları tarafından

daha önce yapılan çalışmalarda elde edilmiş alt ve üst baz değerlerine ihtiyaç vardır (Erdem ve Erdem, 2010).

Pamuğun yağ sanayisi, tekstil sanayisi ve endüstri alanlarında kullanılmasıyla insanlara geniş ölçüde iş alanı sağlamaktadır. Uluslararası Pamuk İstişare Komitesi (ICAC) verilerine göre, dünya genelinde yaklaşık 32,1 milyon ha alanda pamuk yetiştirildiği ve yetiştirilen pamuktan yaklaşık olarak 24,4 milyon ton lif üretildiği görülmektedir. Türkiye genelinde 462 bin ha ile pamuk alanı ekilmesiyle dünya sıralamasında 9'uncu olarak yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumunun açıkladığı verilerine göre 2017/18 sezonunda ülkemizde kütlü pamuk üretiminin 2450 ton olduğu, bu miktara göre ise 882 bin ton lif pamuk üretiminin yapılmasıyla ülkemizin dünya sıralamasında ikinci olduğu görülmektedir. TÜİK verilerine göre, ülkemizde 2017 yılında üretilen pamuğun %56'sı Güneydoğu Anadolu, %22'si Ege, %18'si Çukurova ve %1'i Antalya bölgelerinde üretilmektedir (Anonim, 2018a).

Türkiye'de pamuğun ekim alanının azalmasıyla başlıca pamuk ithal eden ülkeler arasına girmiştir. Yaklaşık olarak her yıl 700-850 bin ton pamuk ithal edilmesiyle ülkemizde görülen dalgalanmalarla yüksek miktarda döviz kaybı oluşmaktadır. Ortaya çıkan bu durumun giderilmesi için pamuk ekimi ülkemiz koşullarında teşvik edilmeli; özellikle damla sulama uygulamaları kullanılmalı ve buna bağlı sulama programları bölge şartlarına göre yaygınlaştırılmalıdır. Sonuçta, su kaynaklarının etkili biçimde kullanılması gereklidir ve günümüzde etkili yöntemlerin seçilmesi bu yöntemlerin yüksek hassasiyette anlık sonuçlar vermesi bakımından kullanılması önemlidir. Bu amaçla sulama zamanı planlanmasında infrared termometre tekniğinin kullanılmasının özendirilmesi gerekir.

Bu çalışmada, Aydın ovası koşullarında yaygın ekimi yapılan pamuk bitkisi üzerinden alınan infrared termometre değerleri kullanarak bitki su stres indeksinin (CWSI) belirlenmesi ve bu indeksin sulama programlaması ve verim tahmininde kullanım olanakları araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Toprak, Su ve İklim İstekleri

Pamuk büyüme dönemi süresince sıcaklığa oldukça duyarlıdır. Yıllık ortalama sıcaklığının 19°C, yaz sıcaklığının da 25°C olmasıyla yüksek verim sağlanabilmektedir. Don olaylarına karşı hassas olan pamuğun yetişebilmesi için yılda en az 200 gün don olayının olmadığı güne ihtiyacı vardır. Pamuk 150-180 gün arasında gelişme göstermektedir (Ul ve Harputlu, 1999). Farklı toprak biçimlerinde yetişebilen pamuğun genel olarak hafif ve orta seviyeli, yüksek su tutma yeteneğine sahip olan, derin topraklarda ürün verimi daha yüksektir. Asit oranı yüksek, toprak derinliği az olan veya sert yapıya sahip olan topraklar, pamuğun kök gelişimini olumsuz etkileyerek toprak üstünden bulunan organların gelişimini yavaşlatmasıyla verim kaybına neden olmaktadır (Destici, 2000).

Pamuğun vejetasyon süresi uzun olduğu için yetiştirileceği bölgede minimum 180-200 gün arasındaki süreyle sıcaklık değerinin 0°C' nin üstünde bulunması sağlanmalıdır. Öte yandan büyüme döneminde sıcaklığın 4-5 ay boyunca düzenli olması gereklidir. Pamuk bitkisi enzimlerinin 23,5°C ile 32°C arasında çalışmasıyla olumsuz durumlardan daha iyi korunmaktadır. 35°C sonrasında enzimlerin aktifliği ve miktarı azalış göstermektedir (Birgül vd., 2008).

Büyüme periyodundaki pamukta yağış miktarı ile dağılışı önemli bir etkiye sahiptir. Çünkü pamuk ekimi sonrasında fazla yağışın olması toprakta kaymak tabakasını oluşturmakta ve bu tabakanın şiddetine göre fidenin çıkması engellenmektedir. Bu durum sonucunda ise genellikle pamuk ekimi tekrardan yapılmaktadır. Aşırı yağışların olmasıyla genç pamuk bitkileri de olumsuz etkilenmektedir. Özellikle gece meydana gelen yağışlar ile hafif şiddetli yağışlar yanında, güneşli günlerin bulunması pamuk bitkisine büyüme ve gelişme dönemi süresince fayda sağlamaktadır. Pamuğun koza gelişimi ve hasatı için ise yağışın olmaması gerekmektedir. Ani yağışlar ve çok yüksek kuraklık durumları pamukta çiçek, koza ve tarak dökümüne yol açmaktadır. Pamuk tarımının yapıldığı yerde yıllık yağış miktarı en az 500 mm olmalıdır. Bu yağışın yaklaşık 175-200 mm'lik kısmı pamuğun gelişme dönemi süresince düzenli biçimde olmalıdır (Yılmaz, 1999).

Pamuk bitkisi toprak bakımından fazla seçici olmadığından dolayı derin toprak şekli ile organik madde miktarının zengin ve yüksek su kapasiteli olmasıyla kolayca yetişebilmektedir. Kumlu-tınlı, drenajı iyi killi-tınlı topraklar çokça tercih edilmektedir. İyi drenaja sahip, bitki besin elementi bakımından zengin, sulamaya elverişli delta toprakları pamuk tarımı için uygun olmaktadır. Kum miktarı fazla olan topraklar pamuk üretimini olumsuz etkilediğinden tercih edilmemektedir. Ayrıca toprak asitliği besin elementleri üzerinde etkili olduğundan pamuk tarımı dünyada geniş asit aralığında yetiştirilmektedir. Toprak asitliğinin nötr olması pamuk yetişmesi için en uygun olmaktadır. Besin maddelerinin işe yaraması nötr topraklarda daha kolay sağlanmaktadır. Pamuk toprak asitliğinden etkilendiğinden pH isteği 6,5 ile 7,5 arasındadır. Pamuk üretiminde pH seviyesi 6'nın altında ise toprağa kireç, 8,5 ve üzerinde ise toprağa jips uygulaması sağlanmalıdır (Birgül vd., 2008).

Pamuk bitkisi, topraktaki neme karşı oldukça hassas bir bitkidir. Bitki su ihtiyacı üzerine etkili olan etmenlerin başında, iklim koşulları, bitki gelişme dönemi ve pamuğun yetiştirildiği toprağın özellikleri gelmektedir. Ortaya çıkabilecek bu durumların oluşmaması için doğal yağışı koşullarında yetiştirilen yerlerde bile, kritik dönemlerde sulama yapılması çok yarar sağlar. Pamuk, yazlık bitki olarak yetiştirildiğinden dolayı, yarı kurak iklim kuşağından, kurak iklim kuşağına kadar üretimi yapılan her bölgede en temel öğelerden biri sulamadır. Pamukta sulama ile ilgili yapılan araştırmalar irdelendiğinde, sulamanın dahil edilerek yetiştirilmesi neticesinde susuz koşullara oranla verimde meydana gelen artışın 3-4 kat daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte gerektiğinden fazla su kullanımı ve uygun olmayan sulama zamanı dışında yapılan sulamalar dışında su verilmesi de hem verim azalmasına hem de toprağın çoraklaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle sulama, pamuk yetiştiriciliğinde oldukça önemli bir konudur (Doorenbos ve Kassam 1979; Tüzel ve Ul, 2003).

Su tüketimi mevsimlik olarak 700-3000 mm arasında bulunan pamuğun topraktaki su tutma kapasitesinin %40-50'si tüketildiğinde sulanması halinde yüksek verim ve kaliteli ürün sağlanacağı gibi çiçeklenme döneminde bitkiye gerektiğince su verilmemesi halinde pamuk veriminde ciddi azalmalar olduğu da görülmektedir. Bitkideki su azlığı ve buna bağlı oluşan bitki su gerilimi su tüketimi ve verimini etkilemektedir. Toprakta kullanılan suyun azalmasıyla birlikte bitkideki fizyolojik durumlar zarar görmekte, büyüme durmakta, verim ve ürün kalitesi azalmaktadır (Doorenbos ve Kassam, 1979; Tüzel ve Ul, 2003). Su stresinin pamukta sebep

olduğu verim kaybı, kuraklığın olduğu yetiştirme dönemine ve kuraklık şiddetine göre değişmektedir. Pamuk bitkisinin su stresine yönelik en hassas olduğu yetiştirme periyodu taraklanma başlangıcı ile ilk beyaz çiçeklerin görüldüğü dönemdir ve özellikle de çiçeklenme döneminde kuraklığın olmasının verimi çok etkileyeceği belirtilmiştir (Krieg, 1997). Kuraklığın oluşmasıyla birlikte pamuktaki verimin azalmasının en önemli sebebi ise birim alandaki koza miktarının azalmasıdır. Ayrıca su stresi, meyve dalları üzerindeki koza dağılımını da etkilemektedir. 2. ve 3. sıradaki kozalar ile 10. ve üzerindeki kozaların normal sulama koşullarında kütlü pamuk verimine faydası olmasına rağmen kuraklığın olduğu zamanlarda sadece 1. Sıradaki kozaların verimi etkilediği görülmüştür (Gerik, vd., 1996; Pettigrew, 2004). Kuraklık verimin yanı sıra lif kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Pamuk liflerinin uzamaya başladığı dönemde oluşan kuraklık lif uzunluğunu, lif dayanıklılığını ve lif olgunluğunu olumsuz olarak etkilemektedir. (Johnson vd., 2002; Ritchie vd., 2004; McWilliams, 2004; Mert, 2005). Çiçeklenmenin son dönemlerindeki kuraklığın koza gelişmesini azalttığı, dolayısıyla da lif dayanıklılığı düşük ve olgun olmayan liflerin oranını artırdığı saptanmıştır (McWilliams, 2004).

Sezgin vd., (2001) Pamukta, farklı sulama metodları ile su verim arasındaki ilişkiyi incelemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada kütlü verimin en çok damla sulama yöntemi ile elde edildiğini, ikinci sırada ise karık sulama yönteminin yer aldığını belirlemiştir. Bunun yanı sıra birim alanından en yüksek verimin elde edilebilmesi için bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun tamamının bitkiye verilmesi gerektiği sonucuna ulaşmıştır.

Dağdelen vd., (2006) 2003-2004 yıllarında yürüttükleri çalışmada farklı dozlarda sulanan pamuk ve mısır bitkisinde kısıtlı sulanan konuların verim üzerine etki ettiğini belirlemiştir. Denemede sulama suyu kullanımında yapılan artışa bağlı olarak yaprak alan indeksi ve kuru madde birikiminin paralel olarak artış gösterdiğini belirlemiştir. Su tüketiminin artması su kullanım randımanında azalış göstermiştir. Bu azalma pamukta 0,92 mısırdaki ise 1,04 olarak saptanmıştır.

Gürbüz vd., (2010) Pamuk bitkisine farklı sulama dozları uygulayarak verim ve lif kalitesine etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmada farklı dozlarda sulanan konulardan çırpır randımanı, lif uzunluğu ve lif mukavemeti dışında diğer tüm parametrelerde lif kalitesine önemli şekilde etki ettiğini belirlemiştir. Sulama suyunun kütlü verim üzerine etkilerini belirlemiş ve

verimin en çok en yüksek su tüketimi yapılan konulardan elde edildiğini saptamıştır. Denemede kütlü verim ile su tüketimi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu sonucuna varmıştır.

Dağdelen vd., (2009a) Ege Bölgesi koşullarındaki yürütülen denemede farklı su dozlarının su kullanım durumuna ve lif kalitesine etkilerini tespit etmiştir. Çalışmada mevsimlik bitki su tüketimi ortalama 256-753 mm değerleri arasında, pamuktaki verimin ise 2550-5760 kg/ha arasında değiştiğini belirlemiştir. Uygulanan sulama suyundaki %25 ve %50 azalış verimde %17,1 ile %34,1 oranında azalma meydana getireceği sonucuna varmıştır.

Dağdelen vd., (2009b) yürüttükleri diğer bir çalışmada 4 ile 8 gün aralığında en fazla sulama suyu %100 konusuna uygulanmıştır. 2003 yılında bitki su tüketimi 313-650 mm aralığında 2004 yılında ise 249-603 mm arasında değiştiğini belirlemiştir. Deneme sonucunda en yüksek verim 5508 kg/ha ile 8 gün aralığında sulanan %100 konudan elde edilirken, en düşük verim 3419 kg/ha %33 konusundan elde edilmiştir.

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde yürütülen, çalışmada Carmen (geçici) ve Özbek (erkenci) pamuk çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan sulamalar, kütlü verimi ile bir takım agronomik parametreler ve lif kalitesini önemli ölçüde etkilemiştir. Üç tekerrürlü – iki faktörlü olarak yürütülen çalışmada tesadüf blokları deneme deseni kullanılmıştır. Kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde sulamaların başlatıldığı çalışmada, kontrol (S1 ve T1) konularının 1,20 m derinliğindeki toprak koşulları dikkate alınmıştır. Kontrol konuları dışında kalan parsellere su %75, %50 ve %25 oranında verilmiştir. Mevsimlik bitki su tüketim değerleri 331 – 774 mm arasında değişirken, ortalama kütlü verimi değerleri 430,5 – 642,6 kg/da arasında değişiklik göstermiştir. Herhangi bir su kısıtı uygulanmayan S1 (Carmen) (%100) konusunda en yüksek verim değerine ulaşılmıştır. WUE ortalaması 0,83 – 1,26 kg/da/mm arasında iken, verim tepki etmeni (ky) iki yıllık ortalama değerleri Carmen pamuk çeşidi için 0,47 ve Özbek pamuk çeşidi için ise 0,57 olarak belirlenmiştir. Tüm bu bilgiler ışığında, su kaynağında herhangi bir kısıt söz konusu olmadığında bitki su ihtiyacının tam karşılandığı S1 konusunun; su kısıtı söz konusu olduğu durumlarda ise %50 düzeyinde su uygulanan S3 konusunun uygun olduğu, bu sayede su tasarrufu ve yüksek sulama randımanı elde edildiği kanısına varılmıştır (Dağdelen vd., 2012).

Ertek ve Kanber (2000), Çukurova koşullarında yürüttükleri çalışmada pamuk bitkisinde damla sulama yöntemi kullanarak su ihtiyacı belirlenen konular üzerinde 322-472 mm, kütlü veriminde ise 1974-4220 kg/ha aralığında değiştiğini saptamıştır. Yazar vd., (2002) Harran ovası koşullarında yürüttükleri çalışmada pamukta LEPA ile damla sulama yönteminin uygulanabilirliği üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmada tek bir lateral aralığı (140 cm) kullanmış, pamuğun su ihtiyacını 814 mm ve verimi 5850 kg/ha olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, LEPA ve damla sulama yönteminin sulama kayıplarını en aza indirilebileceğini belirtmiştir. Çetin ve Bilgel (2002), Harran ovası koşullarında pamuk bitkisinde farklı sulama yöntemleri (karık, yağmurlama ve damla) karşılaştırmak amaçlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda, pamuk bitkisinde en yüksek kütlü verimini damla sulama yöntemi ile elde etmiş, verimin yağmurlama sulama yönteminde %30, karık sulamadan ise %21 daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca suyun en yararlı şekilde 4,87 kg/ha/mm ile damla sulama yönteminde elde edildiği vurgulanmıştır. Yürütülen çalışmanın sonuçlarına göre, Harran ovası için pamuk bitkisinde su tasarrufu yapılmış ve damla sulama yöntemi uygulanarak verim artışı elde edilmiştir. Diğer yandan, pamuktaki silkme oranını damla sulama yöntemi için %50,8 ve %56,8 arası, karık sulama yöntemi için %50,8 ve %59 arası, yağmurlama sulama yöntemi için %52,9 ve %64,8 arası değiştiğini belirlemişlerdir. Dağdelen vd., (2005a) Aydın'da, pamuk bitkisinde damla sulama yöntemi ile yürüttükleri çalışmanın sonucunda, en yüksek verimi 8 gün aralığı ile sulanan ve A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarının %100'ünün uygulandığı konu üzerinden belirlemişlerdir. Ertek ve Kanber (2003), farklı iki sulama konusunda pamuktaki silkme ve verim üzerine etkisini incelemek amacıyla yürüttükleri denemede uygulanan sulama suyu artıkça kozalardaki silkme oranının azalış gösterdiğini ve beraberinde koza sayılarında artış birlikte verimde önemli artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Pettigrew (2004), 1998-2011 yılları arasında yaptığı çalışmada sekiz farklı çeşitte pamuğun sulu ve kuraklık şartlarında yetiştirilip verim üzerine ve lif kalitesini etkinliğini incelemiştir. Çalışmanın sonunda uygulanan sulama suyundaki artış koza sayısında %30, lif veriminde %35 oranda artış gösterdiğini bununla birlikte su dozunun artması kütlü veriminde bir artışın göstermediğini belirlemiştir. Pamuk çeşidinin çırcır randımanı bakımından değişiklikler gösterdiğini, sulamaların yapıldığı alanlarda çırcır randımanında bazı çeşitler için artış gösterdiğini bazılarında da azalış gösterdiğini belirlemiştir. Lif kalite özelliği incelendiğinde su stresinin yaşandığı yerlerde lif uzunluğunda azalış gösterdiğini, sulamanın

yapıldığı yerde ise arttığını belirlemiştir. Başal vd. (2009), komponentleri ve suyun kullanın etkinliğini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada sulama seviyesi %100'den %75'e düştüğü zaman su kullanım etkinlikleri 0,62'den 0.71 kg/ha/mm'e arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca sulama seviyelerindeki azalış bitkide koza sayısında, kozanın kütlü ağırlığında ve verimde azalış meydana geldiğini belirlemiştir. Önder vd. (2009), pamukta farklı sulama dozlarında (%25, %50, %75, %100) verim ve verim komponentleri üzerine tepkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada su dozlarının artmasıyla koza kütlü ağırlığını ve çırçır randımanını özelliklerinin etkilediği ve sulamadaki artışla birlikte bu belirtilen özelliklerde de artış görüldüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca sulama dozlarındaki değişiklik bitki boyunda ve koza sayısında bir değişikliğe neden olmayacağını belirtmişlerdir.

Mills (2010), dört çeşit pamuk genotipinde farklı sulama dozları kullanarak bitkilerin bu duruma karşı verdiği tepkileri incelemek amacı ile yaptığı çalışmada uygulanan sulama suyundaki artış ile verim ve koza sayısında artışın olduğu belirtmiştir.

Karademir vd. (2011), yaptıkları çalışmada tam sulama ve kısmi sulamanın pamuk bitkisinde verim ve lif kalite özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma araştırmışlardır. Çalışmanın sonunda elde edilen bulgular ile su stresinin kütlü pamuk veriminde ve lif verimi üzerine azalmalar meydana geldiğini, çırçır randımanı lif uzunluğunda, lif dayanıklılığında ve lif inceliğinde su stresinin olumsuz yönde etki ettiğini bildirmişlerdir.

Cave (2013), %0, %30, %60, %90 olmak üzere dört farklı sulama dozunda pamuk çeşitlerinin tepkilerini belirlemek amacı ile Teksas şartlarında iki yıl ve iki lokasyonda araştırma yapmışlardır. İki lokasyonda da sulama seviyelerindeki artış beraberinde verimde de paralel olarak artış görüldüğü, genotip x sulama seviyesi interaksyonunun önemsiz bulunduğunu saptamışlardır. Sulama seviyesinde meydana gelen artış lif uzunluğunu doğrudan etkilediğini, liflerin en uzun olduğu konu %90 sulama yapılan yerden elde edilmiş, sulama seviyeleri üzerinde yapılan artışın çırçır randımanında da herhangi bir değişiklik göstermediğini belirtmiştir.

Papastylianou vd. (2014), A sınıfı buharlaşma kabından olan günlük buharlaşma miktarı hesaplayarak tam (%100) ve kısıtlı (%50) sulanan Julia ve Zoi isimli iki

pamuk çeşidi üzerinde tepkinin belirlenmesi amacı ile yaptıkları çalışmada su stresinin lif uzunluğuna daha çok etki ettiğini, lif dayanıklılığında, lif inceliğinde ve üniformite de ise su stresine karşı gösterdiği tepkinin düzensiz olduğunu bildirmişlerdir. Diğer yandan kısıtlı sulama yapılan Julia ve Zoi pamuk çeşitlerinde yaprak alan indeksi değerlerini sırası ile %23 ve %28, biyokütleyi %29 ve %27, kütlü pamuk verimini %16 ve %28 olarak bulmuşlar, ayrıca her iki çeşitte de koza sayısının %25 oranının da azalttığını bildirmişlerdir. Sobrinho vd. (2015), 260,93 mm, 418,93 mm, 514,21 mm, 711,81 mm ve 894,68 mm beş farklı sulama koşullarında *Gossypium hirsutum* L. türüne ait pamuk çeşitlerinde lif kalitesi üzerinde etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada; uygulanan farklı sulama dozları lif uzunluğu, kısa lif indeksi, lif inceliği değeri, lif olgunluğu ve uzama katsayısı değerleri üzerine önemli ve pozitif etki ettiğini bildirmişlerdir. Lif kalitesinde en iyi sonuç 511,21 mm ve 418,93 mm sulanan konulardan elde ettiklerini bildirmişlerdir.

2.2. Pamukta İnfrared Termometre Tekniği Uygulamaları

Harran Ovasında yapılan bir çalışmada pamuğun tüm yetiştirme mevsimi boyunca infrared termometre ölçümlerinden elde edilen ortalama CWSI değeri I_0 sulama konusunda (stres koşulu) 0,73 iken I_1 sulama konusunda (tam sulama) 0,21 olarak belirlenmiştir (Kırnak vd., 2005).

Ödemiş ve Baştuğ (1999), Antalya koşullarında pamuk bitkisinde infrared termometre tekniği ile bitki su stresi indeksi ve sulama zamanının belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Deneme tesadüf bloklar deneme desenine göre üç tekerrür olarak, sulama konularını kullanılabılır suyun %30'u S1, %50'si S2, %70'i S3 ve sulanmayan S4 olmak üzere dört farklı sulama konusu belirlemişlerdir. İnfrared ölçümlerini bitki örtüsü yüzeyinin %90-100'e ulaştığında haftada üç kez 11.00 ile 14.00 saatleri arasında günde dört kez yapmışlardır. Ayrıca hava sıcaklığı ve nem ölçümlerini ıslak ve kuru termometre ile belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda bitki su stresi indeksi değerlerinden sulama zamanının belirlenmesinde yararlanılabileceğini belirlemişlerdir. Bu amaçla $CWSI=0,45$ değerini ölçüt olarak kabul etmişlerdir. Öte yandan CWSI tekniğinin sulama zamanının belirlenebileceği ve pamuk veriminin tahmin edilebileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Menemen koşullarında pamuk bitkisinin bitki su stresi indeksini ve infrared termometre tekniği ile sulama zamanının belirlenmesine yönelik ölçütleri belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Deneme konuları bitki örtü sıcaklıklarına göre eşik değerlere göre sulama uygulaması, örtü sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki farklara göre sulama uygulaması olarak üç farklı konu belirlemişlerdir. İnfrared ölçümleri bitki örtü yüzeyinin tamamlandığında haftada beş kez 13.00 ile 14.00 arasında gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda Menemen hava ve toprak koşullarında yürüttükleri çalışmada pamuk bitkisi için CWSI değerini 0,45 ve 0,50 değerleri arasında ulaştığında sulamanın gerçekleştirileceği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca infrared termometre tekniğinin sulama programlanmasında kullanılabilen hızlı ve pratik bir araç olduğu kanısına varmışlardır (Kayam vd., 2000).

Barbosa ve ark. (2005) Brezilya'da pamuk bitkisinde infrared termometre tekniğini kullanarak CWSI değerinin belirlenmesi konusunda bir çalışma yapmışlardır. Çalışma iki tekerrürlü pamuk bitkisinde stresli ve stresiz olmak üzere deneme konusu belirlemişlerdir. Bitkinin gelişme mevsimi boyunca stresli olan denemede 437 mm, stres göstermeyen denemeye ise 671 mm sulama suyu uygulamışlardır. Pamuk bitkisinin büyüme mevsimi boyunca infrared ölçümleri haftada üç kez saat 10.00 ile 14.00 arasında günde beş kez yapmışlardır. Çalışma sonucunda infrared termometre ile yapılan ölçümlerden yararlanarak CWSI değerlerini belirlemişlerdir. Yapılan ölçümler sonucunda stresli alanlar için CWSI değerini 0,05 ile 0,23, stressiz alanlar için CWSI değerini 0,25 ile 0,63 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca bölgedeki benzer iklim ve toprak özelliklerine sahip alanlarda sulama programlanması yapılması durumunda CWSI değerinin 0,3 olarak sürdürülmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

Çukurova şartlarında yürütülen çalışmada farklı su ve gübre uygulamalarının pamuk bitkisinde su stresi indeksinin değişimi konusunda bir uygulama yapmışlardır. Çalışmada bitki tac sıcaklığı (T_c) ile hava sıcaklığı (T_a) arasındaki farkı ile VPD değerlerinin ilişkilendirilmesi sonucunda bitki su stresi indeksi (CWSI) değerleri hesaplanmıştır. CWSI değerlerinin hesaplanması için tam sulanan ve hiç sulanmayan konudan yapılan ölçümler ile temel bir grafik oluşturulmuştur. Bu grafikte hiç sulanmayan konudan elde edilen üst baz çizgisi değeri $3,1^{\circ}\text{C}$ 'lik bir doğru ve tam sulama yapılan konuya ait alt baz çizgisi $T_c - T_a = 2,3 - 1,7$ VPD denklemi ile ifade edilebilen bir doğru olarak belirlenmiştir. Ayrıca denemede her bir konu için CWSI değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu

hesaplamalarda CWSI değerlerini I₁ için 0,05, I₂ için 0,15 ve I₃ için 0,30 olarak belirlemişlerdir. Deneme konularında verime dayalı olarak strese yakın değer hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda Çukurova şartlarında yetiştirilen pamukta farklı su ve gübre dozları verim üzerinde önemli ölçüde etki etmediğini, I₃ konusunda 0,30 CWSI değeri su stresinde eşik değer olarak kabul etmiştir. Çukurova şartlarında yetiştirilen pamuk bitkisinde bitki gelişiminde ve verim için bitki su stresi indeksi değerinin 0,30'a ulaştığında sulama zamanının belirlenebileceğini bir ölçüt olarak kabul etmiştir (Kaçar, 2007).

Genel olarak yukarıda da belirtildiği gibi; su kaynaklarının kısıtlı olduğu sulama alanlarından mevcut su ile maksimum faydanın sağlanabilmesi için sulama programlarının sağlıklı bir şekilde yapılması gerekir. Birçok araştırmacı tarafından çeşitli bitkiler üzerinde yürütölen çalışmalarda, CWSI'nin sulama programlamalarında hazırlanıp kullanılmakta pratik bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır (Orta vd., 2001).

Nielsen ve Gardner (1987), CWSI değerleri kullanılarak sulama zamanın hesaplanabileceği, buna karşın yöntemin ne kadar sulama suyu uygulanacağı konusunda bir fikir vermeyeceğini bildirmişlerdir.

Tekirdağ koşullarında patates bitkisinde bitki su stresi indeksi (CWSI) değerinin belirlenmesinde kullanılan taç-hava sıcaklığı farkını hesaplamak amacıyla deneme yürütölmüştür. Patates bitkisi karık sulama yöntemi ile kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30, 50 ve 70'inin tüketilmesi durumunda, bitki su ihtiyacının %0, 50 ve 100'ü sağlanarak yetiştirilmiştir. En yüksek verim ve su kullanımı, uygulanan her bir sulama rejiminde, su tüketiminin tam olarak sağlandığı %100 konularından elde edilmiştir. Araştırmada, her bir deneme konusu için taç, hava sıcaklığı ve su buharı açığı ölçümleri ile bitki su stresi indeksi değerleri bulunmuş, alt baz (stresiz koşullar) ve üst baz (stresli koşullar) çizgileri elde edilmiştir. CWSI değerleri kısıt sulanan konulara ait toprak nem içeriği değerleri ile aynı doğrultuda değişiklik göstermiştir. En yüksek verimin elde edildiği deneme konularında, sulamalar öncesi ortalama CWSI değeri, kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlanan konu için 0,49, %50'si tüketildiğinde sulamaya başlanan deneme konusu için 0,55 ve %70'i tüketildiğinde sulamaya başlanan deneme konusu için 0,69 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, mevsimlik CWSI değerleri ile yumru verimleri arasında önemli bir ilişki olduğu saptanmıştır (Erdem vd., 2006a).

Tekirdağ koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan fasulye bitkisinin, maksimum su stresinde (%0) ve tam sulama koşulları altında (%100), bitki su stresi indeksi (CWSI) belirlenmesinde kullanılan bitki tacı-hava sıcaklığı farkı ile buhar basıncı açığı arasında olan ilişkiyi belirlemek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, farklı beş sulama konusunda (tam sulanan konuda 60 cm toprak derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %50'si tüketildiğinde eksik nemin %0, 25, 50, 75 ve 100'nün karşılandığı) verim üzerinde ve sayısal olarak hesaplanan bitki su stresi indeksi değerlerine etkisi araştırmışlardır. Su kullanımının ve en yüksek verimin, bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı konudan elde etmişlerdir. CWSI değerlerinde meydana gelen değişim, topraktaki nem eksikliğindeki değişime benzerlik göstermiştir. Toprakta bulunan nem miktarı azaldıkça, CWSI değeri artış göstermiştir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek $Y = 2,731 - 2,034 \text{ CWSI}$ doğrusal eşitliği elde edilmiştir. Sonuç olarak, bitki su stresi indeksi değerleri sulama zamanı planlanması, belirlenmesi ve fasulye bitkisinde verim tahmininde bulunulabileceği belirtilmişlerdir (Erdem vd., 2006b).

Karık sulama yöntemi ile sulanan ayçiçeğinin sulama zamanının planlanmasında farklı bitki su stresi indeksi (CWSI) değerlerinin kullanım olanaklarının araştırılması amacıyla bu çalışma yürütülmüştür. Araştırmada, CWSI değerleri; yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı, buhar basıncı açığı dikkate alınarak hesaplanmış ve sulamalara bu değer, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 ve 1.0' a (susuz) ulaştığında başlanmıştır. Araştırma sonucunda, toplam uygulanan sulama suyu miktarları; T0.2, T0.4, T0.6, T0.8 ve deneme konuları için sırasıyla, 679, 584, 470 ve 227 mm olarak değişmiştir. Deneme konuları arasında maksimum bitki su tüketimi, 809 mm ile T0.2 konusundan ölçülmüştür. Farklı sulama seviyeleri ayçiçeği dane verimini etkilemiştir. En yüksek dane verimi 4.38 t/ha ile T0.2 deneme konusundan elde edilmesine rağmen, T0.4 ve T0.6 deneme konuları da istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, Tekirdağ koşullarında ayçiçeği sulamanın CWSI değeri 0.6'ya ulaştığında başlatılmasını görmüşlerdir (Erdem vd., 2006c).

Karık ve damla sulama yöntemi ile üç farklı sulama seviyesi (tüketilen su miktarının %100, 50 ve 0'ının uygulandığı koşullar) altında yetiştirilen patatesin bitki su stres indeksi değerlerini belirlemek amacıyla Tekirdağ koşullarında bu çalışma yürütülmüştür. Taç yüzeyi sıcaklığı, hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığı değerlerine göre alt baz (stresiz koşullar) ve üst baz (stresli koşullar) doğruları

amprik olarak belirlenmiştir. Sulamalar öncesi ortalama CWSI değerinin karık sulamada 0,68'i, damla sulamada ise %81'i aştığı koşullarda yumru verimi azalmaya başlamıştır. Ayrıca, yumru verimi ile mevsimlik CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek doğrusal ilişkiler bulunmuş ve bu ilişkiler karık sulama için $Y = -45,82 \text{ CWSI} + 50,69$, damla sulama yöntemi için $Y = -52,65 \text{ CWSI} + 58,44$ eşitlikleri ile açıklanabilir (Erdem vd., 2005).

Üç farklı kışlık buğday çeşidinin sulama zamanı planlamasında ve verim tahmininde kullanılacak bitki su stresi indeksi değerlerinin (CWSI) hesaplanmasında yararlanılacak baz eşitliklerinin geliştirilmesi amacıyla bu çalışma yürütülmüştür. Buğday bitkisi tava sulama yöntemi ile sulanmış ve 90 cm etkili kök derinliğinde toprakta eksilen suyun %0, 25, 50, 75 ve 100'ün uygulandığı farklı deneme konuları altında yetiştirilmiştir. Su kullanımı ve verimin en fazla, su ihtiyacının %100'ünün uygulandığı koşullarda elde edilmiştir. Yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığı değerlerine göre tam sulanan deneme konusu (%100) ve maksimum stres konusu (%0) için alt baz (stresiz koşullar) ve üst baz (stresli koşullar) eşitlikleri sayısal olarak belirlenmiştir. Bitki su stres indeksi (CWSI) değerleri beş farklı sulama konusu için hesaplanmıştır. Saraybosna, Kate A-1 ve Flamura 85 çeşitleri için verim tahmininde kullanılabilecek $Y = 1463,3 - 1062,3 \text{ CWSI}$, $Y = 1483,8 - 1052,8 \text{ CWSI}$ ve $Y = 1701,8 - 1367,7 \text{ CWSI}$ doğrusal ilişkileri elde edilmiştir (Orta vd., 2004).

Ayçiçeği yaprak yüzey sıcaklığına dayalı bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi ve diğer bitki su stresi ölçümleri ile ilişkilendirilmesi amacıyla bu çalışma Tekirdağ koşullarında gerçekleştirilmiştir. Ayçiçeği karık sulama yöntemi ile 90 cm etkili kök derinliğinde bitki su ihtiyacının %0, 25, 50, 75 ve 100'ünün karşılandığı koşullarda yetiştirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı yıllarda en yüksek verim ile su kullanımı bitki su ihtiyacının %100'ünün uygulandığı deneme konusundan elde edilmiştir. Kısıtlı sulama koşulları altında CWSI değişimleri toprak nem değişimleri ile aynı eğilimi göstermiştir. Maksimum verimin elde edildiği konuda sulama öncesi ortalama CWSI değeri 0,59 olmuştur. Elde edilen ayçiçeği verimleri ile hesaplanan ortalama CWSI değerleri arasında önemli eşitlikler elde edilmiştir. Ayrıca, CWSI, yaprak alan indeksi (LAI), topraktaki mevcut nem ve stoma dirençleri arasında önemli ilişkiler elde edilmiştir (Orta vd.,2002).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada değerlendirilen arazi, laboratuvar ve büro çalışmasında uygulanan bütün yöntemler bu kısımda yer almaktadır.

3.1.1. Araştırma Alanının Yeri

Çalışma, Aydın ili sınırlarında merkezin 18 km güneyinde, Koçarlı ilçesinin 7 km doğusunda yer alan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yapılmıştır. Denizden yüksekliği yaklaşık 56 m olan araştırma alanı 37°51' kuzey enlemi ile 27°51' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Anonim, 1995).

3.1.2. İklim Özellikleri

Aydın ovasında yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü 2018 yılına ait iklim verileri ile diğer yıllara ait veriler Aydın Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden elde edilmiştir (Anonim, 2018b).

Çalışma yılına (2018) ve geçmiş yıllara ait iklim verileri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanı uzun yıllar ortalama iklim verileri (1970-2017)

Aylar	Ort. sıcaklık (°C)	Ort. max. sıcaklık (°C)	Ort. min. sıcaklık (°C)	Ort. bağıl nem (%)	Ort. toplam yağış (mm)	Ort. güneş. süresi (saat)	Ort. toplam buh. (mm)
Ocak	8,1	13,2	4,2	71,6	107,6	4,3	30,9
Şubat	9,2	14,7	4,9	68,8	92,2	5,1	40,6
Mart	12	18,2	6,8	65,6	71,9	6,3	67,3
Nisan	15,9	22,6	10,1	62,3	52,7	7,4	100,3
Mayıs	21	28,3	14,3	56,9	35,6	8,8	161,3
Haziran	26	33,6	18,3	49,2	16,6	10,5	222,1
Temmuz	28,6	36,3	20,7	48,6	7,5	11	257,5
Ağustos	27,6	35,8	20,4	52,9	5,3	10,8	231,6
Eylül	23,3	32,1	16,8	55,9	15,1	9,5	161,9
Ekim	18,5	26,4	12,8	62,8	45,9	7,2	96,4
Kasım	13,1	19,6	8,5	68,9	83,5	5,2	47,6
Aralık	9,5	14,4	5,4	72,7	110,8	4,3	30,3
Ortalama	17,7	24,6	11,9	61,3	644,7	7,5	1447,8

Çizelge 3.2. Aydın ili 2018 yılı iklim verileri

Aylar	Ort. sıcaklık (°C)	Ort. max. sıcaklık (°C)	Ort. min. sıcaklık (°C)	Ort. bağıl nem (%)	Toplam yağış (mm)	Ort. güneş. süresi (saat)	Toplam buh. (mm)
Ocak	8,6	13,9	5,1	74,7	119,2	3,7	33,7
Şubat	12,3	17,4	8,9	74,7	112,2	3	36,1
Mart	15,1	21	10,6	65	68,8	4,7	66,3
Nisan	19,8	28,5	13,2	56,6	8,6	8,8	133,3
Mayıs	23,2	31,7	17,1	57,1	71	8,2	173,3
Haziran	25,8	33,4	19,7	57,1	28,5	7,8	194,6
Temmuz	29,2	37,4	22,3	49,4	5,8	9,2	255,1
Ağustos	28,5	36,9	22,6	56,4	16,3	8,4	210,4
Eylül	25,3	33,9	19,1	55,2	32,9	8	168,8
Ekim	19,2	27,1	14	66,1	16,7	6,9	85
Kasım	14,5	21	10,4	70,4	132,7	4,2	49,8
Aralık	8,4	13,1	5,4	81,1	98,2	3,1	21
Ortalama	19,1	26,2	14,0	63,6	710,9	6,3	1427,1

Çizelge 3.1’de görüleceği gibi, Aydın ilinde yıllık sıcaklık ortalaması 17,7°C’dir. Yıllık ortalama sıcaklık değeri çalışmanın yürütüldüğü yıla ait sıcaklık ile yakınlık göstermektedir. Oransal nem değerleri göz önüne alındığında Aydın ilinin yıllık

ortalaması %61,3, çalışmanın yürütüldüğü 2018 yılında %63,6 olduğu görülmüştür. 2018 yılına ait buharlaşma değerleri göz önüne alındığında, buharlaşmanın en yüksek 255,1 mm olarak Temmuz ayına ait olduğu görülmektedir. Geneli itibariyle iklimsel veriler göz önüne alındığında bitkinin gelişim dönemimde, bitkinin su ihtiyacını artıracak etmenleri varlığı ve yağışların düzensizliği deneme alanı için sulama işlemlerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

3.1.3. Araştırma Alanı Tarımsal Yapısı

Aydın iline ait tarımsal yapı ve üretim değerleri Çizelge 3.3 ve 3.4’de verilmiştir. Aydın, hem uzun bir geçmişi olduğu için turizm hem de toprakları verimli olmasından dolayı tarım kenti olarak tanınmaktadır. Geçim kaynağının temelini tarım, endüstri ve ticaret oluşturmaktadır. İl genelinde nüfusun %55’i ekonomisini tarımsal faaliyetlerle sağlamaktadır. Geniş bir bitkisel üretime sahip olan Aydın ili üretimi yapılan 29 bitkisel ürün ile Türkiye’de ilk 10 sırada yer almaktadır. Ekonomik olarak en çok gelir sağlayan bitkisel ürünler incir, pamuk, kestane ve zeytindir. Türkiye’de bitkisel üretimde sırasıyla incir, kestane, zeytin, kereviz, tritikale de 1.sırada, enginar, pamuk ve çilek de 2.sırada, yer fıstığı ve mandalina da 3.sırada yer almaktadır.

Aydın ili Büyük Menderes havzasında yer alan 800.700 ha alan üzerine kurulu verimli ovalara sahiptir. Tarım yapılan alanlar genel alanın %46’sını oluşturmaktadır. Bu da 368.336 ha olarak hesaplanmıştır. Tarımsal üretim potansiyeli yüksek olan Aydın ilinde 368.336 ha alanın %59’unu yani 216.657 ha meyve, içecek ve baharat bitkileri oluşturmaktadır. Bu arazilerin kalan %41’lik bölümün 313.632 ha ile ormanlar, 25.242 ha ile çayır ve meralar, 14.950 ha ile göl ve bataklıklar, 78.540 ha ise tarımsal faaliyetler dışı araziler oluşturmaktadır. (Anonim, 2018c).

Çizelge 3.3. Aydın ili tarımsal arazi kullanımı

Arazi Kullanım Şekli	Alan (ha)
Kültür Arazisi	368.336
Çayır Mera Arazisi	25.242
Orman	313.632
Göl-Bataklık	14.950
Tarım Dışı Araziler	78.540
Toplam Alan	800.700

Çizelge 3.4. Aydın ili tarımsal alanların dağılımı ve üretim miktarları

	Alan (da)	Üretim (ton)
Tarla Bitkileri	1.379.845	2.580.000
Meyve	2.156.419	761.000
Sebze	108.173	343.000

Aydın'da, 368.336 ha alanın 214.151 hektarlık bölümünde sulu tarım uygulanmaktadır (DSİ sulamaları 144.865 ha; Toprak ve Su Kooperatifleri 2.436 ha; Halk Sulamaları 60771 ha, diğer sulamaları 6.079 ha olmak üzere toplam 214.151 ha'dır) (Anonim, 2018c).

3.1.4. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Çalışmanın yürütüldüğü alandaki toprak etüd çalışması üç seride belirlenmiştir. Bu seriler, yüksek araziler (Kampus serisi); Koluviyal etek araziler (İşletme, Kocakır serileri) ve Alüvyal araziler (Büyük Menderes, Kademe ve Cihanyalı serileri) olarak sıralanmıştır (Aksoy vd., 1998).

Araştırma sahasındaki topraklar AC horizonlu genç toprak yapısına sahiptir. %20 ile %30 oranda Kolüvyal arazi, %60 ile %70 oranında da Alüvyal arazi bulunmaktadır. Geri kalan topraklar ise kahverengi açık kırmızıya benzer kahverengi topraklardır. Toprak profilinin hepsinde %7 ile %53,5 oranında kireç bulunmaktadır. Organik madde miktarı bakımından kampüs seri hariç geri kalanında azdır. Katmanların yüzey kısmında %0,94 ile %5,63 aralığında organik madde yer almakta, bu değer derin kısımlara gidildikçe azalış göstermektedir. Çalışmanın yürütüldüğü alandaki tınlı-kum ile kumlu killi tın arası değişmekte ve orta bünyeli toprak yapısı görülmektedir (Aksoy vd., 1998).

Deneme alanındaki toprakların tarla kapasitesi değeri %20,3 ile %23,1 arası, solma noktası değeri %7,2 ile %10,1 arası değişiklik göstermektedir. Hacim ağırlığı bakımında farklı olan her katman için 1,35-1,52 g/cm³ arasında değerler belirlenmiştir. Toprak profilinin 120 cm'lik kullanılabilir su tutma kapasitesi 221 mm olarak hesaplanmıştır. 0-30; 30-60; 60-90 ve 90-120 cm'lik toprak katmanları için yapılan bünye analiz raporunda toprakların kumlu-tınlı bünyeli olduğu görülmektedir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Profil derinliği (cm)	Bünye dağılımı (%)			Bünye sınıfı	Hacim ağırlık (g/cm ³)	* Tarla kapasitesi		* Solma noktası		Kullanılabilir su tutma kapasitesi	
	Kum	Kil	Silt			(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)
0-30	58,40	13,60	28,00	Kumlu-Tınlı	1,35	23,1	111,5	10,1	40,9	13,0	52,6
30-60	56,40	13,60	30,00	Kumlu-Tınlı	1,45	22,9	99,6	9,4	40,8	13,5	58,8
60-90	68,20	13,60	19,20	Kumlu-Tınlı	1,52	18,4	83,9	7,3	33,2	11,1	50,6
90-120	49,70	17,50	32,0	Kumlu-Tınlı	1,50	20,3	91,3	7,2	32,3	13,1	59,0

*: Kuru ağırlık yüzdesi

Deneme alanındaki toprakların yüzeyden 0-40 cm derinliğindeki verimli analizi için alınmış toprak örneklerinde pH, toplam tuz, kireç, organik madde, EC, fosfor ve potasyum analizleri yapılmıştır. Elde edilen değerler Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Araştırma alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

Katman derinliği(cm)	pH	Toplam tuz(%)	EC(ds/m)	CaCO ₃ (%)	Kullanılabilir besin maddeleri(kg/da)		Organik madde(%)
					P ₂ O ₅	K ₂ O	
0-40	8,0	0,015	0,54	11,40	3,90	18,5	1,05

Yukarıdaki çizelgeden de görüldüğü üzere toprakların %11,40 oranında kireç içermektedir. Bu durumun sebebi, toprakların ana materyali kireçli yerlerden gelerek birikmesidir (Aksoy vd., 1998). Toprakların organik madde miktarı göz önüne alındığında, %1,05 ile organik maddece toprağın fakir olduğu sonucuna varılmaktadır.

3.1.5. Sulama Suyunun Sağlanması

Deneme alanında kullanılan sulama suyu Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde bulunan kuyu tarafından sağlanmaktadır. Çalışmada kullanılan sulama suyunun kalite analiz raporuna göre C₃S₁ sınıfında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Araştırmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları

Sulama Suyu Sınıfı	EC (ds/m)	pH	Kasyonlar (me/l)			Anyonlar (me/l)				%Na	SAR	Bor (ppm)
			Na ⁺	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻			
C ₃ S ₁	0,98	7,8	4,51	13,00	0,10	-	11,62	4,00	1,99	25,61	1,76	0,19

Çalışmada kurulan damla sulama sistemi ekipmanları ve bu ekipmanların resimleri, Şekil 3.1 ve 3.2’ de verilmiştir. Sırasıyla gübre tankı, elek filtre, ana boru hattı, manifold boru hattı, lateral ve bağlantı parçalarından oluşan damla sulama sisteminde PE borulardan oluşan ana boru hattı, manifold ve lateraller kullanılmıştır. Araştırmada sulama konularına göre denemeler için sağlanacak sulama suyu, deneme alanında yer alan derin kuyudan (yeraltı su kaynağından) sağlanmaktadır. Kullanılacak olan sulama suyu, deneme alanına dalgıç pompa vasıtasıyla kuyudan alınıp 63 mm dış çaplı PE mandallı boru yardımıyla çalışma alanına ulaştırılmıştır. Her parselde sıraya tek lateral gelecek şekilde 16 mm dış çaplı polietilen (PE) lateraller kullanılmıştır. Lateral damla sulama boruları 2 L/h debili içten geçik damlatıcılı olup damlatıcı aralıkları 20 cm’dir. Her bir lateral hat başına yine 16 mm çaplı vanalar takılarak sulamaların kontrollü yapılması sağlanmıştır.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan sulama sistemi unsurları

3.1.6. Pamuk Çeşidi

Araştırmada kullanılan pamuk çeşidi olarak Gloria kullanılmıştır. Gloria çeşidi verimli, koza açımı kuvvetli, kaliteli lif özelliğine sahip olması, olumsuz çevre koşullarına karşı dirençli ve erkenci bir çeşittir. Su stresine karşı dayanıklı olan çeşit, yüksek verimli ve yüksek çırcır randımanına da sahiptir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri

Peterson ve Calvin (1965) esasına göre deneme alanındaki belirlenmiş olan profillerden 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm olmak üzere dört toprak katmanı oturulmuştur. Her bir katmandan alınan toprak örnekleri kurutulup 2 mm'lik elekten geçirilip analize hazır hale getirilmiştir. Alınan toprak örneklerinin, tarla kapasitesi, solma noktası ve bünye sınıfı sonuçlarını elde etmek için laboratuvarında analize götürülmüştür.

a) Toprak bünyesi: Çalışmada toprak bünyesinin belirlenmesi amacıyla Bouyoucos (1951)'un hidrometre yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca ABD Tarım Bakanlığı tarafından geliştirilmiş olan sınıflandırma üçgeni kullanılarak bünye sınıfı belirlenmiştir (Millard vd., 1966).

b) Hacim ağırlığı: 100 cm³ hacme sahip olan çelik silindirler yardımıyla alınmış olan bozulmamış toprak örnekleri, kurutma fırınında 105°C sıcaklıkta 24 saat bekletilmiştir. Bu şekilde elde edilen kuru ağırlık değerleri, silindir hacmine bölünerek hacim ağırlık değerleri hesaplanmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

c) Tarla kapasitesi: Bozulmuş toprak örnekleri, 1/3 atmosferlik basınca sahip poroz levhali basınç aleti kullanılmış, böylelikle toprak örneğinde tutulan su miktarı belirlenmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

d) Solma noktası: Toprak içersinde tutulan su miktarı, bozulmuş toprak örnekleri yardımıyla, 15 atmosferlik basınca sahip membranlı basınç aleti kullanılarak belirlenmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

e) Kullanılabilir su tutma kapasitesi: Tarla kapasitesi ile solma noktası arasındaki fark alınarak, toprak katmanları içerisinde bulunan kullanılabilir nem miktarı belirlenmiştir (Güngör ve Yıldırım, 1987).

Ülgen ve Yurtsever (1984)'de belirtilen verimlilik analizi yöntemi kullanılarak, 0 – 20 ve 20 – 40 cm derinliklerden bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvarda toprak örneklerinin pH, toplam tuz, kullanılabilir K₂O, kullanılabilir P₂O₅, kalsiyum karbonat (CaCO₃), organik madde ve EC değerleri belirlenmiştir. Analizde kullanılan yöntemler şu şekildedir:

a) pH: Toprak örnekleri ile hazırlanan saturasyon çamurunda ölçümler cam elektrotlu pH metre ile yapılmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

b) Toplam tuz (%): Kondaktivite aleti yardımıyla toprak örnekleri ile hazırlanmış olan saturasyon çamurunda belirlenmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

c) Kullanılabilir potasyum (K₂O): Alınan toprak örnekleri ile amonyum asetat (pH = 7) yardımıyla ekstrakte edilebilir potasyumun flamefotometrede okunması yapılmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

d) Kullanılabilir fosfor (P_2O_5): 0,5 M sodyum bikarbonat ($pH = 8,5$) kullanılarak hazırlanan karışım 30 dakika çalkalanmıştır. Süzükteki fosfor miktarı, amonyum molibdat ve kalay klorür katılmasıyla oluşan mavi rengin intensitesinin spektrofotometrede ölçülmesiyle tayin edilmiştir (Olsen vd., 1965).

e) Kalsiyum karbonat ($CaCO_3$): Alınan toprak örnekleri ile Hızalan ve Ünal (1966) tarafından tanımlanan, Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir.

f) Organik madde: Jakson (1962), tarafından bildirildiği şekilde Walkley-Black yöntemine göre toprak kromik ve sülfürik asit ile işleme tabi tutulmak suretiyle kapsadığı organik karbonun kromat ile oksitlenmesini sağlayarak ve bu oksidasyon için kullanılan miktardan arta kalan kromat standart demir sülfat ile titre edilerek toprakta bulunan karbon belirlemiş, buradan organik madde miktarı tespit edilmiştir.

g) EC: Saturasyon çamurunun elektriksel iletkenlik değeri kondaktivite aletinde ölçülerek saptanmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

3.2.2. Su Örneklerinin Alınması

Çalışmada uygulanan sulama suyundaki kimyasal özelliklerin belirlemesi amacı ile, derin kuyudan su örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler Ayyıldız (1983)'dan belirtilen yöntemler ile yapılmış, örnek alma işlemi öncesi, suyun pompadan 15-20 dakika boyunca akması beklenmiş ve sonrasında örneklerin alınma işlemi tamamlanmıştır.

Uygulanan sulama suyunun kalitesi, kaynağından alınan örneklerin aşağıda verilen analizler ile belirlenmiştir.

a) pH: Cam elektrotlu pH metre kullanılarak sulamada kullanılan suyun pH değeri ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

b) EC (ds/m): Kondaktivite aleti yardımıyla sulama suyunun elektriksel iletkenliği ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

c) Katyonlar (me/l): Flamefotometrik yöntem yardımıyla katyonlardan Na^+ ve K^+ , 0.01 N EDTA ile titrasyon yöntemi yardımıyla ise $(\text{Ca} + \text{Mg})^{++}$ belirlenmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

d) Anyonlar (me/l): 0.01 N, AgNO_3 ile titrasyon yöntemiyle anyonlardan Cl^- ; 0.01 N, H_2SO_4 ile titrasyon yöntemiyle CO_3^{--} ve HCO_3^- ; gravimetrik yöntemle SO_4^{--} ; kolorimetrik yöntem yardımıyla ise bor ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

3.2.3. Deneme Düzeni ve Araştırma Konuları

532 m² (37 x 14,4)'lik alanda yürütülen çalışmada 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme deseni uygulanmıştır. Her bir parsel 14 m² (5 x 2,8 m) olacak şekilde toplamda her blokta 5 parsel oluşturulmuştur. Bir parsel içerisinde bulunan bitkilerin sıra aralığı 0,70 m ve sıra üzeri 0,0 m olup toplamda bir parselde 6 sıra oluşturulmuştur. Bloklar arasında yanıl sızmaları önlemek amacıyla 3 m ve yine parsel aralarına da 3 m boşluk bırakılmıştır (Şekil 3.2).

Araştırmada beş farklı sulama düzeyi konuları üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Buna göre oluşan araştırma konuları Çizelge 3.8'de; laterallerin yerleştirilmesine ilişkin çeşitli parsellerden görüntüler ise Şekil 3.3.; 3.4 ve 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.8. Araştırmada incelenen sulama konuları

Konu Simgesi	Sulama Suyu Uygulama
S ₁	120 cm'lik etkili kök derinliğinde, kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %100'ü tüketildiğinde sulamaya başlanarak tarla kapasitesine çıkarılacak biçimde sulama suyu
S ₂	S ₁ konusuna verilen sulama suyu miktarının %75'i kadar sulama
S ₃	S ₁ konusuna verilen sulama suyu miktarının %50'si kadar sulama
S ₄	S ₁ konusuna verilen sulama suyu miktarının %25'i kadar sulama
S ₅	Susuz konu



Şekil 3.2. Damla sulama sisteminin kurulması



Şekil 3.3. Parsellere laterallerin serilmesi

3.2.4. Uygulanacak Sulama Suyunun Hesaplanması

Sulama konuları etkili kök derinliğinde (120 cm) profilinde eksilen suyun %100 (S_1), %75 (S_2), %50 (S_3), %25 (S_4), ve %0 (S_5)'ının yeniden uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Toprak nem düzeyleri 120 cm'lik derinlikte gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Sulamalar; S_1 konusunda 120 cm'lik toprak profilindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %40'ı tüketildiğinde başlanmış ve

diğer konulara verilecek sulama suyu miktarları S_1 konusu göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Araştırmada sulamanın başlanacağı zamanı ve uygulanan sulama suyu miktarını belirlenmesi amacıyla topraktaki nem değeri belirli zaman aralıklarıyla gravimetrik olarak izlenmiştir. Topraktaki mevcut nem miktarını belirlemesi amacıyla etkili kök derinliğindeki (0-120 cm) katmanlardan toprak sondası ile bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin yaş ağırlıkları hassas olarak tartılmış ve ardından 24 saat etüvde bekletip kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları hesaplanmış ve böylelikle nem miktarı kuru ağırlık yüzdesi cinsinden hesaplanmıştır. Ayrıca ekimden itibaren topraktaki nem değişimini belirlemek amacıyla yukarıda bahsedilen sulama konularından ve toprak katmanlarından sulama öncesi ve sonrası gravimetrik yöntemle göre toprak örnekleri alınarak nem kapsamı hesaplanmıştır.

Damla sulama parsellerinde her bir tekerrür için S_1 konularına uygulanacak sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Güngör vd, 1996).

$$I = ((TK - MN) / 100) \times V_t \times D$$

Eşitlikte;

I : Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı (mm),

TK : Tarla kapasitesinde tutulan nem (% Pw),

MN : Mevcut nem (% Pw),

V_t : Toprağın hacim ağırlığı (g/cm^3) ve

D : Etkili kök derinliği (mm)'dir.

Sulama konularına göre verilecek su hacimleri de aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$V = I \times A \times P$$

Eşitlikte;

V : Her sulamada uygulanacak sulama suyu hacmi (L),

A : Parsel alanı (m²) ve

P : Islatma alan yüzdesi (%)’dir. Çalışmada ıslatılan alan yüzdesi sıra ve çapa bitkileri için %100 alınmıştır (Sezen vd., 2011).

3.2.5. Bitki Su Tüketimini Belirlenmesi

Araştırmada mevsimlik su tüketimini belirlemek için, Kanber (1977) tarafından geliştirilen su bütçesi yöntemi uygulanmıştır. Buna göre:

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi (mm), I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm), P: Deneme süresince düşen yağış miktarı (mm), C_p: Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm), D_p: Sulama ve yağıştan sonra meydana gelen derine sızma kayıpları (mm), R_f: Deneme parsellerine giren veya çıkan yüzey akış miktarı (mm), ΔS: Ölçülen dönem için toprak nem içeriğinde oluşan değişim (mm) değerlerini göstermektedir. Deneme alanında taban suyu bulunmadığı için kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılacak ve yüzey akışa müsaade edilmediği için C_p ve R_f değerleri ihmal edilmiştir.

3.2.6. Araştırma Alanı ve Ekim İşlemleri

Araştırma alanı, ADÜ Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yer alan ve Biyosistem Mühendisliği deneme sahası olan Kadioğlu mevkiinde yer almaktadır. Deneme alanın kurulacağı arazi, hasat dönemi sonrasında 30-40 cm derinliğinde pulluk ile sürüldükten sonra bir sonraki ekim zamanına kadar boş bırakılmıştır. İlkbahara kadar herhangi bir işlem görmemiş olan arazi, ilkbaharda toprak tavına geldiği zaman tekrardan pulluk ile işlemiştir. Toprakta keseklenmenin oluşmaması için, arazide çapraz istikametli iki kat diskaro çekilip ardından tırmık ile toprak yüzeyine kaba tesviye yapılmıştır. Şekil 3.4’te araştırma alanındaki toprağın hazırlandıktan sonra ekim sırasındaki bir görüntü verilmiştir.



Şekil 3.4. Denemenin yürütüldüğü alandan genel bir görünüş

Pamuk ekimi 20 Nisan 2018 tarihinde havalı mibzer yardımıyla 70 cm aralıklı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk çapalamanın hemen ardından seyreltme yapılmıştır. İkinci çapalama ise tekleme ile birlikte yapılarak bir sırada 40 bitki olacak şekilde sıra üzeri 20 cm bırakılmıştır. Denemede ayrıca ekimle beraber 40 kg NPK (15-15-15) gübresi, ikinci çapalama ile beraber ise 25 kg/da %33'lük amonyum nitrat gübresi toprağın 5 cm derinliğine gübre mibzeri yardımıyla uygulanmıştır (Şekil 3.5, 3.6).



Şekil 3.5. Pamuk çıkışından sonra genel bir görünüş



Şekil 3.6. Parselasyondan sonra genel bir görünüş

Denemede Thrips (*Thripstabaci L.*), kırmızı örümcek (*Tetraniycus urticae*) ve yaprak bitine (*Aphisgossypii*) karşı ilaçlama yapılmış; ilk ilaçlama 13.07.2018 tarihinde, yine aynı zararlılara karşı her sulama öncesi olmak üzere toplam sekiz kez ilaçlama yapılarak mücadele sağlanmıştır.

3.2.7. İnfrared Termometre Ölçümleri

İnfrared termometre ölçümleri, sulama konularından sulama sezonu boyunca haftanın beş günü her parselin dört köşesinden el tipi infrared termometre (Raynger ST60 model Raytek Corporation, Santa Cruz, CA) kullanılarak yapılmıştır. İnfrared termometre yatayla yaklaşık 45⁰'lik açı yapacak şekilde kullanılmış ve her bir parselde okunan değerlerin ortalaması o parselin bitki taç sıcaklığı olarak belirlenmiştir. Ölçümler infrared termometre tekniğinin gereği olarak havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda her gün 11.00-14.00 saatleri arasında günde dört kez gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bitki yüzeyine ilişkin sıcaklık ölçümlerinin yapıldığı saatte, buhar basıncı açığının saptanması amacıyla, her bir ölçümün başında ve sonunda ıslak ve kuru termometre sıcaklıkları sapan tipi psikrometre aleti ile ölçülmüştür. Ölçüm sonrası elde edilen değerlerden doygun buhar basıncı (e_a) ile gerçek buhar basıncı (e_d) her ölçüm zamanı için hesaplanarak buhar basıncı açığı (VPD) hesaplanmıştır.

Bitki su stresi indeksi (CWSI)'nin belirlenmesinde deneysel yaklaşım olarak bilinen yöntemden yararlanılmıştır (Idso vd., 1981). Idso vd., 1981'e göre; alt baz çizgisi, tam sulanan konuda yapılan ölçümlerden belirlenen T_c - T_a ve VPD değerlerinin doğrusal regresyonuyla; üst baz çizgisi ise susuz konudan alınan ölçümlerden belirlenen verilerden yararlanarak temel grafik elde edilmiştir. Bitki su stresi indeksi değerleri ise elde edilen bu temel grafikten faydalanılarak belirlenmiştir.

Anılan yönteme göre CWSI şu şekilde tanımlanmıştır;

$$CWSI = \frac{[(T_c - T_a) - LL]}{UL - LL}$$

Eşitlikte; T_c : Bitki örtüsünün sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), T_a : Hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), LL : Bitkide su stresinin alt sınırı, UL : Bitkilerin tamamen stres altında olduğu üst sınırdır.

Temel psikometri eşitlikleri yardımıyla buhar basıncı açığı hesaplanmıştır (Howell vd., 1992).

$$e_w = 0.61078 \exp [17.27 T_w] / [237.3 + T_w]$$

$$e_a = e_w - (A/P) (T_a - T_w)$$

Burada;

e_w ; ıslak termometre sıcaklığında doymuş buhar basıncı (kPa); e_a , hava sıcaklığında gerçek buhar basıncı (kPa); T_w , ıslak termometre sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); A , psikometrik sabite ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); P , barometrik basınçtır, (kPa).

Psikometrik sabite (A) ise aşağıda verilen eşitlikten hesaplanmıştır.

$$A = [0.000660(1 + 0.00115 T_w)]$$

Kuru termometre sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı ile aynı sıcaklıktaki gerçek buhar basıncı farkı alınarak buhar basıncı açığı (VPD) bulunmuştur.

$$\text{Bu eşitlik: } VPD = (e_w - e_a)$$

Eşitlikte; e_w ıslak termometre sıcaklığındaki doymuş buhar basıncını ifade etmektedir (kPa).

3.2.8. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanları

Suyun etkin kullanımının bir ölçütü olan su kullanım randımanı değerlerinden faydalanılarak sulama stratejileri belirlenebilmektedir. Bu amaçla; su kullanım randımanı değerleri, her bir konu için pamuk kütlü verimlerinin bitki su tüketimine oranlanması ile hesaplanmış ve ilgili eşitlik aşağıda verilmiştir (Howell vd., 1990).

Buna göre;

$$WUE = Y / ET \text{ dir. Eşitlikte;}$$

WUE = Toplam su kullanım randımanı (kg/m^3)

Y = Kütlü verimi (kg/da)

ET = Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)'dir.

Sulama suyu kullanım randımanı değerlerini elde etmek amacıyla, deneme konularına uygulanan sulama suyu ve elde edilen kütlü verimleri irdelenmiştir (Howell vd., 1990).

IWUE = Y / I 'dir. Eşitlikte;

IWUE = Sulama suyu kullanım randımanı (kg/m^3)

Y = Kütlü verimi (kg/da)

I = Uygulanan sulama suyu (mm)'dir.

3.2.9. Pamukta İncelenecek Parametreler

Hasat zamanında her parselin orta iki sırasında hasat olgunluğuna gelen bitkiler elle hasat edilmiş ve arazi terazisi kullanılarak tartılmışlardır. Daha sonra büroda elde edilen parsel pamuk kütlü verimleri kayıt altına alınmıştır. İlk hasat sırasında her parselden 500 gram kütlü örneği alınmış, bunlardan da lif kalite özellikleri belirlenmek üzere laboratuvara analizler için götürülmüştür.

Kütlü pamuk verimi (kg/da): Hasat zamanında her parselden alınan kütlü pamuk tartılmış, dekara verimleri hesaplanmıştır.

Bitkide koza sayısı (adet/bitki): Hasatta her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitki üzerinde açmış olan ya da toplanabilecek durumda olan kozalar adet olarak sayılmıştır.

Tek bitki verimi (g/bitki): Her bir sıradan hasat edilen toplam kütlü pamuk ağırlığı, hasat edilen bitki sayısına bölünerek belirlenmiştir.

Koza kütlü pamuk ağırlığı (g): Hasat döneminde her parselde bulunan bitkilerden toplanan 25 adet kozadan alınan kütlüler, 0,01 g duyarlı terazi

yardımıyla tartılarak ve elde edilen değer koza sayısına bölünmüş, bir kozanın ortalama kütlü pamuk ağırlığı hesaplanmıştır.

Çırçır randımanı (%): Kozalardan alınarak rollergin deneme çırçır makinesinden geçirilen kütlü pamukların lif ağırlıkları kütlü ağırlıklarına bölünerek bulunmuştur.

Yüz tohum ağırlığı (g): Her parselden çırçır sonrası elde edilen tohumlardan dört defa 100'er tane tartılarak ortalaması alınıp belirlenmiştir.

Lif kalite özellikleri: HVI (High Volume Instrument) aleti ile her parselden alınan lif örneklerinin lif uzunluğu (mm), lif inceliği, lif mukavemeti (gr/tex), uzama katsayısı (elongation) ve üniformite değeri (%) belirlenmiştir.

3.2.10. İstatistiksel Analizler

Sulama konuları arasındaki farkları belirlemek amacıyla, yukarıda belirtilen tüm parametrelere ilişkin veriler, varyans analizi ile belirlenmiştir. Farklı grupların belirlenmesinde ise LSD testi (%5 önemlilik düzeyinde) yapılmıştır. Varyans analizi ve LSD testleri için TARİST bilgisayar paket programı kullanılmıştır (Açıkgöz vd., 1994).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu Miktarı

Çalışmada, gelişme dönemi boyunca her bir konudan elde edilen sulama suyu miktarı değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Deneme parsellerine, ilk sulama faydalı suyun %40’ı tüketildiğinde uygulanmış ve bu dönem 11 Temmuz olarak belirlenmiştir. Son sulama ise 7 Eylül tarihinde yapılmış ve sezon boyunca toplam 7 sulama yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Araştırma konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarı, oransal sulama suyu ve oransal sulama suyu azalışı değerleri

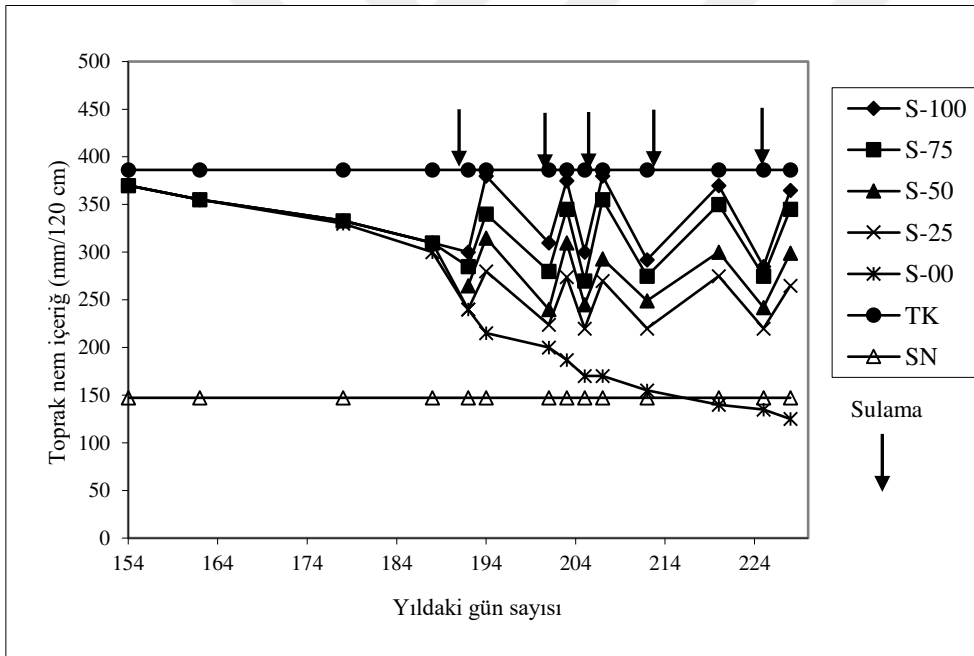
Konular	Sulama sayısı	Toplam sulama suyu (mm)	Oransal sulama suyu (%)	Oransal sulama suyu azalışı (%)
S ₁	7	616	100	-
S ₂	7	462	75	25
S ₃	7	308	50	50
S ₄	7	154	25	75
S ₅	-	-	-	-

Çizelgeden de izleneceği gibi, denemede su kısıtı yapılmaksızın tam su uygulanan parsellere (S₁) 616 mm sulama suyu uygulanmıştır. Diğer parseller ise yöntem bölümünde verilen kısıtlar doğrultusunda sulama suyu yapılmıştır. Tüm parsellere sulama sezonu boyunca toplamda 7 sulama uygulanmıştır. Verilerden de görüleceği gibi, su kısıtları arttıkça konularda uygulanan sulama miktarlarında da azalma görülmüştür. Yine aynı çizelgeden %25 ile %100 arasında değiştiği görülen oransal sulama suyu değerleri arasında, sulama suyundan sağlanan tasarrufun en yüksek olduğu konu, tam sulama yapılan S₁ konusuna göre %75 oranında su verilen S₄ konusunda ortaya çıkmıştır. Pamuk yetiştiriciliği üzerine yapılan çalışmalarda uygulanan sulama suyu değerleri, çalışma yapılan bölgelerdeki ekolojik koşulların farklılığı ve uygulanan sulama programlarında bağlı olarak değişiklik göstermiştir (Yazar vd., 2002; Ertek ve Kanber 2003;

Dağdelen vd., 2006; İbragimov vd., 2007; Dağdelen vd., 2009a; Başal vd., 2009; Sobrinho vd., 2015; Akçay ve Dağdelen 2018).

4.2. Toprak Su İçeriği

Denemede her parselde sulama sezonu süresince 120 cm olan etkili kök derinliğinde bulunan nem miktarındaki farklılıklar, Şekil 4.1’de her sulama konusu için ayrı ayrı verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi, sulama konularında ortaya çıkan toprak nem miktarı değerleri tarla kapasitesi ile %40 nem azalması değerleri arasında farklı değerlerde değişiklikler göstermiştir.



Şekil 4.1. Sezon içerisinde toprak nem değişimi

4.3. Bitki Su Tüketimi

Araştırmanın yapıldığı 2018 yılına ait sulama konularının mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ile oransal mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Uygulanan sulama suyu miktarları arttıkça, ekim ve hasattaki nem değerlerine ve dönem içerisindeki yağış değerine bağlı olarak mevsimlik bitki su tüketimi değerleri de artmıştır (Çizelge 4.2). Çalışmada elde edilen maksimum bitki su

tüketimi S₁ konusunda (801 mm/mevsim) ortaya çıkmış, bunu sırasıyla S₂ ve S₃ (575 mm/mevsim ve 499,4 mm/mevsim) konuları izlemiştir. En düşük bitki su tüketimi değeri ise S₅ konusundan (195 mm/mevsim) elde edilmiştir.

Aynı çizelgedeki oransal mevsimlik bitki su tüketimi değerleri göz önüne alındığında, S₂ konusundan (%25 su kısıtı) %19,9, S₃ konusundan (%50 su kısıtı) %39,7 ve S₄ konusundan (%75 su kısıtı) %57,1'lik bir azalma ortaya çıkmıştır. Bitki su tüketimindeki farklılıklar üzerine dönem içerisinde düşen yağışlar etkili olmuştur (Çizelge 3.2).

Çizelge 4.2. Araştırma konularından elde edilen bitki su tüketimi, oransal bitki su tüketimi ve oransal bitki su tüketimi azalışı değerleri

Konular	Sulama sayısı	Bitki su tüketimi (mm)	Oransal bitki su tüketimi (%)	Oransal bitki su tüketimi azalışı (%)
S ₁	7	801	100	-
S ₂	7	642	80,1	19,9
S ₃	7	483	60,3	39,7
S ₄	7	344	42,9	57,1
S ₅	-	195	24,3	75,7

Yukarıdaki çizelgeden de görüleceği gibi, deneme yılında farklı sulama konularındaki bitki su tüketimi değerleri arasında farklılık göstermiştir. Farklı bölgelerde, farklı sulama yöntemleri kullanılarak oluşturulan programlara göre yürütülen araştırmalarda belirlenen bitki su tüketimi değerleri farklılık göstermiştir (Yazar vd., 2002; Ertek ve Kanber 2003; Dağdelen vd., 2006; Ibragimov vd., 2007; Dağdelen vd., 2009a; Başal vd., 2009; Ünlü vd., 2011; Sobrinho vd., 2015; Akçay ve Dağdelen, 2018). Çalışmadan elde edilen mevsimlik bitki su tüketimindeki farklılıklar, yukarıda verilen çalışmaların özelliklerine benzer şekilde ekoloji ve uygulanan sulama programından kaynaklandığı belirtebiliriz.

4.4. Kütlü Verimi

Deneme parsellerinde pamuk hasadı 10 Ekim tarihinde yapılmıştır. Hasat zamanı geldiğinde kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra her parselde ortada bulunan iki sıradaki bitkiler el ile hasat edilmiş, tartıldıktan sonra her bir parselde ait kütlü verimi hesaplanmıştır. Ayrıca her parseldeki lif kalite değerlerini belirlemek için parsel başına 500 gram kütlü örneği alınmıştır. Araştırma alanında bulunan parsellere ait kütlü verimi sonuçları Çizelge 4.3'teki gibidir.

Çizelge 4.3. Araştırma konularından elde edilen pamuk kütlü verimleri

Konu	Pamuk kütlü verimleri (kg/da)			
	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama
S ₁	600,4	596,2	598,9	598,5
S ₂	580,5	585,0	559,5	575,0
S ₃	501,2	498,5	498,5	499,4
S ₄	395,2	388,0	373,6	385,6
S ₅	165,2	170,5	169,8	168,5

Çizelge 4.3'e göre, ortalamalar göz önüne alındığında kütlü verimlerinin 168,5 – 598,5 kg/da arasında farklılıklar görülmektedir. Her bir parselde ait pamuk kütlü verim değerleri incelendiğinde, en yüksek kütlü verim değeri mevsimlik bitki su tüketim miktarının en fazla olduğu, yani herhangi bir su kısıtının söz konusu olmadığı S₁ konusunda elde edilmiştir. Buna karşılık, kütlü veriminin en düşük olduğu konu ise yağışa dayalı, yani hiç sulama yapılmayan konudan (S₅) elde edilmiştir. Diğer sulama konularındaki kütlü verim değerleri bu iki değer arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.4'te, çalışmada farklı sulama konularında ortaya çıkan kütlü verim değerlerinin irdelenmesi amacıyla yapılan varyans analizine ait bulgular verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, $p < 0,01$ seviyesinde sulama düzeyleri önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Pamuk kütlü verimleri varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ort.	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					% 5	%1
Tekerrür	2	215,716	107,858	2,020ns	4,460	8,650
Sulama Konusu	4	370204,206	92551,065	1733,150**	3,840	7,010
Hata	8	427,204	53,401			
Genel	14	370847,180	26489,084			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çalışmada ayrıca, LSD testi yardımıyla kütlü verimliliği açısından fark bulunan sulama konularının belirlenmesi sağlanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Pamuk kütlü verimleri LSD gruplandırması

Konular	Pamuk kütlü verimi (kg/da)
S₁	598,5a
S₂	575,0b
S₃	499,4c
S₄	385,6d
S₅	168,5e
LSD %5	13.765

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir.

Farklı sulama konuları arasında 5 ayrı grup ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.5). Tam sulamanın uygulandığı, yani su kısıntısının yapılmadığı sulama konusu birinci grupta, ikinci sırada kontrol parsellerine göre %75 oranında sulama yapılan konu yer almıştır. Yağışa dayalı S₅ konusu ise son grubu oluşturmuştur. Elde edilen bu verilere göre kontrol parsellerinde su kısıntısının yapıldığı konudan elde edilmiş kütlü veriminde azaldığı görülmektedir.

Günümüze değin yapılan birçok çalışmada, farklı miktarlarda ve farklı aralıklarla yapılan sulamaların pamuk kütlü verimine olan etkileri irdelenmiştir. Bölge koşullarında oluşan farklılıklar, uygulanan sulama programı ve seçilen çeşitler

dikkate alındığında; sulama suyu tasarrufunun etkin olarak sağlandığı çalışmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir: Dağdelen vd. (2005a), Aydın koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan pamukta, en yüksek verimin A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun tamamının (%100) toprağa verildiğinde ortaya çıktığını belirtmiştir. Yazar vd. (2002) tarafından Harran Ovası koşullarında pamuk yetiştiriciliğinde LEPA ve damla sulamanın kullanılabilirliğini belirledikleri çalışmada ise damla sulama sistemlerinin yüzey sulamaya oranla daha etkin kullanım olanaklarının olduğunu ve bu yöntemler sayesinde sulama suyundaki kayıpların ortadan kaldırılabilceğini belirtmiştir. Ertek ve Kanber (2000) Çukurova’da pamukta damla sulama ile elde edilen 322 – 472 mm arasında değişen su ihtiyacı değerlerine karşılık, 1970 – 4220 kg/ha arasında değişiklik gösteren kütlü verim değerleri elde etmişlerdir. Dağdelen vd. (2009a), Aydın koşullarında 2004 – 2005 üretim sezonunda farklı su dozlarının su kullanım randımanları ile pamuğun lif kalite parametreleri üzerine etkilerini irdelemişlerdir. Araştırmacılar, mevsimlik bitki su tüketimi değerlerini 256 – 753 mm arasında, pamuk kütlü verim değerlerini 2550 – 5760 kg/ha arasında ve su kullanım değerlerini ise 0,76–0,98 kg/m³ arasında bulmuşlardır. Çetin ve Bilgel (2002), pamukta karık, yağmurlama ve damla sulama yöntemlerini kullanarak Harran Ovasında en yüksek kütlü verimini damla sulama yöntemi ile elde etmişlerdir. Araştırmacılar, damla sulama yöntemi ile elde edilen kütlü verim sonuçlarının yağmurlama sulama yöntemine göre %30, karık sulama yöntemine göre ise %21 daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Cave (2013), Teksas koşullarında yürüttüğü çalışmasında pamuk çeşitlerinin farklı su düzeylerine (%0, %30, %60, %90) verdikleri tepkileri incelediği çalışmasında, iki yıl süre ile iki farklı lokasyonda yaptığı çalışmanın neticesinde, her iki lokasyonda da ürün veriminin sulama seviyeleriyle birlikte artış gösterdiğini, interaksiyonların ise genotip x sulama seviyesinde önemsiz olduğunu bildirmiştir. Akçay ve Dağdelen (2017), Aydın koşullarında 2010 – 2011 yılları arasında Carmen (geççi) ve Özbek (erkenci) pamuk çeşitleri ile yürüttükleri çalışmalarında, ortalama kütlü verim değerlerini 430,5–642,6 kg/da mevsimlik bitki su tüketim değerlerini ise 331–774 mm arasında bulmuşlardır. Çalışmada ortalama WUE değerlerini 0,83–1,26 kg/m³ arasında olduğunu, maksimum su veriminin ise su kısıtının uygulanmadığı S₁ (Carmen) konusunda olduğunu bildirmişlerdir.

Kısıtlı su koşulları ile ilgili yapılan çalışmalarda verim değerleri arasında ortaya çıkan değişiklikler, bu çalışmaların yürütüldüğü ortamların ve kullanılan ürün

genotiplerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yukarıda verilen sonuçlar dikkate alındığında hem ürün çeşidi hem de uygulanan su seviyelerinin pamuk kütlü verimi üzerinde önemli etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın yapıldığı Aydın Ovası koşulları düşünüldüğünde, kütlü verimi açısından su kısıtının olmadığı Gloria çeşidinin en uygun sulama programı olduğu sonucuna varılmıştır.

4.5. Su Kullanım ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı Değerleri

Çizelge 4.6'da çalışmada uygulanan sulama konularına ait sulama suyu randımanı ve su kullanım randımanı değerleri verilmiştir. WUE değerleri, 0,747-1,120 kg/m³; IWUE değerleri ise 0,972-2,503 kg/m³ arasında değişmektedir. En yüksek WUE ve IWUE değerleri (%25 oranında sulama suyu uygulanan) S₄ konusundan elde edilmiştir. Deneme yılında en düşük WUE ve IWUE değerleri su kısıntısı yapılmayan S₁ konusundan elde edilmiştir. Çalışmada deneme konularına verilen su miktarı arttıkça sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değeri azalış buna karşın su kullanım randımanı (WUE) değerinde ise artış görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalardan bulunan su kullanım randımanı değerleri ile bu çalışmadan elde edilen değerler Çizelge 4.7'de verilmiş, elde edilen sonuçların benzerlik gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Buna göre su tasarrufu açısından yağışa dayalı susuz konu hariç, S₄ konusunun birim suyu daha etkin kullandığını söylemek mümkündür. Ancak bu koşul altında yapılan su kısıntısı ile verimde %35,5 oranında ciddi olabilecek azalma meydana gelmiştir. Diğer taraftan verimdeki azalmaları daha düşük kılan ve %25 oranında su tasarrufu sağlayan S₂ konusu verim azalması açısından öne çıkmaktadır (Çizelge 4.3). Buna göre uygulanan su tasarrufu ile S₂ konusundan %3,90 verim azalması gerçekleşmiştir. Dolayısıyla %25 oranında su tasarrufu yapılan ve verim azalması en az olan konu %75 düzeyinde sulama suyu uygulanan S₂ konusu; su kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda önerilebilir.

Çizelge 4.6. Denemeden elde edilen su kullanım randımanları

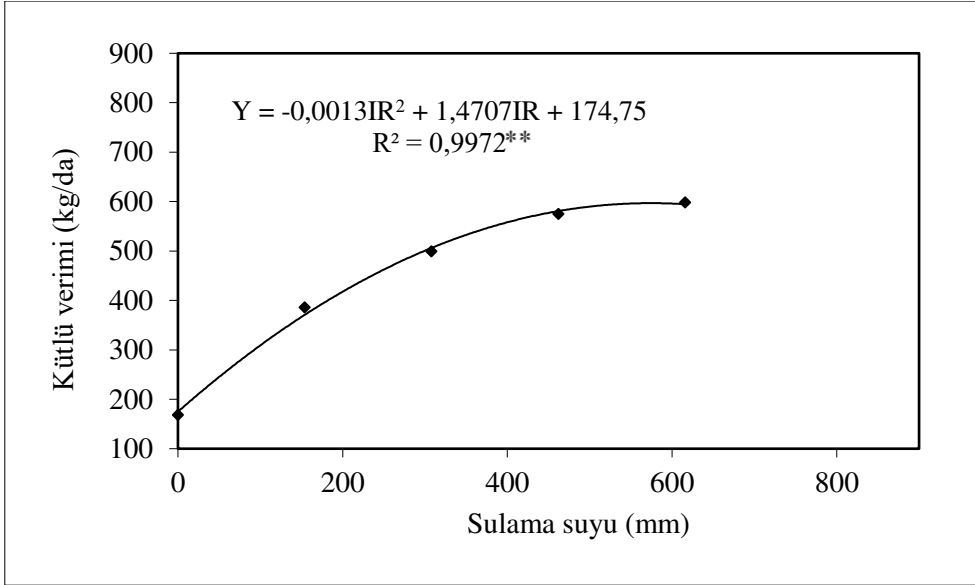
Konular	Sulama suyu miktarı (mm)	Bitki su tüketimi (mm)	Kütlü verimi (kg/da)	WUE (kg/m ³)	IWUE (kg/m ³)
S ₁	616	801	598,5	0,747	0,972
S ₂	462	642	575,0	0,895	1,244
S ₃	308	483	499,4	1,033	1,621
S ₄	154	344	385,6	1,120	2,503
S ₅	-	195	168,5	0,864	-

Çizelge 4.7. Randıman değerlerinin karşılaştırılması

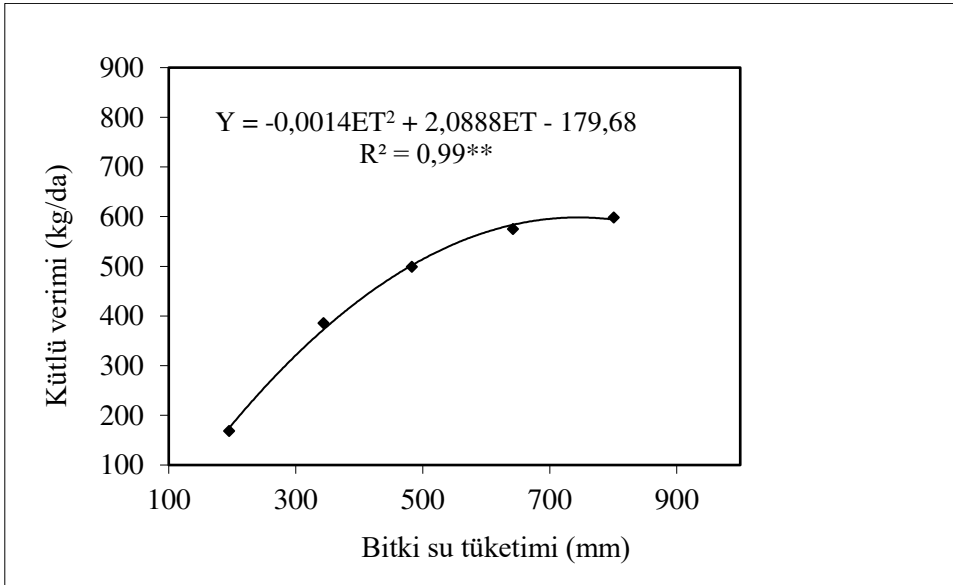
Kaynak	Sulama sistemi	WUE (kg/m ³)	IWUE (kg/m ³)
Araştırmamız	Damla	0,747-1,120	0,972-2,503
Hodgson vd. (1992)	Damla	0,22	-
Kanber vd. (1996)	Karık	-	0,15-0,51
Ertek ve Kanber (2001)	Damla	0,58-0,62	0,75-0,94
Sezgin vd. (2001)	Damla	0,67-0,81	0,71-1,67
Grismer (2002)	Damla	0,19-0,21	-
Yazar vd. (2002)	Damla	0,50-0,74	0,60-0,81
Yazar vd. (2002)	Lepa	0,55-0,67	0,58-0,77
Dağdelen vd. (2006)	Karık	0,61-0,72	0,77-1,40
Karam vd. (2006)	Damla	0,80-1,30	-
Ibragimov vd. (2007)	Damla	0,63-0,88	0,82-1,12
Dağdelen vd. (2009a)	Damla	0,77-0,96	0,82-1,44
Başal vd. (2009)	Damla	0,62-0,85	0,66-1,57
Akçay ve Dağdelen (2017)	Damla	0,83-1,26	1,05-1,96

4.6. Su-Verim İlişkileri

Her bir denemede uygulanan sulama suyu miktarı ve tüketilen su miktarları ile pamuk kütlü verimi arasındaki ilişkiyi tanımlamak amacıyla kullanılan su-verim fonksiyonları Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.2. Sulama suyu-verim ilişkisi



Şekil 4.3. Bitki su tüketimi-verim ilişkisi

Yukarıdaki şekillerden de görüleceği gibi, sulama suyu-kütlü verim değerleri ile bitki su tüketimi-kütlü verim değerleri arasında istatistiksel açıdan ikinci derecede önemli (polinomiyal) ($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur. Pamuk bitkisi ile yürütülen

alışmalar arasında, Yazar vd. (2002); Dağdelen vd. (2006); Dağdelen vd. (2009a)'da benzer sonuçlara varmışlardır.

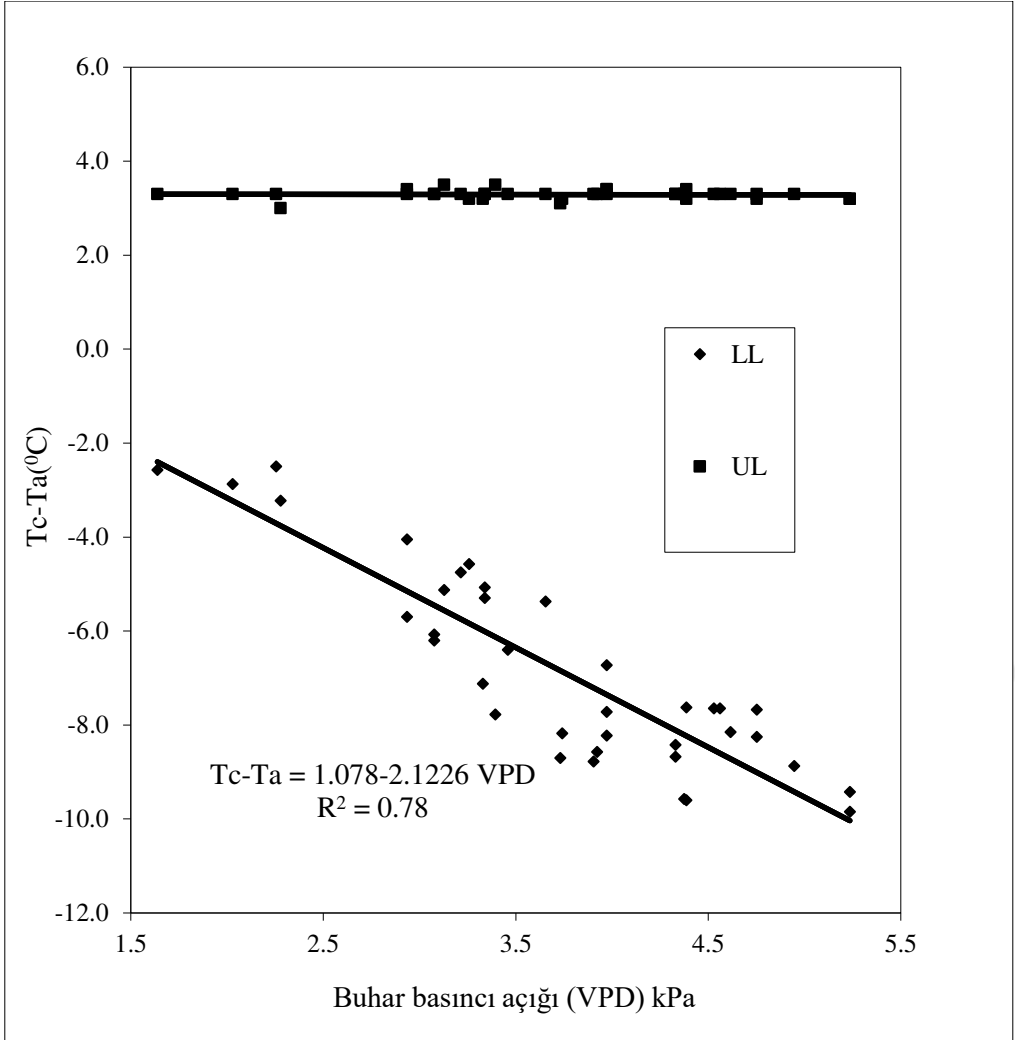
4.7. Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI)

Aydın koşulları altında pamuk bitkisinde üst baz çizgisinde 3,3⁰C'lik Tc – Ta farkı ortaya çıkmıştır (Şekil 4.4). Bu değęr, Arizona koşullarında Pinter ve Reginato (1982) tarafından 2,9⁰C, Reginato (1983) tarafından 3,1⁰C olarak belirlenmiştir. Üst baz çizgisi genellikle, alt baz çizgisinin arakesiti ve hava sıcaklığına bağlı olarak 3– 4⁰C arasında değışim göstermektedir (Howell vd, 1984).

Daha önce yapılan birçok araştırmaya (Reginato 1983; Jackson 1982; Idso 1982) benzer şekilde ortaya çıkan alt baz çizgisi denklemi, bu çalışmada da Tc-Ta = 1,078-2,1226 VPD olarak bulunmuştur. Aradaki ufak farklılıklar bitki cinsine bağlı olarak, aynı bitkinin farklı eşitleri ile farklı gelişme dönemleri nedeniyle ortaya çıkabilmektedir.

Ödemiş ve Baştuğ (1996), pamukta infrared termometre tekniği ile bitki su stresinin belirlenmesi ve sulamanın programlanması amacıyla yürüttükleri araştırmada Antalya bölgesi için pamuk bitkisinin üst baz çizgisini yaklaşık 3,9⁰C'lik bir Tc-Ta farkı olarak hesaplamıştır. Alt baz çizgisinin denklemi Tc-Ta = 0,257- 0,413 VPD olarak belirlemiştir.

Deneme konularında infrared termometre ölçümlerinde elde edilen değęrler ile bitki su stresi indeksi değęrinin, sulamanın yapılmadığı konudan en yüksek, tam sulamanın yapıldığı S₁ sulama konusunda ise en düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5). Genel olarak su kısıtının fazla olduğu konularda CWSI değęrlerinin daha fazla olduğu görölmüştür. Bu konuda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, toprak nemindeki azalmaya bağlı olarak CWSI değęrlerinde bir artış gözlenmiştir (Reginato ve Howell 1985).

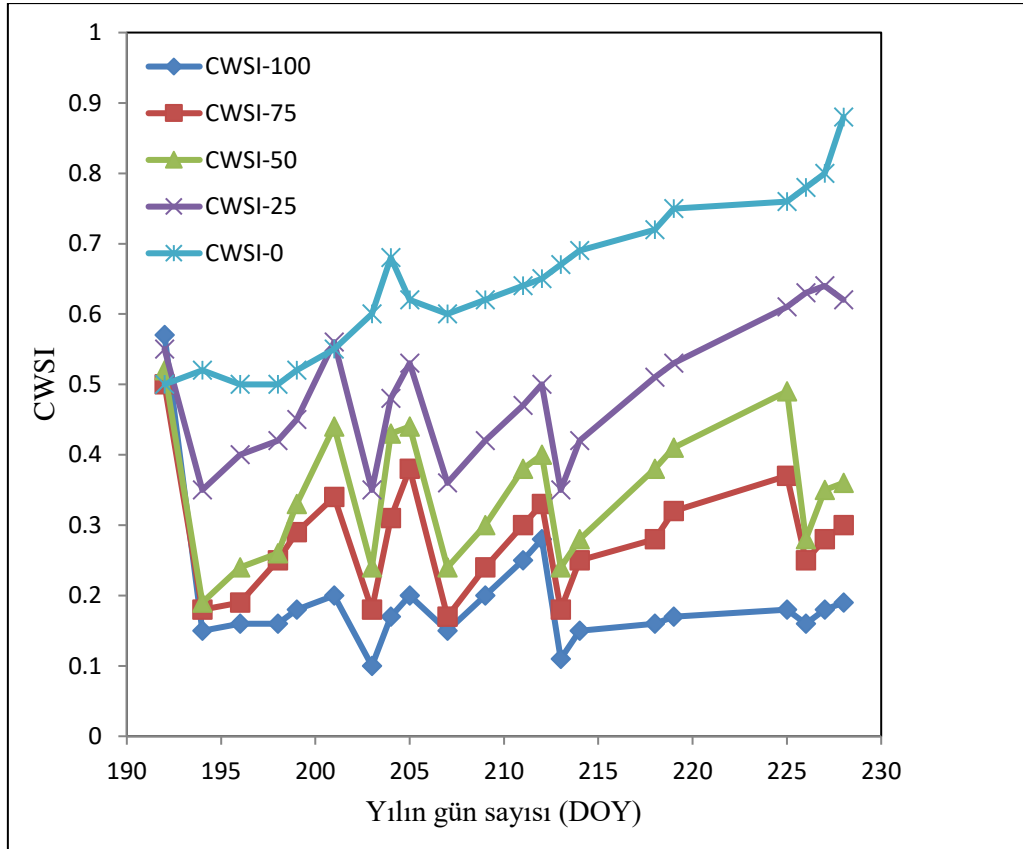


Şekil 4.4. Maksimum ve minimum stres koşullarında taç-hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) ve buhar basıncı açığı (VPD) ilişkisi

Denemede CWSI değerleri irdelendiğinde sulamadan sonra yapılan ölçümlerin sulama öncesine oranla daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Şekil 4.5'teki veriler incelendiğinde, 205. takvim gününden önce, S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konularında CWSI değerleri sırayla 0,2; 0,38; 0,44 ve 0,53 değerlerine ulaşmış, fakat sulama sonrası S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 konularındaki CWSI değerleri sırasıyla 0,15; 0,17; 0,24 ve 0,36 değerlerine düşmüştür.

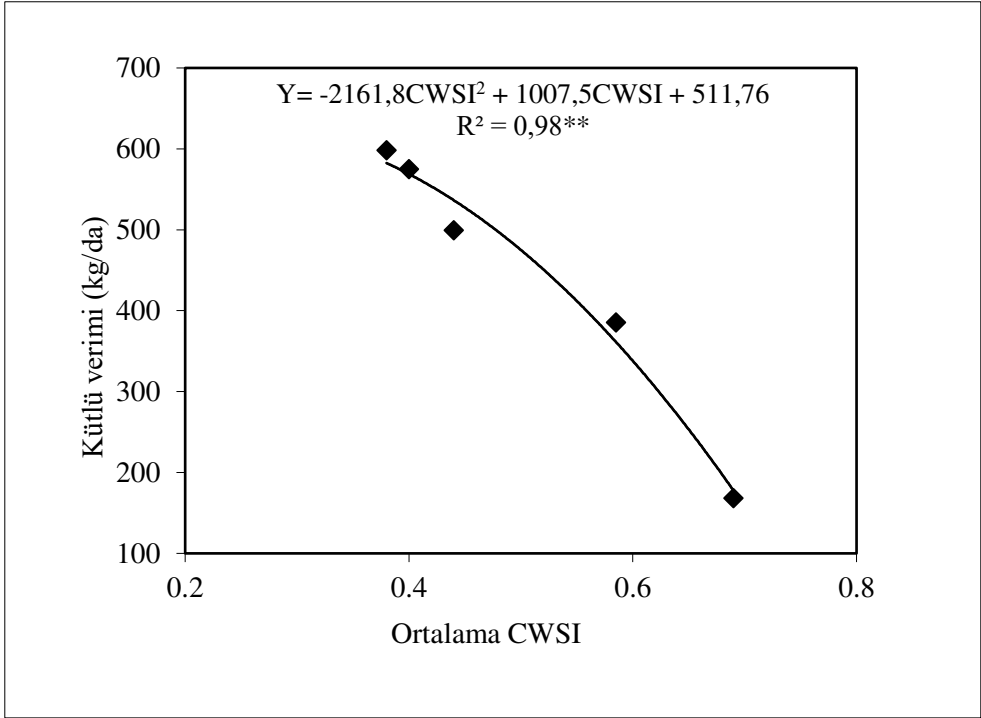
Denemede tüm üretim sezonu boyunca ortalama CWSI değerleri S_1 sulama konusunda 0,38; S_2 sulama konusunda 0,40; S_3 sulama konusunda 0,44; S_4 sulama

konusunda 0,58 ve S₅ sulama konusunda ise 0,69 olarak belirlenmiştir. Sulama yapılan dönemlerde kullanılabilir su miktarlarındaki azalma, CWSI değerlerinin artmasına sebep olmuştur.



Şekil 4.5. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinde infrared termometre ölçümleriyle hesaplanan CWSI değerlerinin zamana göre değişimi

Şekil 4.6'da pamukta farklı sulama konularındaki kütlü verimleri ve CWSI değerleri arasındaki ilişki verilmiştir. Ortalama CWSI ile kütlü verim değerleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan ikinci derecede önemli (polinomiyal) ($p < 0.01$) bulunmuştur.



Şekil 4.6. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinin kütlü verimi ile ortalama CWSI ilişkisi

Tüm sulama konuları birlikte irdelendiğinde, sulama zamanına karar vermede en yüksek pamuk kütlü veriminin ortaya çıktığı S_1 konusunda sulamadan önce meydana gelen yaklaşık 0,22’lik CWSI değerinin ölçüt olarak alınabileceğini söylemek mümkündür. Ancak su kaynaklarının kısıtlı olduğu koşulda, S_1 konusunda su stresinin daha fazla olmasına karşılık, verimin daha fazla olması nedeniyle de S_2 konusunun önerilebileceğini göstermektedir. Bu koşulda daha az su kullanılarak (%25 tasarruf) ikinci en yüksek pamuk verimi sağlayan ve $CWSI=0,36$ olarak saptanan S_2 deneme konusu önerilebilir.

Howell vd. (1984), pamukta sulama öncesi CWSI değerlerinin 0,30-0,50 arasında değiştiğini vurgulamışlardır. Kaçar (2007) tarafından Çukurova şartlarında yetiştirilen pamukta farklı su ve gübre miktarlarının verimde çok büyük farklılıklar yaratmadığını, bu nedenle de I_3 konusunda ortaya çıkan 0,30 CWSI değerinin stres eşik düzeyi olarak kabul edilebileceğini belirtmiştir.

Diğer taraftan Harran Ovası koşullarında pamuğun tüm yetiştirme mevsimi boyunca yapılan infrared termometre ölçümlerinden elde edilen ortalama CWSI değerlerinin susuz konuda 0,73 iken tam sulama konusunda ise 0,21 olarak saptanmıştır (Kırnak vd., 2005). Aynı şekilde Antalya koşullarında yürütülen bir başka çalışmada ise, farklı sulama konularında CWSI’de meydana gelen değişim incelenmiş ve pamuk bitkisi için sulama zamanına karar vermede 0,45’lik CWSI değerinin bir ölçüt olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Ödemiş ve Baştuğ, 1996).

4.8. Verim Bileşenleri

4.8.1. Koza sayısı

Çizelge 4.8’de koza sayısı değerlerini yönelik yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.8. Koza sayısı varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Tekerrür	2	3,600	1,800	1,385ns	4,460	8,650
Sulama konusu	4	152,400	38,100	29,308**	3,840	7,010
Hata	8	10,400	1,300			
Genel	14	166,400	11,886			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 4.8’deki varyans analizi sonuçları irdelendiğinde, tekerrürler arasındaki fark önemsiz iken, konular arasındaki fark $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna göre farklılığı saptamak için LSD testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Koza sayısına göre LSD gruplandırması

Konular	Koza sayısı (adet/bitki)
S ₁	14,0a
S ₂	13,0a
S ₃	12,0ab
S ₄	10,0b
S ₅	5,0c
LSD %5	2,148

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir

Su düzeyleri sonuçları incelendiğinde, ilk grupta, %100 ve %75 düzeyinde sulama suyu alan konuları yer alırken, son grupta yağışa dayalı susuz konu yer almıştır. Uygulanan sulama suyundaki azalmayla birlikte koza sayısında da azalma meydana gelmiştir. Önceki çalışmalarda da koza sayısının verimi etkileyen en önemli özellik olduğu belirlenmiş (Pettigrew, 2004), bununla birlikte koza sayısının su stresinden olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiştir (Hussein vd., 2011; Lokhande ve Reddy, 2014). Çukurova koşullarında farklı toprak serilerinde lizimetreler ile yapılan bir çalışmada, farklı sulama uygulamalarına göre koza sayılarının ortalama 4,5–10,4 arasında değiştiği bildirilmiştir (Kanber, 1977). Bilgel (1996), Harran Ovası'nda karık sulama yöntemi ile farklı su düzeylerinde koza sayılarının 10–20 arasında; Özbek (2000) ise Nazilli koşullarında bu değerlerin 14,1–14,8 arasında değiştiğini bildirmiştir. Aydın koşullarında yapılan çalışmalarda ise koza sayıları, bitki başına 6,1–15,6; 5,9–16,6 ve 15,0–17,0 adet olarak saptanmıştır (Dağdelen vd., 2005b; Başal vd., 2009; Dağdelen vd., 2012).

4.8.2. Tek Bitki Verimi

Denemede tek bitki verimine yönelik varyans analizi Çizelge 4.10'da LSD gruplandırması ise Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Tek bitki verimi varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Tekerrür	2	130,800	65,400	9,835**	4,460	8,650
Sulama konusu	4	6980,400	1745,100	262,421**	3,840	7,010
Hata	8	53,200	6,650			
Genel	14	7164,400	511,743			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 4.10'dan görüldüğü üzere hem tekerrürler hem de sulama konuları $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çalışmada tek bitki verimi 23-84 g arasında değişmiş ve toplamda 5 farklı oluşmuştur. En yüksek tek bitki veriminin elde edildiği S₁ konusu birinci grupta, en düşük değer ise son grubu oluşturan S₅ konusundan elde edilmiştir. Elde edilen tek bitki verimleri sonuçları, Akçay ve Dağdelen 2018'de verilen sonuçlar ile uyumluluk içerisindedir.

Çizelge 4.11. Tek bitki verimine göre LSD gruplandırması

Konular	Tek bitki verimi (g)
S ₁	84,0a
S ₂	77,0b
S ₃	68,0c
S ₄	54,0d
S ₅	23,0e
LSD %5	4,858

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir

4.8.3. Koza Kütlü Ağırlığı

Araştırmadan elde edilen koza kütlü ağırlıkları varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12'de, LSD gruplandırmaları ise Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.12. Koza kütlü ağırlığı varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Tekerrür	2	0,484	0,242	16,690**	4,460	8,650
Sulama konusu	4	3,804	0,951	65,586**	3,840	7,010
Hata	8	0,116	0,015			
Genel	14	4,404	0,315			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 4.15'te görüldüğü üzere araştırmada gerek tekerrürler gerekse de sulama konuları arasında $p < 0,01$ düzeyinde önemli fark tespit edilmiştir. Sulama seviyelerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde, ilk grupta, tam sulama yapılan S₁ konusu yer almıştır (Çizelge 4.13). Genel olarak %75 ve diğer azalan oranda sulama suyu uygulanan konulardan daha düşük koza kütlü ağırlığı elde edilmiştir. En düşük koza kütlü ağırlığı ise yağışa dayalı susuz konudan elde edilmiştir. Aydın Ovası koşullarında daha önce yapılan çalışmalar irdelendiğinde, farklı su düzeyleri ve damla sulama yöntemi uygulanan pamukta koza ağırlıkları ortalama 3,51-6,18 gram olarak belirlemişlerdir (Başal vd., 2009; Dağdelen vd., 2012). Pettigrew (2004) farklı su dozu uygulanan pamukta kütlü ağırlıklarında herhangi bir değişim olmadığını bildirmiş olmasına karşın, Önder (2009) su dozlarındaki artışın kütlü ağırlığını olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Bu sonuçların yanında pamukta kütlü ağırlığının su dozundaki artıştan olumsuz yönde etkilendiği de yapılan bazı çalışmalarda gözlenmiştir (Alishah ve Ahmadikhah, A., 2009; Wang vd., 2016).

Çizelge 4.13. Koza kütlü ağırlığı değerlerine göre LSD gruplandırması

Konular	Koza kütlü ağırlığı (g)
S ₁	6,0a
S ₂	5,9ab
S ₃	5,7b
S ₄	5,4c
S ₅	4,6d
LSD %5	0,227

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir

4.8.4. Çırçır randımanı

Araştırmada çırçır randımanına yönelik varyans analizi Çizelge 4.17’de, LSD gruplandırması ise Çizelge 4.18’de sunulmuştur. Çizelgeden de görüldüğü gibi araştırmada gerek tekerrürler gerekse de sulama konuları arasındaki farkın $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Çırçır randımanı varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Tekerrür	2	10,468	5,234	9,989**	4,460	8,650
Sulama konusu	4	18,336	4,584	8,748**	3,840	7,010
Hata	8	4,192	0,527			
Genel	14	32,996	2,357			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 4.15. Çırçır randımanına göre LSD gruplandırması

Konular	Çırçır randımanı (%)
S ₁	44,0a
S ₂	43,2ab
S ₃	42,0bc
S ₄	41,5c
S ₅	41,0c
LSD %5	1,364

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir

Çizelge 4.15 incelendiğinde, çırçır randımanı değerlerinde 4 farklı grup ortaya çıktığı görülmüştür. Sulama suyu miktarlarında meydana gelen artışın çırçır randımanında da artışa neden olduğu ortaya çıkmış, en yüksek değerlerin tam sulama konularında meydana geldiği görülmüştür. Pamukta su düzeyi ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda, su kısıntısı olmadığı durumlarda olgunluk süresine paralel olarak tohum ağırlığında meydana gelen artışın çırçır randımanını da

arttıracakı bildirilmiştir (Ertek ve Kanber, 2003; Başal vd., 2009). Bununla birlikte Şahin (2000) ile Hussein vd. (2011) çırçır randımanının su kısıtından etkilendiğini, Önder vd. (2009) ise su düzeyindeki artıştan olumlu yönde etkilendiği sonucuna ulaşmıştır. Güleriyüz ve Özkan (1993), Antalya koşullarında farklı sulama yöntemlerini uyguladıkları çalışmalarında karık sulamada %41,42'lik çırçır randımanına karşılık damla sulamada %42,06'lık çırçır randımanı elde etmişlerdir. Özkara ve Şahin (1993) ise çırçır randımanı değerlerinin %43– 44 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Yüzey sulama yöntemleri ile sulanan pamukta yapılan çalışmalarda çırçır randımanı değerleri Dağdelen vd. (1998)'de %44 – 45 arasında, Dağdelen vd. (2005b)'nde ise %41,6 – 44,3 arasında bulunmuştur. Yine aynı bölgede damla sulama yöntemiyle yapılan bir çalışmada ise çırçır randımanı %39,96–40,02 arasında olmuştur (Dağdelen vd., 2009c). Bunun yanında, kısıtlı su koşullarında yapılan çalışmalardan Yılmaz (1999) bu değerleri %43–45 arasında, Sezgin (2001) ise %39,8– 41,7 arasında bulmuştur. Aydın Ovası koşullarında farklı yıllarda iklimsel değişiklikler gözlenmesi, farklı sulama yöntemlerinin kullanılması ve sulama programlarının farklı olması gibi etkenler çırçır randımanlarındaki değişikliklerin nedeni olarak gösterilebilir.

4.8.5. Yüz Tohum Ağırlığı

Çalışmada yüz tohum ağırlığına yönelik varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Yüz tohum ağırlığı varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Tekerrür	2	0,007	0,004	0,161ns	4,460	8,650
Sulama konusu	4	3,124	0,781	36,028**	3,840	7,010
Hata	8	0,173	0,022			
Genel	14	3,304	0,236			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 4.16 incelendiğinde, tekerrürler arasında önemli bir farklılık söz konusu olmazken, su düzeyleri farkı $p<0,01$ bulunmuştur. Konular arasındaki farkı belirlemek için LSD testi yapılmış ve bulgular Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Yüz tohum ağırlığı LSD gruplandırılması

Konular	Yüz tohum ağırlığı (g)
S ₁	9,66a
S ₂	9,52a
S ₃	9,22b
S ₄	8,92c
S ₅	8,38d
LSD _{%5}	0,277

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir

Çizelge 4.17'ye bakıldığında uygulanan konulara bağlı olarak elde edilen 100 tohum ağırlığı değerleri 8,38-9,66 gram arasında değişiklik göstermiştir. Araştırma süresi boyunca en yüksek 100 tohum ağırlığı değerleri %100 konularında meydana gelmiş, su kısıtında meydana gelen değişime bağlı olarak yüz tohum ağırlığı değerlerinde de azalma olmuştur. Türkiye koşullarında yetiştirilen pamuk çeşitlerinde yüz tohum ağırlıkları 8–13 gram arasında değişim göstermiştir (Aydemir, 1982). Bunun yanında, Aydın koşullarında bu değerler uygulanan sulama programları ve sulama yöntemlerine bağlı olarak değişmiş; bu değerler sırasıyla Sezgin (2001) tarafından 9,80–11,24 gram; Dağdelen vd. (2005b) tarafından 9,31-11,20 gram; Dağdelen vd. (2012) tarafından 9,47-10,80 gram ve Dağdelen vd. (2009c) tarafından ise 9,91-13,13 gram olarak belirlenmişlerdir.

4.9. Lif Kalite Özellikleri

4.9.1. Lif İnceliği

Çalışmada lif inceliğine yönelik varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Lif inceliği varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Tekerrür	2	0,016	0,008	2,267ns	4,460	8,650
Sulama konusu	4	0,466	0,117	32,264**	3,840	7,010
Hata	8	0,029	0,004			
Genel	14	0,511	0,037			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 4.18 incelendiğinde, konular arasındaki fark $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Buna göre, lif inceliğindeki değişimi görmek amacıyla LSD testi yapılmıştır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.19. Lif inceliğine göre LSD gruplandırılması

Konular	Lif inceliği (micronaire)
S ₁	4,76a
S ₂	4,73a
S ₃	4,59b
S ₄	4,46c
S ₅	4,28d
LSD %5	0,113

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir

Çizelge 4.19 incelendiğinde, su düzeylerine göre 4 farklı grup olduğu ortaya çıkmış, tam sulama koşulları birinci grupta, %50 su kısıtı uygulanan konu ise ikinci grupta yer almıştır. Lif inceliği en düşük olan ise hiç su verilmeyen konu olarak belirlenmiştir. Lif inceliğinin farklı sulama uygulamalarında ortaya çıkabileceği bu konuda yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Hussein vd., 2011; Karademir vd., 2011; Rai, 2011; Sobrinho vd., 2015). Güteryüz ve Özkan (1993) lif inceliğini karık sulama yönteminde 4.49 mic. damla sulama yönteminde ise 4.63 mic. olarak bulmuştur. Yine Kanber (1977)'e göre lif inceliği değerleri 3.3 – 4.1 mic. arasında değişmiştir. Bununla birlikte, Aydın koşullarında farklı sulama yöntemlerine göre sulama yapıldığında lif inceliği değerlerinin 3.90-5.56 mic. arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir (Özkara ve Şahin, 1993; Dağdelen vd., 1998; Yılmaz, 1999; Sezgin, 2001; Dağdelen vd., 2005b; Dağdelen vd., 2009a;

Dağdelen vd., 2012). Diğer taraftan çalışmadan elde edilen lif inceliği değerleri, Akçay ve Dağdelen 2018' de verilen sonuçlar ile uyumluluk göstermektedir.

4.9.2. Lif Uzunluğu

Deneme yılında lif uzunluğuna yönelik varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Lif uzunluğu varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Tekerrür	2	0,830	0,415	0,969ns	4,460	8,650
Sulama Konusu	4	34,960	8,740	20,416**	3,840	7,010
Hata	8	3,425	0,428			
Genel	14	39,214	2,801			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 4.20'ye bakıldığında, tekerrürler arasındaki fark önemsiz iken, sulama konuları arasındaki fark $p < 0,01$ olarak belirlenmiştir. Buna göre lif uzunluğundaki değişimleri izleyebilmek amacıyla LSD testi uygulanmıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Lif uzunluğuna göre LSD gruplandırılması

Konular	Lif uzunluğu (mm)
S ₁	30,34a
S ₂	30,10a
S ₃	28,58b
S ₄	27,53bc
S ₅	26,31c
LSD %5	1,232

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir

Lif uzunluğu değerleri sulama konularına göre 26,31-30,34 mm arasında değişim göstermektedir. Sulama düzeylerinde artışa paralel olarak lif uzunluğu değerlerinde de artış göstermiştir. Pamukta su stresi ile ilgili yapılan birçok

çalışmada lif uzunluğunun su stresine bağlı olarak olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiştir (Pettigrew 2004; Hussein vd., 2011; Karademir vd. 2011; Papastylianou vd. 2014). Bunun yanında, Kanber (1977), Tarsus koşullarında farklı toprak serileri ve sulama uygulamalarında lif uzunluğu değerinin 25,7–29,6 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Yine Antalya koşullarında Nazilli 84 pamuk çeşidinde yapılan bir çalışmada (Güleryüz ve Özkan, 1993) karık sulamada 28,9 mm lif uzunluğu elde edilmiş; Ege bölgesinde Özkara ve Şahin (1993) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise bu değer ortalama 26,5–29,3 mm arasında olduğu belirlenmiştir. Yine lif uzunluğu ile ilgili yapılan Aydın koşullarında yürütülen çalışmalarda bu değerler sırasıyla Dağdelen vd. (1998) tarafında 28–30 mm; arasında belirlenirken yine aynı bölge koşullarında bu değerler sırasıyla 28,8–29,9 mm; 26,4–30 mm ve 27–29 mm arasında tespit edilmiştir (Sezgin, 2001; Dağdelen vd., 2005b ve Dağdelen vd., 2009c).

4.9.3. Lif Mukavemeti

Lif mukavemetine yönelik varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Lif mukavemeti varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Tekerrür	2	0,177	0,089	0,222ns	4,460	8,650
Sulama konusu	4	3,271	0,818	2,051ns	3,840	7,010
Hata	8	3,189	0,399			
Genel	14	6,637	0,474			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 4.22 izlendiğinde, konular arasındaki fark önemsiz olarak belirlenmiştir. Buna göre lif mukavemeti ile ilgili ortalama değerler Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Lif mukavemetine göre ortalama değerler

Konular	Lif mukavemeti (g/tex)
S ₁	31,20
S ₂	30,46
S ₃	29,96
S ₄	30,96
S ₅	30,16

Çalışmada, lif mukavemeti değerleri 29,96-31,20 g/tex arasında değişiklik göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da sulama düzeyi ile lif mukavemeti arasında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Stiller vd. (2005) ve Pettigrew (2004)' de lif dayanıklılığının farklı su düzeylerinden etkilenmediği; Booker vd. (2006)'da ise su düzeyindeki azalmaya karşı lif dayanıklılığının denemenin yürütüldüğü iki yıldan birinde arttığı, diğer yılda ise su düzeyinden etkilenmediğini belirtmişlerdir. Constable ve Hodgson (1990)'ın farklı yöntemlerin pamuk verim ve kalitesine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, sulama yöntemlerinin lif dayanımını etkilemediğini bildirmişlerdir. Bölgemizde yapılan çeşitli çalışmalarda sulama konularının lif mukavemetine önemli bir etkisi olmadığı, kütlü kalite özelliklerine göre ise elde edilen liflerin sağlam ve çok sağlam gruplarında yer aldıkları ortaya çıkmıştır (Özkara ve Şahin, 1993; Dağdelen vd., 1998; Yılmaz, 1999; Sezgin, 2001; Dağdelen vd. 2009c; Akçay ve Dağdelen, 2018).

4.9.4. Üniformite

Üniformite değerlerine yönelik varyans analizi Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24. Üniformite değerleri varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Tekerrür	2	1,225	0,613	1,509ns	4,460	8,650
Sulama konusu	4	15,724	3,931	9,682**	3,840	7,010
Hata	8	3,248	0,406			
Genel	14	20,197	1,443			

ns : Fark önemsiz

* : %5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : %1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 4.24 incelendiğinde, sulama konuları arasındaki fark $p < 0,01$ olarak tespit edilmiştir. Buna göre üniformite değerlerinde oluşan değişimleri izlemek için LSD testi yapılmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Üniformite değerlerine göre LSD gruplandırılması

Konular	Üniformite (%)
S ₁	85,36a
S ₂	84,76ab
S ₃	83,60bc
S ₄	83,00c
S ₅	82,70c
LSD _{%5}	1,200

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir

Araştırma yılında bu değerler %82,70-85,36 arasında değişiklik göstermiştir. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında; su stresine bağlı olarak üniformite değerinin azaldığı (Başal vd., 2009), bunun yanı sıra diğer bazı çalışmalarda ise su stresinin üniformite değerine herhangi bir etki yapmadığı vurgulanmıştır (Hussein vd., 2011; Karademir vd., 2011; Rai, 2011).

4.9.5. Uzama Katsayısı

Uzama katsayısı varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Uzama katsayısı varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo Değeri	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	1,008	0,504	7,675*	4,460	8,650
Sulama Konusu	4	1,991	0,498	7,579**	3,840	7,010
Hata	8	0,525	0,066			
Genel	14	3,524	0,252			

ns : Fark önemsiz

* : % 5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : % 1 Alfa seviyesinde fark önemli

Yukarıdaki çizelge incelendiğinde gerek tekerrürler gerekse de konular arasındaki fark sırasıyla $p<0,05$ ve $p<0,01$ olarak önemli bulunmuştur. Bu nedenle uzama katsayısındaki değişimleri belirlemek amacıyla konulara LSD testi uygulanmıştır (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.27. Uzama katsayısı değerlerine göre LSD gruplandırılması

Konular	Uzama katsayısı (elg)
S₁	6,70a
S₂	6,43ab
S₃	6,20bc
S₄	5,86cd
S₅	5,70d
LSD_{%5}	0,483

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir

Çalışmada, uzama katsayısı değerleri 5,70-6,70 elg. arasında değişiklik göstermiştir. Daha önce uzama katsayısı ile ilgili yapılan çalışmalarda, su düzeyinin lif esnekliğine herhangi bir etkisinin olmadığı (Başal vd., 2009; Hussein vd., 2011), bununla birlikte farklı sulama programlarının uzama katsayısına pozitif yönde etki ettiği belirtilmiştir (Sobrinho vd., 2015).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Büyük Menderes Havzasında, Aydın koşullarında pamuk yetiştiriciliğinde infrared termometre değerleri kullanılarak bitki su stres indeksinin (CWSI) belirlenmesi ve bu indeksin sulama programlaması ve verim tahmininde kullanım olanakları araştırılması amacıyla 2018 yılında yürütülen bu çalışma sonucunda belirlenen bulgular ve öneriler aşağıda belirtilmiştir.

Araştırmada, damla sulama yöntemi uygulanmış ve farklı 5 su düzeyi kullanılmıştır. Yetiştirme mevsimi içerisinde konulara toplam 7 sulama uygulaması yapılmıştır.

Pamukta su seviyelerin yapılan değişiklik kütlü verimine etki etmiştir. Ortalama değerler incelendiğinde kütlü verimleri 168,5-598,5 kg/da arası değişiklik göstermiştir. Denemenin yapıldığı yıla ilişkin en yüksek verim su kısıntısı yapılmayan ve %100 düzeyinde su uygulanan S₁ konusundan ortalama 598,5 kg/da olarak bulunmuştur.

Pamuk kütlü verim değerleri incelendiğinde bölgede en uygun sulama programının, sulama suyu kısıntısının olmadığı koşulda, yani tam su uygulanan S₁ konusunda olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, su kaynağında bir kısıt uygulanmak zorunda kalındığı koşullarda, %25 oranında su tasarrufu yapılan ve verim azalması (%3,90 verim azalması) en az olan konu %75 düzeyinde sulama suyu uygulanan S₂ konusu; su kaynağının kısıtlı olduğu şartlarda önerilebilir.

Araştırmada farklı dozlarda su uygulanan konularda elde edilen sulama suyu miktarları 154-616 mm arasında değişiklik göstermektedir. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri irdelendiğinde, bu değerlerin 195-801 mm arasında farklılık gösterdiği, en yüksek değerin ise S₁ konusundan elde edildiği ortaya çıkmıştır.

WUE değerleri, 0,747-1,120 kg/m³; IWUE değerleri ise 0,972-2,503 kg/m³ arasında değişmiştir. En yüksek WUE ve IWUE değerleri %25'lik su uygulanmış olan S₄ konusundan, en düşük WUE ve IWUE değerleri su kısıntısı yapılmayan S₁ konusundan elde edilmiştir.

Sulama suyu-kütlü verim değerleri ile bitki su tüketimi-kütlü verim değerleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan ikinci derecede önemli (polinomiyal) (p<0,01) olarak bulunmuştur.

Çalışmada uygulanan farklı damla sulama düzeyleri pamukta bazı agronomik ve lif kalite özellikleri (koza sayısı, koza kütlü ağırlığı, tek bitki verimi, çırpır randımanı, lif inceliği, yüz tohum ağırlığı, lif uzunluğu, lif mukavemeti, üniformite ve uzama katsayısı) üzerinde etkili olmuştur.

Çalışmada, ortalama CWSI değerleri ile pamuk kütlü verimleri arasında istatistiksel açıdan ikinci derecede önemli (polinomiyal) ($p<0,01$) bulunmuştur. Farklı sulama düzeyleri beraber incelendiğinde, kütlü veriminin en yüksek olduğu S_1 konusunda, sulamalardan önce elde edilen 0,22'lik CWSI değerinin, sulama zamanına karar vermede baz alınabileceği söylenebilir. Ancak su kaynaklarının kısıtlı olduğu koşulda, S_1 konusundan biraz daha fazla strese uğramasına rağmen verimin daha yüksek olması da S_2 konusunun önerilebileceğini göstermektedir. Bu koşulda daha az su kullanılarak (%25 tasarruf) ikinci en yüksek pamuk verimi sağlayan ve CWSI=0,36 olarak saptanan S_2 deneme konusu önerilebilir.

Yapılan çalışma neticesinde yöremize adapte olan erkenci ve geççi pamuk çeşitlerinde kullanılan damla sulama uygulamalarında farklı su kısıtları; lateral aralıkları ve toprak derinlikleri dikkate alındığında; pamuk verimi, lif kalitesi ve CWSI değerlerinin tespit edilmesi daha sonraki aşamalarda yapılması gereken çalışmalar olduğu ortaya çıkmıştır. Buradan tespit edilecek olan sonuçların su kaynaklarının en iyi şekilde kullanımı açısından planlamacıların elinde önemli bir veri kaynağı oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., Aktaş, M.E., Mokhaddam, A.F., Özcan, K., 1994. Tarist an Agrostatistical Packageprogramme for Personel computer. E.Ü.Z.F. **Tarla Bitkileri Kongresi**, İzmir, Turkey.
- Akçay, S., Dağdelen, N. 2017. Water productivity and fiber quality parameters of deficit irrigated cotton in a semi-arid environment. **Fresenius Environmental Bulletin**, 26 (11):6500-6507.
- Akçay, S., Dağdelen, N., 2018. Effect of deficit irrigation on some agronomic traits of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars differing in maturity. **International Journal of Engineering Science Invention**. 7 (6: IV): 54-59.
- Aksoy, E., Aydın, G., Seferoglu, S. 1998. The important characteristics and classification of soils of the land of Agricultural Faculty, Adnan Menderes University. First Agricultural Conferance in Aegean Region, 7-11 September, Aydın, Turkey.
- Alishah, O., Ahmadikhah, A. 2009. The Effects of Drought Stress on Improved Cotton Varieties in Golesatn Province of Iran. **International Journal of Plant Production**, 3 (1).
- Anonim, 1995. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Aydın İl Müdürlüğü Çalışma Raporu, 1-2s., Aydın
- Anonim, 2018a. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü 2017 Yılı Pamuk Raporu.
- Anonim, 2018b. Aydın İli İklim Değerleri, Devlet Meteoroloji İşleri Aydın Bölge İstasyonu Kayıtları, Aydın.
- Anonim, 2018c. Aydın İli Tarım Master Planı. Aydın Tarım İl Müdürlüğü, Aydın.
- Aydemir, M., 1982. Pamuk Islahı Yetiştirme Tekniği ve Lif Özellikleri, Tarım ve Orman Bakanlığı Nazilli Pamuk Araştırma Enst. Yayın No:33, İzmir.
- Ayyıldız, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri, A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No:879, A.Ü. Basımevi, 282s., Ankara
- Barbosa, B., Venteka, R., Vieira, P., 1995. Moisture Stress Quantification in a Cotton Crop with Infrared Thermometer. **Revista Brasileira Agrometeorologia**, Santa Maria, V. 3, p. 45-51

- Başal, H., Dağdelen, N., Ünay, A., Yılmaz, E., 2009. Effects of Deficit Drip Irrigation Ratios on Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Yield and Fiber Quality. **J. Agron. Crop Sci.** vol: 195(1), pp. 19-29.
- Bilgel, L. 1996. The determination of first and last irrigation times of cotton in Harran Plain. Institute of Sanliurfa. General Publication No: 88. pp 62.
- Birgöl, H., Şimşekli, F., Şahin, M., Yahlizde, M., Ulutaş, Y., 2008 Pamuk Yetiştiriciliği Semineri. Suroç İlçe Tarım İl Müdürlüğü, Şanlıurfa.
- Booker, J.O., Bordovsky, J., Lascano, R.J. ve Segarra, E., 2006. Variable rate irrigation on cotton lint yield and fiber quality. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf., San Antonio, Texas. January 3-6, 2006.
- Bouyoucous, W.S., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. **Argon. J.** Vol. 43, pp:434-448
- Cave, J. 2013. Cotton lint yield, fiber quality, and water-use efficiency as influenced by cultivar and irrigation level. Master of Sciences, Texas Tech University, USA. p. 192.
- Constable, G. A.ve Hodgson, A. S., 1990. A Comparison of Drip and Furrow Irrigated Cotton on a Cracking Clay Soil, 3: Yield and Quality of Four Cultivars. **Irrigation Science** 11(3), 149-113.
- Çetin, Ö., Bilgel, L., 2002. Effects of Different Irrigation Methods on Shedding and Yield of Cotton. **Agricultural Water Management**, 54, 1-15.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., Baş, S., 1998. Son Su Uygulama Zamanının Pamuk Kalitesi ve Bazı Verim Özellikleri Üzerine Etkisi, **Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi** Cilt:2 7-11 Eylül 1998, Aydın, s.93-101.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., Gürbüz, T., Akçay, S., 2005a. Effects of Different Trickle Irrigation Regimes on Cotton(*Gossypium hirsutum* L.) yield in Western Turkey. **Pakistan of Biological Sciences**, Vol. 8, IS-10, PS. 1387-1391.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., Gürbüz, T., 2005b. Karık Yöntemiyle Sulanan Pamukta Farklı Sulama Düzeylerinin Kütlü Kalitesi ve Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi. IV.GAP Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, p. 1651-1658, Şanlıurfa.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., Gürbüz, T., 2006. Water-Yield Relation and Water Use Efficiency of Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) and Second Crop Corn (*Zea Mays* L.) in Western Turkey. **Agric. Water Manag.** 82:63-85.

- Dağdelen, N., Başal, H., Yılmaz, E., Gürbüz, T., Akçay, S., 2009a. Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. **Agric. Water Manag.** 96:111-120.
- Dağdelen, N., Sezgin, F., Gürbüz, T., Yılmaz, E., Akçay, S., Yeşilırmak, E. , 2009b. Yield and Water Use Efficiency of Drip Irrigated Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) at Different Irrigation Intervals and Watering Regimes, **Philippine Agricultural Scientist**, Vol: 92(2), pp. 193-200.
- Dağdelen, N., Sezgin, F., Gürbüz, T., Yılmaz, E., Akçay, S. , 2009c. Farklı Sulama Aralığı ve Sulama Düzeylerinin Pamukta Bazı Verim Özellikleri ve Lif kalitesi Üzerine Etkisi. **ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**. 6(1):53-61.
- Dağdelen, N., Başal, H., Gürbüz, T., 2012. Aydın Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Erkenci ve Geççi Pamuk Genotiplerinin Su Stresine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, ZRF-11014 Nolu Proje.
- Destici, H. 2000. Pamuk Yetiştiriciliğinde Toprak İşleme ve Ekim Uygulamaları. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 13-15s., Aydın.
- Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. Yield Response to Water, **FAO Irr. and Drain. Paper**, No: 33, FAO, Rome, s.193.
- Erdem, T., Orta, A.H., Erdem, Y., Okursoy, H. 2005. Crop water stress index for potato under furrow and drip irrigation system, **Potato Research Journal**, 48, 49-58.
- Erdem, Y., Erdem, T., Orta, A.H., Okursoy, H. 2006a. Canopy-air temperature differential for potato under different irrigation regimes, **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science**, 56(3), 206-216.
- Erdem, Y., Şehirali, S., Erdem, T., Kenar, D. 2006b. Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 30(3), 195-202.
- Erdem, T., Erdem, Y., Orta, A.H., Okursoy, H. 2006c. Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.), **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 30(1), 11-20.
- Erdem, T., Erdem, Y., 2010. Sulama Zamanı Planlanmasında Bitkiye Dayalı Ölçüm Tekniklerinden: İnfrared Termometre Tekniği. **Tarla Sera Dergisi**, 2:65-69.

- Ertek, A., Kanber, R., 2000. Pamukta Uygun Sulama Dozu ve Aralığının Pan-evaporasyon Yöntemiyle Belirlenmesi. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 24(2):293-300.
- Ertek, A., Kanber, R., 2001. Damla yöntemiyle sulanan pamukta farklı sulama programlarının bitki gelişmesine etkileri. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 25, 415-425.
- Ertek, A., Kanber, R. 2003. Effects of Different Irrigation Programs on The Lint Out-Turn of Cotton under Drip Irrigation. **KSU J. Science and Engineering** 6: 106-116.
- Gerik, T. J., K. L. Faver, P. M. Thaxton, and K. M. El-Zik, 1996: Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water use, and yield. **Crop Sci.** 36, 914-921.
- Grismer, M.E., 2002. Regional cotton lint yield, ET_c and water value in Arizona and California. **Agric. Water Manag.** 54, 227-242.
- Güleryüz, H. ve Özkan, B., 1993. Antalya Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemlerinin Pamuk Veriminin Etkilerinin Karşılaştırılması, Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı, Akdeniz Tarımsal Araştırma Enst., Yayın No:13, Antalya, s.73.
- Güngör, Y., Yıldırım, O., 1987. "Tarla Sulama Sistemleri" A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 1022-31, Ders Kitabı, Ankara.
- Güngör, Y., Erözel, Z., Yıldırım, O., 1996. Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1443. Ders Kitabı:424, 295s, Ankara.
- Gürbüz, T., Dağdelen, N., Yılmaz, E., Akçay, S.M., Yeşilirmak, E., Sezgin, F., 2010. Aydın Ovası Koşullarında Farklı Sulama Düzeylerinin Pamukta Verim ve Lif Kalitesi Üzerine Etkisi, I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, KSÜ, Kahramanmaraş, Poster, 27-29 Mayıs 2010 .
- Hodgson, A. S., G. A. Constable, G. R. Duddy, and I. G. Danieleles, 1992: A comparison of drip and furrow irrigated cotton on a cracking clay soil. II. Water-use efficiency water logging, root distribution and soil structure. **Irr. Sci.** 11, 143-148.
- Hızalan, E., Ünal. H., 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 278.
- Hussein, F., Janat, M., Yakoub, A. 2011. Assessment of yield and water use efficiency of drip- irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficitirrigation. **Exp. Agri.**, 9 (1): 121-128. Israel.

- Howell, T.A., Hatfield, J.L., Yamada, H., Davis, K.R., 1984. Evaluation of Cotton Canopy Temperature to Detect Crop Water Stress, **Trans. ASAE**, 27: 84-88.
- Howell, T.A., Cuence, R. H., Solomon, K.H. 1990. Crop yield response. In: Hoffman, G.J., et al., (Eds.) Management of Farm Irrigation Systems (pp. 93-122). **ASAE**, St. Joseph, MI.
- Howell, T.A., Yazar, A., Schneider, A.D., Dusek, D.A., 1992. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. **Transaction of ASAE**, Vol. 38(6) 1737-1747.
- Ibragimov, N., Evett, S.R., Esanbekov, Y., Kamilov, B.S., Mirzaev, L., Lamers, J., 2007. Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. **Agric. Water Manag** 90: 112-120.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, P.J. Reginato, R.J. Hatfield, J.L. 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. **Agric. Meteorol.**, 24, 45-55,
- Idso, S.B., 1982. Non-Water Stressed Baselines: A Key to Monitoring and Interpreting Plant Water Stress. **Agric. Meteorol.**, 27: 59-77.
- Jackson, M. L., 1962. Soil chemical analysis, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.S.
- Jackson, R.D., Idso, S.B., Reginato, R.J., Pinter, P.J., Jr., 1981. Canopy Temperature as a Crop Water Stress Indicator, **Water Resour. Res.**, 17: 1133-1138. 1981.
- Jackson, R.D., 1982. Canopy Temperature and Crop Water Stress. Advances in irrigation. Edited by Daniel Hillel Academic Press 1 43-85 New York London.
- Johnson, R. M., R. G. Downer, J. M. Bradow, P. J. Bauer, and E. J. Sadler, 2002: Variability in cotton fiber yield, fiber quality, and soil properties in a southeastern coastal plain. **Agron. J.** 94, 1305-1316.
- Kaçar, M.M., 2007. Farklı Su ve Gübre Sistemlerinin Pamuk Bitkisinde Su Stres İndeksinin Değişiminin İncelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Kanber, R., 1977. Çukurova Koşullarında Bazı Toprak Serilerinin Değişik Kullanılabilir Nem Düzeylerinde Yapılan Sulamaların Pamuğun Verim Ve Su Tüketimine Etkisi Üzerinde Bir Lizimetre Araştırması, (Doktora Tezi),

Köyışleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Su Genel Md. Yayın No:78, Rapor Yayın No: 33, Tarsus, s.169.

Kanber, R., Onder, S., Unlu, M., Koksall, H., Ozekici, B., Sezen, S.M., Yazar, A., Koc, K., 1996. Optimization of surface irrigation methods for cotton and comparison with siprunkler irrigation. Research Report No: 18, GAP Research Projects. Faculty of Agriculture Publication No: 155, Cukurova University, Adana, Turkey. pp 148.

Karaata, H.,1985. Harran Ovasında Pamuk Su Tüketiminin K.H.A.E. Genel Yayın No:24, Şanlıurfa.

Karademir, Ç., Karademir, E., Gençer, O. 2011. Yield and fiber quality of F1 and F2 generations of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under drought stress conditions. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, 17 (6): 795-805 pp.

Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Daccache, A., Mounzer, O., Rouphael, Y., 2006. Water use and lint yield response of drip irrigated cotton to length of irrigation season. **Agric. Water Manag.** 54, 227-242.

Kayam, Y., Beyazgül M., Yazar A., 2000. Infrared termometre tekniğinin tekniğinin pamuk sulamasında kullanım olanakları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Menemen Araştırma Enstitüsü. s. 29. İzmir.

Kırnak, H., Çopur, O., Doğan, E., 2005. Pamukta Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) İle Generatif ve Lif Teknolojik Özellikler Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. GAP IV. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, pp.1164-1169, Şanlıurfa.

Kodal, S., 2005. Sulama Ders Notları, “Sulama Zamanı Planlanması”, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.

Krieg, D.R. 1997. Genetic and environmental factors affecting productivity of cotton. Proc. **Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.** p: 1347.

Lokhande, S., Reddy, K., 2014. Reproductive and Fiber Quality Responses of Upland Cotton to Moisture Deficiency. Author Affiliations. Vol. 106, No. 3, p. 1060-1069.

McWilliams, D., 2004: Drought strategies for cotton. Cooperative Extension Service Circular 582 College of Agriculture and Home Economics (available on-line at :<http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/circulars>. Verified on 15 October 2007)

- Mert, M., 2005: Irrigation of cotton cultivars improves seed cotton yield, yield components and fibre properties in the Hatay region, Turkey. **Acta Agriculturae Scandinavica**, B. 55, 44-50.
- Millard, C.E., Turk, L.M. ve Foth, H.D., 1966. Fundamental of Soil Science, Fourt Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 491 p.
- Mills, C. I. 2010. Analysis Of Drought Tolerance And Water Use Efficiency In Cotton, Castor, And Sorghum, Plant And Soil Science, Texas Tech University, Lubbock - TX. pp. 203. (Doctoral Dissertation).
- Nielsen, D.C. Gardner, B.R. 1987. Scheduling irrigations for corn with the crop water stress index (CWSI). **Appl. Agric. Res.** 2:295-300.
- Olsen, S.R., Dean, L.A. 1965. Phosphorus. In: C. A. Black et al. Methods of Soil Chemical Analysis, Part 2, Agronomy 9: 1035-1049. **Am. Soc. of Argon**, Inc., Madison, Wisconsin.
- Orta, A.H. Erdem, T. Erdem, Y. 2001. İnfrared Termometre Tekniği ile Ayçiçeğinde Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) ve Sulama Zamanının Belirlenmesi, I. Ulusal Sulama Kongresi, 8-11 Kasım 2001, Antalya.
- Orta, A.H., Erdem, T., Erdem, Y. 2002. Determination of water stress index in sunflower, **HELIA**, 25(37), 27-38.
- Orta, A.H., Baser, İ., Şehirali, S., Erdem, T., Erdem, Y. 2004. Use of infrared thermometry for devepoling baseline equations and scheduling irrigation in wheat, **Cereal Research Communications**, 32(3), 363-370.
- Ödemiş, B., Baştuğ, R., 1996. İnfrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**. 23:1, 31-37.
- Önder, D., Akiscan, Y., Önder, S., Mert, M. 2009. Effect of different irrigation water level on cotton yield and yield components. **African Journal of Biotechnology**, Vol. 8 (8), pp. 1536-1544.
- Özbek, N., 2000. Farklı Pamuk Çeşitlerinde İlk Sulama Zamanlarının Bazı Agronomik ve Teknolojik Özellikler ile Koza Tutumuna Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Aydın.
- Özdemir Y., Dağdelen N., 2015. Aydın Bölgesinde Pamukta Topraküstü ve Toprakaltı Damla Sulama Uygulamalarının İrdelenmesi. **ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 12(2), 15- 24.
- Özkara, M., Şahin, A. 1993. Ege Bölgesinde Farklı Sulama Programlarının Nazilli-84 ve Nazilli-87 Pamuk Çeşidinin Verim ve Bazı Kalite

Özelliklerine Etkileri, Menemen Araştırma Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No:193, Menemen, s. 58.

Papastylianou, P., Argyrokastritis, I., 2014. Effect of limited drip irrigation regime on yield, yield components, and fiber quality of cotton under Mediterranean conditions. **Agricultural Water Management**, Vol. 142, p. 127-134.

Peterson, R.G., Calvin, L.D. 1965. Methods of Soil Analysis, **American Soc. Agronomy**, 9:63-65 p.

Pettigrew, W. T., 2004: Moisture deficit effect on cotton lint yield, yield components, and boll distribution. **Agron. J.** 96, 377-383.

Pinter, P.J., JR., Reginato, R.J., 1982. A Thermal Infrared Technique for Monitoring Cotton Water Stress and Scheduling Irrigations, **Trans. ASAE**, 25: 1651-1655.

Rai, E. 2011. Mechanism of Drought Tolerance in Cotton- Response of Cotton Cultivars to Irrigation in The Texas High Plains. Master of Science, Texas Tech University. USA. pp:97, Texas.

Reginato, R.J., 1983. Field Quantification of Crop Water Stress, **Trans. ASAE**, 26(3): 772-775/781.

Reginato, R.J., Howell, J., 1985. Irrigation Scheduling Using Crop Indicators. Journal of and Drainage Engineering **ASCE**, Vol. 111, No. 2,p: 125-133, Paper No: 19798.

Ritchie, G. L., C. W. Bednarz, P. H. Jost, and S. M. Brown, 2004: Cotton growth and development. Cooperative Extension Service and The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. Bulletin 1252.

Sezen, M.S, Yazar, A. Tekin, S. Eker, S. Kapur, B. 2011. Yield and quality response of drip-irrigated pepper under Mediterranean climatic conditions to various water regimes. **African Journal of Biotechnology** Vol. 10(8), pp. 1329-1339, 21.

Sezgin, F., 2001 Büyük Menderes Havzasında Pamuk Tarımında Kısıtlı Sulama Programı Uygulama Olanaklarının Belirlenmesi. 3. Ulusal Hidroloji Kongresi, 27-29 Haziran 2001, İzmir, s. 545-552.

Sezgin, F., Yılmaz, E., Dagdelen, N., Bas, S. 2001. Effect of different irrigation methods and water supply level application on water-yield relations in cotton growing. Third National Hyrology Congress, Univ. of September 9, June 27-29, İzmir, Turkey.

- Sobrinho, F., Guerra, H., Araujo, W., Pereira, J., Zonta, J., Bezerra, J., 2015. Fiber quality of upland cotton under different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental**. Vol. 19, no. 11, p. 1057-1063.
- Şahin, A. 2000. Melezleme ıslahı ile kuraklığa dayanıklı pamuk çeşitlerinin geliştirilmesi, Pamuk Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Yayınları. Nazilli.
- Türkeş, M. 2008. "Gözlenen iklim değişiklikleri ve kuraklık: Nedenleri ve geleceği", **Toplum ve Hekim**, 23, 97-107.
- Tüzel, İ.H., Ul, M.A., 2003. Pamuk Sulaması. Pamukta Eğitim Semineri, 14-17 Ekim 2003, İzmir, s. 83-92.
- Ul, M., Harputlu, C., 1999. Pamukta su ve verim ilişkileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Pamuk Özel Sayısı, 10-15s. İzmir.
- U.S. Salinity Lab. Staff., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, USDA Handbook No. 60. Madison, Wisconsin, p. 160.
- Ülgen, N., Yurtsever, N. 1984. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, Tarım Orman Ve Köy İşleri Bakanlığı, Toprak su Genel Müdürlüğü, Yayın No: 47, Ankara.
- Ünlü, M., Kanber, R., Koç, D.L., Tekin, S., 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. **Agricultural Water Management**, Vol. 54, Number 3, 189-203.
- Yılmaz, E., 1999. Büyük Menderes Ovasında Pamuk Bitkisinde Kısıtlı Sulama Uygulamasının Verim Ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisinin Araştırılması, (Doktora Tezi), Ege Üni. Fen Bil. Enst., İzmir.
- Wang, Y., Ji, S., Zhang, P., Meng, Y., Wang, R., Chen, B., Zhou, Z., 2016, Drought Effects on Cotton Yield and Fiber Quality on Different Fruiting Branches. **Crop Sci.** 56: 1-12.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Erdinç ERTEN
Doğum Yeri ve Tarihi : Mersin 14.05.1991

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl.
Yüksek Lisans Öğrenimi : Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü, TYS Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İLETİŞİM

E-posta Adresi : erdincerten@live.com