

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**BAZI PAMUK ÇEŞİTLERİNİN TARLA
KOŞULLARINDA SU KULLANIM
ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE İLİŞKİLİ
FİZYOLOJİK PARAMETRELERİN İNCELENMESİ**

Uğur ÇAKALOĞULLARI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu:501.12.00

Sunuş Tarihi: 16.01.2015

Bornova-İZMİR

2015

Uğur ÇAKALOĞULLARI tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Bazı Pamuk Çeşitlerinin Tarla Koşullarında Su Kullanım Etkinliklerinin Belirlenmesi ve İlişkili Fizyolojik Parametrelerin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilecek savunmaya değer bulunmuş ve 16.01.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR
Üye : Prof. Dr. Metin ALTINBAŞ
Üye : Doç. Dr. Lale AKTAŞ



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Bazı Pamuk Çeşitlerinin Tarla Koşullarında Su Kullanım Etkinliklerinin Belirlenmesi ve İlişkili Fizyolojik Parametrelerin İncelenmesi**” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

21 / 01 / 2014

Uğur ÇAKALOĞULLARI

ÖZET**BAZI PAMUK ÇEŞİTLERİNİN TARLA KOŞULLARINDA SU
KULLANIM ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE İLİŞKİLİ
FİZYOLOJİK PARAMETRELERİN İNCELENMESİ**

ÇAKALOĞULLARI, Uğur

Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR

Ocak 2015, 47 sayfa

Mevcut çalışma, Akdeniz iklim özelliği gösteren Bornova koşullarında, Ege Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü Deneme alanlarında, 2014/2015 pamuk yetiştirme sezonunda tam ve kısıtlı olmak üzere iki farklı sulama uygulaması ve vejetasyon süreleri birbirine yakın 10 farklı pamuk çeşidi ile yürütülmüştür. Denemede gerçekleştirilen sulama uygulamalarının; bitki boyu, toplam kuru ağırlık (TKA), kütlü verimi, lif verimi, bitkide koza sayısı, çırcır randımanı, SPAD değeri, kanopi sıcaklık depresyonu (KSD), prolin akümüasyonu, transpirasyona dayalı su kullanım etkinliği (SKE_{Tr}) ve agronomik su kullanım etkinliğinde (SKE_{Agr}) meydana getirdiği değişimler değerlendirilmiştir.

Kısıtlı sulama uygulaması, tüm verim parametrelerinde bir düşüşe neden olurken, MAY P 06 çeşidi toplam kuru ağırlık, ikinci el lif verimi, çırcır randımanı açısından öne çıkmıştır. Sulama kısıtlaması, SPAD değerinde ve prolin akümüasyonunda artış, KSD değerinde azalışa neden olmuştur. Ele alınan çeşitler arasında transpirasyon miktarında ki değişime benzer bir şekilde değişim gösteren TKA'dan dolayı, SKE_{Tr} açısından önemli bir farklılık gözlemlenmezken, çeşitlerin SKE_{Agr} 'i farklılık göstermiştir. FLASH çeşidi ise en yüksek agronomik su kullanım etkinliğine (SKE_{Agr}) sahip olmuş ve birim su artışını toplam lif verimine en iyi yansıtan bu çeşit ıslah çalışmalarında kullanılabilir nitelikte olduğu anlaşılmıştır. Bunun yanında, tarla koşullarında mikro-lisimetre yöntemi ile evaporasyon miktarları hesaplanmış ve bu yöntemin tarla koşullarında pratiğe aktarılması sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Su Kullanım Etkinliği, Pamuk, SKE, Lif verim, Kütlü verim, SPAD, kanopi sıcaklık depresyonu, mikro-lisimetre.

ABSTRACT**WATER USE EFFICIENCY OF SOME COTTON CULTIVARS
UNDER FIELD CONDITIONS AND ASSESMENT OF
RELATED PHYSIOLOGICAL PARAMETERS**

ÇAKALOĞULLARI, Uğur

MSc in Civil Eng.

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Özgür TATAR

January 2015, 47 pages

This study was conducted with two irrigation treatments (well irrigated and deficit irrigated) and 10 different cotton cultivars which have similar vegetation durations in experimental cite of Ege University at 2014/2015 growing periods. Two irrigation treatments were performed and differences in plant height, total dry weight, seed cotton yields, lint yields, boll number per plant, lint percentage, SPAD values, canopy temperature depression (CTD), proline accumulation, transpiration based water use efficiency (WUE_{Tr}) and agronomic water use efficiency (WUE_{Agr}) were evaluated.

Deficit irrigation treatment caused a reduction on all yield parameters and MAY P 06 was featured cultivar in terms of total dry weight, second picking lint yield, lint percentage and SPAD values. With performing deficit irrigation, SPAD values and proline accumulation were increased, but KSD values were decreased. Among the cultivars, there were no significant differences in WUE_{Tr} due to alteration of transpirations were similar to total dry weight in comparison to WUE_{Agr} . Cv. FLASH had maximum agronomic water use efficiency (WUE_{Agr}) and it can be useable in breeding programs. In addition, micro-lysimeter method has been well established in field conditions and evaporation in a single plot was successfully estimated.

Keywords: Water use efficiency, Cotton, WUE, Lint yield, Seed cotton yield, SPAD, canopy temperature depression, micro-lysimeter.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin konusunu belirleyen ve tez denemesinin kurulması, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında yardım ve desteklerini esirgemeyen, yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi, deneyim ve tavsiyelerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR' a teşekkürlerimi sunarım.

Tarla Bitkileri Bölümü imkânlarından yararlanmamı sağlayan Prof. Dr. Esen ÇELEN'e, çalışmamdaki yardım ve yönlendirmelerinden dolayı Prof. Dr. Emine BAYRAM ve Doç. Dr. Fatma Aykut TONK'a teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasını beraber yürüttüğüm yüksek lisans arkadaşım Emine DURMUŞ ile çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen dostlarım Hazan DİNÇBUDAK ve Anıl AYDIN'a, hayatımda olduğu gibi yüksek lisans eğitimimin de her zor anında bana maddi ve manevi destekte bulunan aileme teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı'nın maddi desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a ve 2014-ZRF-026 nolu projenin yürütülmesine maddi olanak sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xviii
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3.MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1 Materyal	9
3.1.1 Bitki materyali	9
3.1.2 Deneme alanı ve özellikleri	9
3.2 Yöntem.....	10
3.2.1 Denemenin kurulması ve kültürel işlemler	10
3.2.2 Araştırmada incelenen özellikler	13
3.2.3 Verilerin değerlendirilmesi.....	17

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	18
4.1 Bitki Boyu.....	18
4.2 Toplam Kuru Ağırlık.....	19
4.3 Kütü Verimleri.....	20
4.3.1 Toplam kütü verimleri.....	20
4.3.2 Birinci el kütü verimleri	21
4.3.3 İkinci el kütü verimleri	23
4.4 Lif Verimleri.....	24
4.4.1 Toplam lif verimleri	24
4.4.2 Birinci el lif verimleri.....	25
4.4.3 İkinci el lif verimleri.....	26
4.5 Koza Sayısı	27
4.6 Çırçır Randımanı.....	28
4.7 SPAD Değerleri	29

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4.8 Kanopi Sıcaklık Depresyonu	31
4.9 Transpirasyon, Evaporasyon ve Su Kullanım Etkinlikleri.....	33
4.10 Prolin İçerikleri	36
5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	38
KAYNAKLAR DİZİNİ	40
ÖZGEÇMİŞ	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Deneme süresince kayıt altına alınan sıcaklık, oransal nem ve yağış miktarına ait diyagram.....	10
3.2 On pamuk çeşidi ve iki farklı su uygulamasının gerçekleştirildiği araştırmaya ait deneme deseni.....	11
3.3 Deneme alanına ait bazı görüntüler	12
3.4 Damlama borularının yerleştirilmesi ile ilgili bir görüntü.....	12
3.5 Pamuk denemesinde toplam kuru ağırlık, toprak su içeriği ve bitki boyu ölçülmesine ait bazı görüntüler	13
3.6 Kanopi sıcaklığı ölçümüne ait bir görüntü.....	15
3.7 Evaporasyon miktarının ölçülmesinde kullanılan mikro-lisimetrelere ait bazı görüntüler	16
4.1 Tam ve kısıtlı sulama uygulamaları sonrası, 10 farklı pamuk çeşidinin SPAD değerlerindeki değişim	30
4.2 Tam ve kısıtlı sulama uygulamaları sonrası, 10 farklı pamuk çeşidinin SPAD değerlerindeki değişim	32
4.3 Uygulanan farklı sulama miktarlarının transpirasyon, evaporasyon ve SKE_{Tr} üzerine etkileri.....	34
4.4 Farklı pamuk çeşitlerinin su kullanım etkinliklerinde (SKE_{Tr} ve SKE_{Agr}) meydana gelen değişimlere ait grafikler	35
4.5 Uygulanan farklı sulama miktarlarının ortalama prolin içeriğine etkisi.....	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin bitki boyu (cm) üzerine etkisi.	18
4.2 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin toplam kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine etkisi.	19
4.3 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin toplam kütlü verimi (kg/da) üzerine etkisi	20
4.4 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin birinci el kütlü verimi (kg/da) üzerine etkisi	22
4.5 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin ikinci el kütlü verimi (kg/da) üzerine etkisi	23
4.6 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin toplam lif verimi (kg/da) üzerine etkisi.....	24
4.7 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin birinci el lif verimi (kg/da) üzerine etkisi.....	25
4.8 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin ikinci el lif verimi (kg/da) üzerine etkisi	26
4.9 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin koza sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi.	27
4.10 Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk çeşidinin çırçır randımanı (%) üzerine etkisi.	28

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
cm	Santimetre
da	Dekar
g	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
m	Metre
mm	Milimetre
mg	Miligram
ml	Mililitre
nm	Nanometre
<u>Kısaltmalar</u>	
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
LSD	Least Significant Difference
USDA	United States Department of Agriculture

1. GİRİŞ

Pamuk bitkisinin, 6000-7000 yıl önce gerek Hindistan gerek Güney Amerika'da birbirinden bağımsız bir şekilde tarımı yapıldığı ve giyimde kullanıldığı arkeolojik çalışmalar neticesinde bilinmektedir. Eski tarihlerde sadece giyim için kullanılan pamuk bitkisi günümüzde hayvan beslenmesi, yağ üretimi, kimya endüstrisi, kâğıt, barut, yatak, dolgu yapımı ve iplik yapımında kullanılmaktadır.

Yaşantımızda önemli bir tüketim ürünü olan pamuk bitkisi (*Gossypium hirsutum* L.) tropik ve subtropik bölgelere adapte olmuş bir bitki olup, esasen çok yıllık çalı, ağaççık veya tek yıllık çalı formudur. Pamuk bitkisi kazık köklere sahiptir ve kazık kökler üzerinden yan kökler gelişmektedir. Ülkemizde de ticari olarak kullanılan pamuk türlerinin (*Gossypium hirsutum* L.) yaprakları hafif tüylüdür ve 3-5 adet fustardan meydana gelir. Vejetatif ve generatif dal olmak üzere iki çeşit dallanma şekli vardır. Generatif dallardan meyve tomurcukları meydana gelirken vejetatif dallar sadece yaprak meydana getirir, hatta nadiren tomurcuk meydana getirir de bir süre sonra tomurcuk kurur ve dökülür (Anonim, 1982). Ana sap üzerinde her yaprak koltuğundan yeni bir generatif dal çıkar. İlk generatif dal meydana geldikten sonra yeni bir generatif dal yaklaşık 2.5-3.5 günde oluşur ve bu dallanma alttan üste doğru almalı bir şekilde devam eder (Anonim, 1982).

Yapılan ıslah çalışmaları sayesinde pamuk bitkisi, yüksek bir adaptasyon yeteneğine sahip olmuş, dünya üzerinde geniş olarak bir ekim alanı bulmuştur (Turan ve ark., 1995). Endüstri bitkileri içinde lif ve yağ bitkilerinin her ikisine de giren pamuk bitkisi, yaygın ve zorunlu kullanım alanıyla insanlık açısından, yarattığı katma değer ve istihdam olanaklarıyla da üretici ülkeler açısından büyük ekonomik öneme sahiptir.

Ülkemizde tarımı yapılan bölgelerde, pamuğun yetiştirme dönemindeki aylık sıcaklık ortalamaları yeterli düzeydedir. Ancak, ülkemizin hemen hiçbir pamuk üretilen bölgesinde gerekli olan su, yağışlar ile sağlanamamaktadır. Bu nedenle, ülkemiz pamuk tarımında sulama yapılması zorunludur (Turan ve ark., 1995). Suyu seven pamuk bitkisinin veriminin, sulama ile üç-dört kat arttığı yapılan araştırmalarla saptanmıştır. Ancak, sulamanın zamansız yapılması da verim düşmesine neden olmaktadır (Tekinel ve Kanber, 1989). Su, bitki gelişiminde önemli bir yere sahip olduğundan, bitki tarafından belirli bir zaman diliminde

kullanılan su miktarı ve bu kullanılan birim suyun kuru maddeye dönüştürülebilme oranı verim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Tatar, 2009). Sulama suyunun limitli bir faktör olduğu bölgemiz gibi yarı kurak alanlarda su kullanım etkinliği (SKE) tarla bitkilerinin değerlendirilmesinde önemli bir faktördür (Necdet et al., 2006).

Su kullanım etkinliğinin (SKE) birçok tanımlaması mevcuttur. Bunlardan bitki düzeyinde SKE; kuru madde üretiminin transpirasyon ile kaybedilen su miktarına oranı olarak tanımlanır. Bunun yanında fotosentetik ya da anlık olarak tanımlanan su kullanım etkinliği, belirli bir andaki net asimilasyon miktarının stoma iletkenliğine oranı olarak tanımlanır. Agronomik SKE ise birim alandan elde edilen verimin o verimi elde edilmesinde kullanılan su miktarı (yağış veya sulama) olarak tanımlanmaktadır (Tatar, 2009). Bitkilerde su kullanım etkinliğindeki temel genetik farklılıkların, bazı fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerin farklılığı sonucunda C3, C4 ve CAM metabolizmalarından kaynaklandığı, bununda içsel CO₂ yoğunluğu ve bunun stoma iletkenliği ve fotosentez oranı arasındaki etkileşime bağımlı olduğu belirtilmektedir (Passioura, 2004). Toprak neminin sınırlı olduğu koşullarda transpirasyonun düşürülmesi amacıyla stomaların daha uzun süre kapalı kalması birçok bitki türünde genel stratejidir. Stomaların kapalı olma süresi uzaması ile birlikte su tüketimi azalırken bitkinin CO₂ alımındaki düşüşten dolayı karbonhidrat üretimi de düşmektedir. Ancak oluşan kurak koşul birçok durumda mevcut suyun daha etkin kullanılmasını sağlayarak SKE’de artışa neden olmaktadır (Tatar, 2009). Bu durum bitkilere uygulanan su miktarlarına göre değişebilmektedir. Pamuk bitkisi ile yapılan bazı çalışmalarda daha az miktarda su verilen uygulamanın SKE ’inin daha düşük çıktığı durumlarda olmuştur.

Artan nüfus ve tarımsal alanlarda suyun etkin kullanılmaması, dünya su kaynaklarında azalmaya neden olan önemli faktörler olmuş, bu nedenle özellikle bitkisel üretimde su kullanım etkinliği (SKE) üzerine araştırmalarda son yıllarda artış gerçekleşmiştir. Su kullanım etkinliği yüksek bir bitki, birim suyu en iyi değerlendiren bitki olmakla birlikte bu durum uygulanan kültürel işlemler, bitkinin çeşidi ve iklim koşullarına göre değişiklik gösterebilmektedir.

Pamuk bitkisi sıcak iklim bitkisidir ve hasat zamanına kadar su stresine hassas olduğu dönemler bulunmaktadır. Birçok bitkide olduğu gibi pamuk bitkisi de su stresinden olumsuz yönde etkilenerek veriminde önemli kayıplar gerçekleştirebilmektedir. Topraktaki mevcut kullanılabilir suyun eksikliği,

Çiçeklenme ve meyve oluşumu gibi pamuk bitkisinin hassas büyüme aşamalarında su stresine neden olmaktadır ve stres neticesi meyve sayısında düşüşe, koza dökülmesine ve zayıf gelişmiş kozaların meydana gelmesine neden olarak verim ve kalite düşüşüne neden olabilmektedir. Bundan dolayı, pamuk gelişiminde özellikle bu kritik dönemler olmak üzere toprak nem içeriği ve mevcut suyun etkin kullanımı önem arz etmektedir. Belirtilen bu nedenlerle su kullanım etkinliği yüksek pamuk çeşitlerinin seçimi ile SKE ile ilişkili bazı fizyolojik parametrelerdeki değişimlerin değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünya pamuk üretiminin yaklaşık % 80'i, Türkiye'nin de içinde olduğu sekiz ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. USDA (United States Department of Agriculture), 2014 raporuna göre 2013/2014 sezonu ekiliş alanları bakımından ilk sırayı 11.7 milyon ha ile Hindistan alırken, ülkemiz bu sıralamada 330 bin ha ile 13. sırada yer almaktadır. Ekiliş alanında düşük sıralarda olmamıza rağmen üretim miktarında ülkemiz, Çin'in liderliğinde (7,13 milyon ton), 500 bin ton ile 8. sırada yer almaktadır. Ülkemizin ekiliş alanı ve üretim miktarı sıraları kıyaslandığında üretimde yukarı sıralarda olmasının sebebi ülkemizin lif verimi bakımından 151.7 kg/da ile 4. sırada olması ve bu yüksek verim ortalamasının toplam üretimi artırması olarak açıklanabilir. 2014/2015 yetiştirme sezonunda ülkemizin dünya sıralamasında ekiliş alanı bakımından 11, üretim miktarında 7 ve verimde 2. sırada olacağını ön gören USDA, bunun sebebini devam eden GAP projesi sayesinde artan ekim alanı ve çiftçilere verilen üretim destekleri ile kullanılan alet-ekipmanların gelişmesine dayandırmaktadır (Anonim, 2014).

Türkiye'de pamuk üretimi, genelde, Ege, Antalya, Çukurova ve Güneydoğu Anadolu bölgelerimizde yoğunlaşmıştır. En büyük üretimi GAP projesi sayesinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi gerçekleştirmekte, 2013/2014 yetiştirme sezonunda 260 bin ton olan üretim miktarının 2014/2015 sezonunda 400 bin ton'a yükseleceği öngörülmektedir (Anonim, 2014). Üretim miktarı bakımından Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni sırasıyla Ege Bölgesi (130 bin ton) ve Çukurova Bölgesi (100 bin ton) takip etmesi tahmin edilmektedir (Anonim, 2014).

2013/2014 sezonu verilerine göre Türkiye'nin üretim miktarı (500 bin ton) tüketim miktarı açısından (1 milyon 373 bin ton) yeterli olmadığından dolayı izlediği politika ile ülkemiz 924 bin ton pamuk ithalatı ve az miktarda da olsa (44 bin ton) ihracat yapmıştır (Anonim, 2014).

Bölgemizde ekimi iklim koşullarına göre genelde 15 Nisan-15 Mayıs tarihleri arasında olup hasadı Eylül ortasından Kasım sonuna kadar devam edebilmektedir. Pamuk fidesinin gelişebileceği minimum toprak sıcaklığı 14-16°C olduğundan dolayı ekim zamanı toprak sıcaklığı ve nemi dikkate alınarak yapılmalıdır, aksi takdirde genç fide kökleri *Fusarium* spp. vb. hastalıklara yakalanır ve verim kayıplarına neden olur (Anonim, 1982).

Dagdelen et al. (2006) yürüttükleri tarla denemesi, 2003 ve 2004 yetiştirme sezonlarında Türkiye'nin batısında gerçekleştirilmiştir. Kısıtlı su veya su stresinin; bitki verimine, su kullanım etkinliğine (SKE), kuru madde verimine (KM) ve yaprak alanı indeksine (YAI) etkisi değerlendirmişlerdir. Toplam 5 tane, S_{100} , S_{70} , S_{50} , S_{30} ve S_{00} olmak üzere sırasıyla %0, %30, %50, %70 ve %100 eksik sulama uygulamışlardır. Pamuk bitkilerinin yaklaşık sezon içi su kullanımları 257-867 mm arası olmuştur. Eksik sulama tohum verimini önemli derecede etkilemiş olup en yüksek verimi S_{100} vermiştir. Ortalama su kullanım etkinlikleri 0.61 ile 0.72 kg m^{-3} arası seyir etmiştir. Su kullanım miktarlarının artması ile birlikte yaprak alanı indeksi ve kuru madde verimleri her iki yılda da doğru orantılı bir şekilde artmıştır. Yapılan çalışmada, tam sulama uygulamasın (S_{100}), su kıtlığının olmadığı yarı kurak koşullarda kullanılabilir bir uygulama olduğunu göstermektedir.

Dağdelen et al. (2009), 2004 ve 2005 yetiştirme sezonlarında, Ege Bölgesi 'nde yürüttükleri pamuk denemesinde farklı damlama sulama rejimlerinin su kullanım etkinliği ve lif kalite parametrelerine etkisini gözlemlemişlerdir. Uygulamalar; T_{100} , T_{70} , T_{50} ve T_{25} olmak üzere sırası ile %0, %30, %50 ve %75 kısıtlı sulama olacak şekilde tasarlanmıştır. Ortalama mevsimsel su kullanımı 265-754 mm arası değişmiştir. Su kullanım etkinlikleri kıyaslandığında ise 2004 yılı için 0.77 (T_{100}) - 0.98 (T_{25}) kg m^{-3} arası olurken 2005 yılında 0.76 (T_{100}) - 0.94 (T_{25}) kg m^{-3} değerlerini tespit etmişlerdir. En yüksek sulama su kullanım etkinliğini T_{25} (1.46 kg m^{-3})'de belirlenirken en düşük 0.81 kg m^{-3} ile T_{100} 'de belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuca göre tam sulama uygulaması (T_{100}) yarı kurak ve su kıtlığının olmadığı koşullarda kullanılabilir bir sulama rejimidir. Ayrıca su kısıtlamasının gerekli olduğu durumlarda, T_{75} uygulamasını önemli derecede sulama suyunun korunması adına avantaj sağladığından dolayı kullanılabilir bulmuşlardır.

Hussein et al. (2011) damlama sulama koşulları altında ardışık iki yılda pamuk bitkisinin kısıtlı sulama uygulamalarına verdiği tepkileri incelemişlerdir. Farklı sulama seviyelerinde SKE, çığit verimi ve lif kalitesini değerlendirmişlerdir. Denemeyi, % 50, % 65, % 80 ve % 100 olmak üzere 4 farklı toprak su eksikliği uygulamasını baz alarak kurmuşlardır ve bu eksikliklerini sırası ile DI_{50} , DI_{65} , DI_{80} ve FI olarak ifade etmişlerdir. Yaklaşık olarak 408-773 mm arası su uygulamış ve ortalama çığit verimi DI_{50} ve FI için sırası ile 2909 ve 5090 kg ha^{-1} olmuştur. 2007 sezonunda SKE değerleri, FI ve DI_{80} 'de olmak üzere sırası ile 0.65 ve 0.70 kg m^{-3} olarak belirlemişlerdir. Takip eden yıldaki denemede

de DI_{80} , FI 'a göre daha yüksek bir değere sahip olarak aynı trendi göstermiştir. Sulama suyu kullanım etkinliklerini her uygulama için hesaplamışlar ve DI_{80} 'ın en yüksek değere sahip olduğunu belirlemişlerdir ve DI_{80} kısıntılı su uygulamasının; sulama suyu ile SKE bakımından önemli derecede fayda sağladığını göstermişlerdir.

Ibragimov et al. (2007), Özbekistan'da 2003, 2004 ve 2005 yıllarında pamuk ile yaptıkları çalışmalarında sulama suyu kullanım etkinliği ile ilişkili olan sulama takvimi ve pamuk su kullanımını ölçümlemeyi amaçlamışlardır. Damlama sulama ve karık sulamayı kıyasladıkları denemelerinde damlama sulamanın sulama suyunu %18-42 daha fazla koruduğunu ve sulama su kullanım etkinliğinin damlama sulama sisteminde %35-103 daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Oluşturdıkları sulama takvimine göre daha az sulama uyguladıkları uygulamalar göreceli olarak daha düşük sulama su kullanım etkinliğine sahip olsa da istatistiki olarak aralarında önemli bir fark meydana gelmemiştir.

Ko and Piccinni (2009), Güney Teksas'da yaptıkları çalışmalarında kısıtlı su koşulları altında ticari pamuk çeşitlerinin (*Gossypium hirsutum* L.) fizyolojik tepkilerini değerlendirmişlerdir. Farklı su uygulaması koşullarında toprak nem içeriği, stoma iletkenliği, SKE, transpirasyon oranı ve lif verimi ölçümlemişlerdir. Çalışmalarının ilk yılında, uygulamalar arası toprak nem içeriği, stoma iletkenliği, transpirasyon oranında önemli derecede farklılıklar ortaya çıkarken, ikinci bu parametrelerde önemli derece bir fark meydana gelmemiştir. Lif verimi değerleri; stoma iletkenliği, transpirasyon oranı, SKE ve toprak nem içeriği ile pozitif korelasyon halinde olmuştur. Tüm bunların sonucunda bitki su içeriğinin, kısıtlı sulama koşullarında toprak su içeriği ve yaprak gaz değişimi kullanılarak niteliksel olarak görüntülenebileceğini tespit etmişlerdir ki bu bitki su içeriği kısıtlı su durumlarında verim düşüşlerini tanımlar nitelikte olduğunu ifade etmişlerdir.

Li et al. (2011) limitli su kaynaklarının olduğu koşullarda pamuk bitkisinin vermiş olduğu tepkileri incelemişlerdir. % 50 ve % 25 olmak üzere kısıtlı sulama uygulama gerçekleştirmişlerdir. % 50 kısıtlı sulama neticesinde, % 25 kısıtlı sulamaya kıyasla lif veriminde % 25 kayıp ve % 33 oranında suyu muhafaza ettiğini bildirmişlerdir. Elde ettikleri sonuca göre % 25 sulama kısıtlamasının agronomik ve ekonomik açıdan daha etkin olabileceğini belirtmişlerdir.

Oweis et al. (2011), pamuk veriminin farklı su ve gübre seviyelerine olan tepkilerini değerlendirmek amacı ile üç yıllık bir çalışma yürütmüşlerdir. Denemeleri 4 farklı sulama ve 3 farklı gübreleme seviyesi içermektedir. Uygulamalar neticesinde ortalama genel kütlü verimi 2502 kg ha^{-1} iken verim aralığı %40 ve %100 sulamaları için sırası ile 1520 kg ha^{-1} ve 3460 kg ha^{-1} olmuştur. Ortalama su kullanım etkinliği (SKE_{ET}) 0.36 kg m^{-3} olmuş ve %40 ile %100 olmak üzere sırası ile 0.32 kg m^{-3} ile 0.39 kg m^{-3} arasında seyir etmiştir. Araştırmalarının sonucunda su eksikliğinin, SKE_{ET} 'yi geliştirmediğini ancak su ve gübre seviyelerinin verime ve bitki büyümesine önemli derecede etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Ödemiş ve Baştuğ (1999), yürüttüğü çalışmalarında infrared termometre ile ölçülmesi yoluyla belirlenebilen bitki su stresi indeksinin, pamuk bitkisinde sulama programlaması ve kütlü verimi tahmininde ki kullanılabilirliğini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda infrared termometre ile ölçülen bitki su stresi indeksi değerlerinin sulama zamanı belirlenmesinde kullanılabilirliği saptanmıştır. Ayrıca bitki stresi indeksi değerleri ile kütlü verimi arasında doğrusal bir korelasyon tespit etmişlerdir.

Padhi et al. (2012), 2007 ve 2009 yılında pamuk ile yürüttükleri çalışmalarında kısıtlı sulama ile infrared sıcaklık ölçümü arasında ki ilişkiyi incelemişlerdir. Kanopi sıcaklığı, topraktaki su miktarı ve stoma iletkenliği ile ilişkili olmuştur. Fakat yetiştirilen yer ve sezonsal değişiklik ihmal edilmiştir. Elde ettikleri sonuca göre infrared sıcaklık ölçüm yöntemi, stoma iletkenliği indeksini bulmada kullanılır ki bu da toprak su eksikliğini değerlendirmede önemlidir. Böylece kanopi sıcaklıkları değerlendirildikten sonra uygun bir sulama takvimi ile verimi önemli düzeyde düşüren kritik su stresi dönemlerinde bitkinin su ihtiyacının karşılanabileceği kanısına varmışlardır.

Peynircioğlu (2014), kuraklık stresine karşı pamuk genotiplerinin tepkilerini belirlemek amacı ile yürüttüğü çalışmasında tam (%100) ve kısıtlı (%50) olmak üzere iki farklı sulama uygulaması gerçekleştirmiştir. Kısıtlı sulamanın tüm pamuk genotiplerinde ortalama kütlü verimi, bitkide koza sayısı, lif uzunluğu, lif yeknesaklığı ve lif dayanıklılığını düşürdüğünü ancak çırçır randımanı ve lif incelik değerini arttırdığını tespit etmiştir.

Singh et al. (2010) 6 farklı kısıtlı sulama uygulamalarının pamuk verimine etkisini inceledikleri çalışmalarında su miktarının azalması ile birlikte pamuk

kütlü veriminde önemli bir düşüş tespit ettiklerini bildirmişlerdir. % 20 oranında sulama miktarındaki kısıtlamanın pamuk kütlü veriminde önemi bir düşüş meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Aynı zamanda daha da şiddetlenen sulama miktarındaki kısıtlama (% 30'dan % 50 'ye doğru) sonucunda pamuk kütlü veriminde önemli bir azalış gerçekleşmiştir. Kısıtlı sulama koşullarında verimin düşüşe geçmesinin bitkideki koza sayısı ve ağırlığındaki değişim ile ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Ünlü et al. (2011) çalışmalarını Çukurova Bölgesi, Doğu Akdeniz'de 2005-2008 yılları arasında yürütmüşlerdir. Uygulamalarını I_{100} (tam sulama) ve DI_{70} , DI_{50} , DI_{00} olmak üzere sırası ile I_{100} uygulamasında uygulanan su miktarının %70, %50 ve %0 olacak şekilde ayarlamışlardır. Su eksikliği veya su stresinin bitki verimine ve su kullanım etkinlikleri, kuru madde verimi, yaprak alanı indeksi, lif kalitesi gibi bitki büyüme parametrelerine olan etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada kısıtlı sulama; bitki verimi ve tüm verim parametrelerini önemli derecede düşürmüştür. Ortalama mevsimsel evapotranspirasyon 287 mm (DI_{00}) ile 584 mm (I_{100}) arası seyir etmiştir. Ortalama su kullanım etkinlikleri $6.0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (I_{100}) ile $4.8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (DI_{50}) arasında çeşitlilik gösterirken, sulama su kullanım etkinliği $9.4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (I_{100}) ve $14.4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (DI_{50}) arasında değişiklik meydana gelmiştir. Yaprak alanı indeksi ve kuru madde verimi, su kullanımı ile birlikte artış göstermiştir. 4 yıllık araştırma neticesinde I_{100} uygulamasının yarı kurak ve kurak iklim koşullarında su kıtlığı olmadığı durumda kullanılabilir olduğu ve DI_{70} uygulamasının su kıtlığı ve iklim koşullarının yarı kurak olduğu durumlarda uygulanabilir bir alternatif sulama stratejisi olduğu kanısına varmışlardır.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyali

Bitki materyali olarak MayAgro Tohumculuk, Özbuğday Tohumculuk ve Bayer AG ‘den olmak üzere bölgemiz iklim şartlarına uygun ve vejetasyon süreleri birbirine yakın olan 10 farklı beyaz pamuk çeşidi kullanılmıştır.

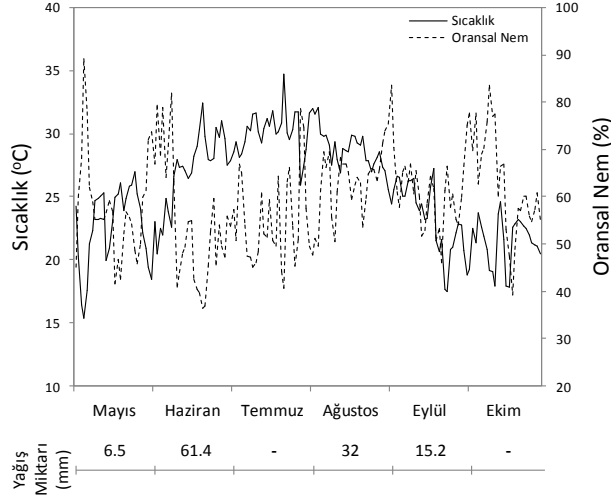
3.1.2. Deneme alanı ve özellikleri

Deneme, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü’ne ait deneme alanlarında (38°27’6”, 27°13’32”E) 25 Nisan 2014 ile 15 Ekim 2014 tarihleri arasında, 2014/15 yetiştirme dönemlerinde yürütülmüştür.

Deneme alanına ait toprak, killi tın bünye özelliği gösterip hafif alkali ve kireççe orta düzeydedir (Tatar, 2011).

Tinytag Plus 2[®] cihazı kullanılarak on dakika aralıklarla deneme alanına ait sıcaklık ve oransal nem değerleri kayıt altına alınmıştır. En yüksek sıcaklık Ağustos ayında 46.9 °C ve en düşük sıcaklık Ekim ayında 8.1 °C olarak kaydedilmiştir. Oransal nem oranları vejetasyon süresi boyunca değişiklik göstermiş olup en düşük değerlere Haziran ve Temmuz aylarında ulaşmışlardır. Yağan yağmur miktarı ise denemenin yakın bir noktasına yerleştirilen plüviyometre aleti ile günlük olarak kayıt edilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü alana ait günlük sıcaklık ve oransal nem miktarları ile aylık yağış miktarları diyagramı Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



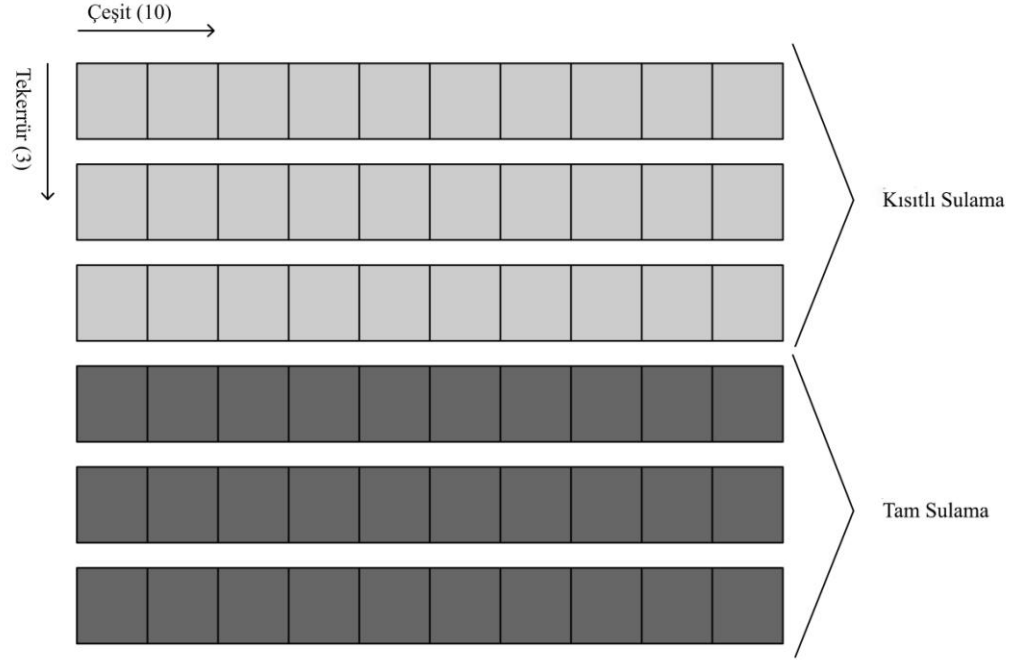
Şekil 3.1. Deneme süresince kayıt altına alınan sıcaklık, oransal nem ve yağış miktarına ait diyagram.

Deneme süresince toplam 115.1 mm yağış gerçekleştiği tespit edilmiştir. En yüksek yağış Haziran ayında (61.4 mm) gerçekleşmiş olup, Temmuz ve Ekim aylarında yağış meydana gelmemiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1 Denemenin kurulması ve kültürel işlemler

Deneme, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre üç tekerrürlü ve iki faktörlü olacak şekilde kurulmuştur (Şekil 3.2). Birinci faktör farklı sulama uygulamaları ikinci faktör ise çeşit olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. On pamuk çeşidi ve iki farklı su uygulamasının gerçekleştirildiği araştırmaya ait deneme deseni.

Denemede parsel boyutları 2.8x3 m olup ekim işlemi, sıra arası mesafe 70 cm ve sıra üzeri mesafe 20-25 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Dagdelen et al., 2006).

Ekim ile beraber dekara 10 kg saf azot ve 10 kg fosfor olacak şekilde 15-15-15 kompoze gübresi ve çiçeklenme başlangıcında dekara 10 kg saf azot olacak şekilde amonyum nitrat (%33) gübresi uygulanmıştır. Seyreltme işlemi, bitkiler 10-15 cm boyuna ulaştığında gerçekleştirilmiştir (Dagdelen et al., 2006). Bitkilerin güçlü bir duruşa ve homojenliğe sahip olabilmeleri için genç fide döneminde çapalama ve yabancı ot mücadelesi yapılmıştır (Anonim, 2007). Çevre risklerini azaltmak üzere gereksiz kimyasal kullanımından kaçınmak için zararlı yoğunluğu gözlemlenmiş ve bitkileri olumsuz yönde etkileyen yaprak piresi ve yaprak biti zararlılarına karşı kimyasal mücadele amaçlı “Malathion” etken maddesini içeren insektisit kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Deneme alanına ait bazı görüntüler.

Sulama yöntemi olarak bitki sıraları üzerine damlatıcılar gelecek şekilde damlama sistemi kurulmuş (Şekil 3.4) ve parsellere verilen su miktarları su sayacı kullanılarak kayıt altına alınmıştır. Normal ve kısıntılı olmak üzere iki farklı su uygulaması gerçekleştirilmiş olup metrekaareye yağmur miktarları da dahil olmak üzere sırası ile 454 kg ve 310 kg olacak şekilde su uygulanmıştır.



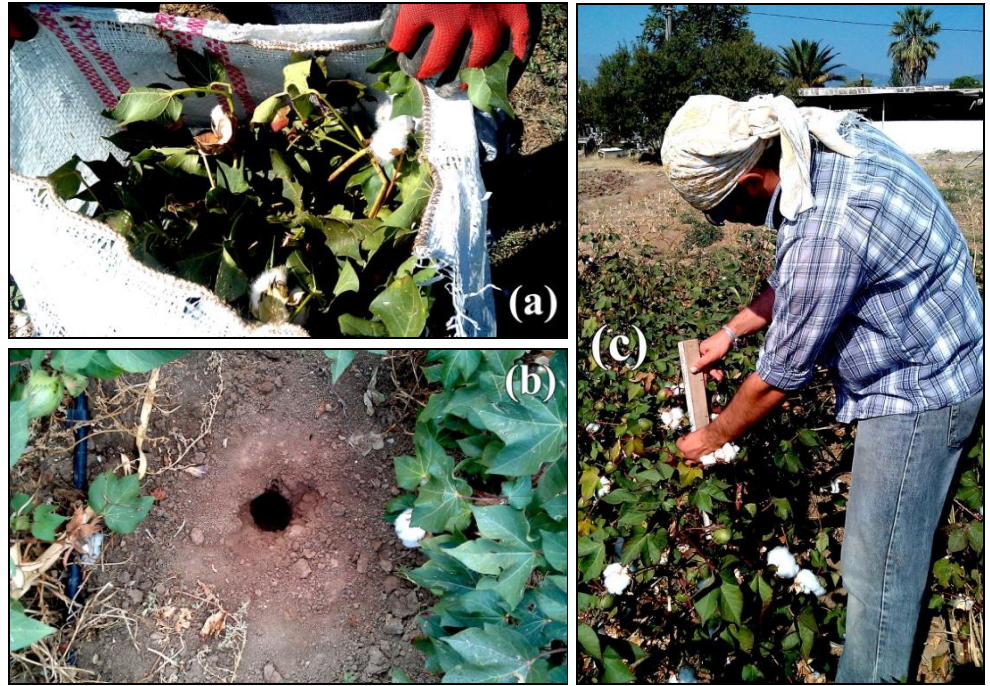
Şekil 3.4. Damlama borularının yerleştirilmesi ile ilgili bir görüntü.

3.2.2 Araştırmada incelenen özellikler

3.2.2.1. Toplam kuru ağırlık (g/bitki): Hasat sonrası her parselin orta 2 sırası toprak yüzeyine yakın noktalarından kesilip çuvallara doldurulduktan (Şekil 3.5a) sonra 24 saat 105°C sıcaklıkta kurutulup tartılarak bulunmuştur. Hasat edilen pamuk kütlüleri çırçırılama işleminden geçtikten sonra kurutularak toplam kuru ağırlığa ilave edilmiştir.

3.2.2.2. Toprak nem içeriği (kg/m²): Ekim öncesi ve hasat sonrası olmak üzere her parselden el burgusu ile 0-20 cm, 20-40 cm ve 40-60 cm derinlikten (Şekil 3.5b) alınan toprak örneklerinin su içerikleri, gravimetrik yöntem kullanılarak metrekaireye olacak şekilde hesaplanmıştır.

3.2.2.3. Bitki boyu (cm): Hasat öncesi her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkide kotiledon yaprak boğumundan ana sapın en uç noktasına kadar olan mesafenin ölçülmesi ile tespit edilmiştir (Şekil 3.5c).



Şekil 3.5. Pamuk denemesinde toplam kuru ağırlık (a), toprak su içeriği (b) ve bitki boyu (c) ölçülmesine ait bazı görüntüler.

3.2.2.4. Bitkide koza sayısı (adet/bitki): Her parselden tesadüfi seçilen 10 ar bitkide koza sayımları yapılmış ve elde edilen veri, bitki sayısına bölünerek koza sayısı hesaplanmıştır.

3.2.2.5. Toplam kütlü verimi (kg/da): Her parselin orta iki sırasında ki tüm bitkiler toplam iki el olmak üzere hasat edilmiştir. Hasat edilen kütlüler tartıldıktan sonra veriler dekara çevrilmiştir.

3.2.2.6. Toplam lif verimi (kg/da): Kütlü verimi kayıt edildikten sonra rollergin tipi çırçır makinesi kullanılarak lifler ve çiğitler birbirinden ayrılmıştır. Lif ağırlıkları tartılıp veriler dekara çevrilmiştir.

3.2.2.7. Çırçır randımanı (%): Kütlü olarak hasat edilen pamuklar çırçırılama işlemi sayesinde lif ve çiğit olarak ayrıldıktan sonra çırçır randımanı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$R = (LM / KM) * 100$$

R : Çırçır randımanı (%)
LM : Lif miktarı (gr)
KM : Kütlü miktarı (gr)

3.2.2.8. Kanopi Sıcaklık Depresyonu (KSD): Su uygulamasının başlaması ile birlikte, yaklaşık bir hafta aralıklarla, her parselden 5 bitkinin en genç yaprağı ile orta olgunluktaki alt yaprağının sıcaklık değerleri kızılötesi termometre ile ölçülüp (Şekil 3.6a) ortalaması alınmış ve aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Ayeneh et al., 2002).

$$KSD = T_H - T_K$$

KSD : Kanopi Sıcaklık Depresyonu
T_H : Anlık hava sıcaklığı (°C)
T_K : Kanopi sıcaklığı (°C)



Şekil 3.6. Kanopi sıcaklığı ölçümüne ait bir görüntü.

3.2.2.9. SPAD değeri: Bitkiye zarar vermeden yaprak klorofil miktarının tahminlenmesine olanak sağlayan SPAD metre cihazı (Şekil 3.6b) ile her parselde 5 bitkiye ait en genç yaprakların SPAD değerleri belirlenmiştir.

3.2.2.10. Yağış miktarı (kg/m^2): Denemenin yakın bir noktasına yerleştirilen plüviyometre ile günlük olarak metrekareye düşen yağış miktarı hesaplanmıştır.

3.2.2.11. Sulama miktarı (kg/m^2): Damlama sulama sisteminde, paylaşım borularından önce yerleştirilen su sayacından okunan veriler ile sulama miktarları hesaplanmıştır.

3.2.2.12. Evaporasyon miktarı ($\text{kg m}^{-2} \text{gün}^{-1}$): Her parselin orta iki sırasının arasına mikro-lisimetreler yerleştirilmiştir (Şekil 3.7). Mikro-lisimetreler, çapı 10.5 cm ve yüksekliği 20 cm olmak üzere silindirik PVC boruların kesilmesi ile elde edilmiştir. Toprak örnekleri yapısı bozulmadan, kendi yapmış olduğumuz el burgusu kullanılarak mikro-lisimetrelerin içerisine yerleştirilmiş ve ardından su ve hava geçirmez naylon torba ile alt kısmı kapatılmıştır. Haftada bir meydana gelen su kaybı tartılarak kayıt edilip mikro-lisimetre içerisindeki toprak yenilenmiştir. Tartımlar neticesinde elde edilen haftalık su kaybı verileri ile mikro-lisimetre yüzey alanı hesaba katılarak metrekaredeki günlük evaporasyon miktarları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Flumignan et al., 2012).

$$E_{Gün} = (\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3 + \dots \Delta L_n) / G$$

$E_{Gün}$: Evaporasyon miktarı ($\text{kg m}^{-2} \text{gün}^{-1}$)
 ΔL_n : n sayısındaki mikro-lisimetre ölçümüne ait su kaybı (kg/m^2)
 G : Mikro-lisimetre ölçümü yapılan toplam gün sayısı



Şekil 3.7. Evaporasyon miktarının ölçülmesinde kullanılan mikro-lisimetrelere ait bazı görüntüler.

3.2.2.13. Transpirasyon miktarı ($\text{kg m}^{-2} \text{gün}^{-1}$): Bitkilerin transpirasyon ile kaybettiği günlük su miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$TM = (TSM_B + YM + SM - TEM - TSM_H) / VS$$

TM : Transpirasyon miktarı ($\text{kg m}^{-2} \text{gün}^{-1}$)
 TSM_B : Başlangıçtaki toprak nem içeriği (kg/m^2)
 TSM_H : Hasat zamanı toprak nem içeriği (kg/m^2)
 YM : Yağış miktarı (kg/m^2)
 TEM : Toplam evaporasyon miktarı (kg/m^2)
 SM : Sulama miktarı (kg/m^2)
 VS : Vejetasyon süresi (gün)

3.2.2.14. Transpirasyona Dayalı Su Kullanım Etkinliği (SKE_{Tr} : mg g^{-1}): Birim kuru madde üretebilmek için bitkinin transpirasyon yolu ile harcadığı su miktarı olarak ifade edilen su kullanım etkinliği (SKE_{Tr}) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Erice et al., 2011).

$$SKE_{Tr} = TKA / TM$$

SKE_{Tr} : Transpirasyona dayalı su kullanım etkinliği (mg g^{-1})
 TKA : Toplam kuru ağırlık (mg/m^2)
 TM : Transpirasyon miktarı (g/m^2)

3.2.2.15. Agronomik Su Kullanım Etkinliği (SKE_{Agr} : $kg\ ton^{-1}$): Toplam lif verimi miktarının sulama suyu ve yağış miktarına oranı olarak ifade edilen agronomik su kullanım etkinliği (SKE_{Agr}) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$SKE_{Agr} = \Delta TLV / \Delta SM$$

SKE_{Agr} : Agronomik su kullanım etkinliği ($kg\ ton^{-1}$)
 ΔTLV : Uygulamalar arası toplam lif verimi farkı (kg/m^2)
 ΔSM : Uygulamalar arası sulama miktarı farkı (ton/m^2)

3.2.2.16. Prolin içeriği ($\mu g/g$): Her parselden rastgele olmak üzere gelişimini tamamlamış en genç pamuk yapraklarından elde edilen örneklerde gerçekleştirilmiştir (Bates et al., 1973).

50 mg örnek 10 ml sulfosalisilik asit solüsyonunda (SAS) havan kullanılarak parçalanmış ve filitre edilmiştir. Elde edilen ekstrakta, 2 ml ninhydrin solüsyonu ve 2 ml glacial asetik asit ilave edilmiş ve 100 °C’de su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Karışımın reaksiyonu su banyosu sonrası buz ile durdurulmuş, oda sıcaklığına ulaştığında 3 ml toluen eklenmiştir. Elde edilen solüsyonun berrak kısmı alınarak Carry 50 marka spektrofotometre ile 518 nm ‘de absorbans değerleri okunmuştur. Daha önceden oluşturulan prolin standart eğrisi yardımı ile absorbans değerine karşılık gelen prolin içerikleri μg cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.3 Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmada, on çeşit ve iki farklı sulama uygulamasına ait veriler Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre ‘TARİST’ istatistiksel paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş olup değerler arasındaki farklar ise LSD testi karşılaştırma yöntemine göre gruplandırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Boyu

10 farklı pamuk çeşidinin, bitki boyları açısından farklı sulama uygulamalarına verdikleri tepki Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. İstatistiki değerlendirmeler sonucunda uygulama x çeşit interaksyonu bitki boyu açısından önemli olmamıştır. Su miktarında ki artış bitki boyunu tüm genotiplerde istatistiki olarak önemli düzeyde arttırarak olumlu yönde etkilemiştir. Çeşitlerin ortalama bitki boyları, tam sulama uygulamasında 84.1 cm, kısıtlı su uygulamasında ise 70.9 cm olmuştur. Çeşitler arasındaki boy farkları istatistiki düzeyde önemli olmuş ve en yüksek ortalama bitki boyu değerini PG 2018 (83.5 cm) alırken en düşük bitki boyu değerini ARCOT 009 (71.5 cm) elde etmiştir.

Çizelge 4.1. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin bitki boyu (cm) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
ST 468	78.7 ± 3.9	66.7 ± 1.5	72.7 de
ARCOT 008	77.3 ± 3.0	73.3 ± 2.4	75.3 c-e
ST 373	90.3 ± 2.8	73.3 ± 1.0	81.8 ab
ST 498	86.0 ± 1.4	73.0 ± 1.4	79.5 a-c
GAIA	82.7 ± 1.8	68.7 ± 1.1	75.7 c-e
MAY P 06	86.7 ± 1.8	69.0 ± 0.9	77.8 a-d
ARCOT 009	80.0 ± 2.2	63.0 ± 2.6	71.5 e
FLASH	84.3 ± 2.5	68.7 ± 1.6	76.5 b-e
GLORIA	86.7 ± 1.3	75.7 ± 3.0	81.2 a-c
PG 2018	88.7 ± 4.9	78.3 ± 5.3	83.5 a
Ort.	84.1 a	70.9 b	77.5

LSD_{SU} : 2.7, p<0.05

LSD_{ÇEŞİT} : 6.1, p<0.05

Pamuk bitkisi, verimi belirleyen tomurcuk ve yaprakları optimum miktarlarda oluşturabilmesi için ideal bitki boyuna ihtiyaç duymaktadır. Çeşitten çeşide ve bölgeden bölgeye değişmekle birlikte suyun kısıtlı olduğu durumlarda ideal pamuk bitki boyu olumsuz yönde etkilenmektedir (Anonim, 1989). Sampathkumar et al. (2013), eksik sulamanın pamuk bitkisinde büyüme, verim ve verim parametreleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında % 20 lik su kısıtlaması neticesinde bitki boylarında önemli derecede düşüş (% 17.7) gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Kang et al. (2012) ise pamuk bitkisinde farklı su seviyelerinin bitki büyümesine ve su kullanıma olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında % 25 lik kısıtlı sulamanın bitki boyuna etkisinin önemli (% 12.5) olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yapılan bir çok araştırmada, uygulanan su

miktarlarındaki azalışın bitki boyunu olumsuz yönde etkilediği rapor edilmiştir (Owesit et al., 2011; Önder et al., 2009).

Bu çalışmalara paralel bir şekilde, yürüttüğümüz araştırmada, sulama miktarında ki azalış (% 31.7) bitki boyları arasında önemli derecede fark yaratmıştır. Bitki boylarında ki oransal düşüşler en yüksek ARCOT 009 ve en düşük ARCOT 008 genotiplerinde sırası ile % 21.3 ve % 5.2 olmuştur.

4.2. Toplam Kuru Ağırlık

Farklı sulama uygulamalarının, 10 farklı pamuk çeşidinin toplam kuru ağırlığı (TKA) üzerine etkileri Çizelge 4.2 'de gösterilmiştir. Gerçekleştirilen istatistiki analizler sonucunda, uygulama x çeşit interaksyonu önemli bulunmamıştır. Çizelge 4.2 'de de görüldüğü üzere artan su miktarı ile birlikte TKA' da istatistiki açıdan önemli düzeyde bir artış meydana gelmiş olup çeşitlerin ortalama değerleri tam ve kısıtlı sulama uygulamalarında sırası ile 161.1 g/bitki ve 109.5 g/bitki olarak tespit edilmiştir. Ele alınan çeşitler arasında da TKA değerleri açısından istatistiki düzeyde önemli fark tespit edilmiştir. MAY P 06 genotipi 153.8 g/bitki değeri ile öne çıkarken en düşük ortalama TKA değerine ARCOT 008 (109.8 g/bitki) genotipi sahip olmuştur.

Çizelge 4.2. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin toplam kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
ST 468	153.7 ± 11.0	109.3 ± 7.4	131.5 a-c
ARCOT 008	115.3 ± 15.5	104.3 ± 2.5	109.8 c
ST 373	171.3 ± 8.4	117.0 ± 4.8	144.1 ab
ST 498	171.7 ± 6.7	109.3 ± 5.9	140.5 ab
GAIA	154.7 ± 18.0	105.0 ± 8.2	129.8 a-c
MAY P 06	180.7 ± 6.4	127.0 ± 2.6	153.8 a
ARCOT 009	159.0 ± 4.6	95.3 ± 9.8	127.2 bc
FLASH	159.3 ± 24.0	99.7 ± 4.0	129.5 a-c
GLORIA	181.0 ± 17.7	124.0 ± 15.9	152.5 ab
PG 2018	165.0 ± 11.3	104.3 ± 7.5	134.7 a-c
Ort.	161.1 a	109.5 b	135.3

LSD_{SU} : 11.7, p<0.05

LSD_{ÇEŞİT} : 26.2, p< 0.05

Su stresinin, fotosentezi olumsuz etkileyen ve böylece kuru madde artışını gerileyen etkisinin olduğu farklı literatürlerdeki çalışmalarda belirtilmiştir (Bajji et al., 2001; Lizana et al., 2006). Mevcut çalışmada tam bir kuraklık stresi koşulu

sağlanmamış ve % 31.7'lik su kısıtlaması uygulanmış, buna karşılık toplam kuru ağırlıkta % 32 oranında bir düşüş gerçekleşmiştir. Yuan-yuan et al. (2014) pamuk bitkisinde yaptıkları çalışmalarında da % 20 lik kısıtlı sulama koşullarında bitki başına toplam kuru madde miktarında önemli derecede bir düşüş (% 40) meydana geldiğini belirtmişlerdir. Benzer bir şekilde Ünlü et al. (2011), pamuk bitkisi ile yürüttükleri dört yıllık çalışmaları neticesinde kısıtlı su uygulamasının toplam kuru madde miktarına olumsuz etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Mevcut araştırmada da, bu çalışmalara benzer şekilde, sulama suyunun azaltılması ile kuru madde üretiminde azalmalar gözlemlenmiştir. Kuru madde üretiminde oransal olarak en yüksek düşüş ARCOT 009 çeşidinde (% 40.1) kaydedilirken en düşük ARCOT 008 çeşidinde (% 9.5) gerçekleşmiştir.

4.3. Kütlü Verimleri

4.3.1. Toplam kütlü verimi

Uygulanan farklı su miktarlarının 10 farklı pamuk çeşidinin toplam kütlü verimi üzerine etkisine ait değerler Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Elde edilen veriler istatistiki olarak incelendiğinde uygulama x çeşit interaksyonu önemli bulunmamıştır. Ele alınan çeşitler arasında ki toplam kütlü verimi farkı istatistiki olarak önemsiz iken uygulamalar arasında ki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Tam ve kısıtlı sulama koşullarında sırası ile 352.4 kg/da ve 224.6 kg/da kütlü verim değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin toplam kütlü verimi (kg/da) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
ST 468	339.3 ± 24.8	200.3 ± 25.2	269.8
ARCOT 008	291.7 ± 62.6	205.7 ± 15.3	248.7
ST 373	394.0 ± 47.5	251.7 ± 4.9	322.8
ST 498	391.3 ± 39.5	217.0 ± 1.7	304.2
GAIA	337.7 ± 58.7	278.0 ± 8.1	307.8
MAY P 06	393.3 ± 51.5	254.0 ± 6.7	323.7
ARCOT 009	277.0 ± 38.7	179.7 ± 26.7	228.3
FLASH	397.7 ± 60.3	194.0 ± 24.6	295.8
GLORIA	380.0 ± 75.0	221.7 ± 4.8	300.8
PG 2018	322.3 ± 59.6	244.3 ± 12.7	283.3
Ort.	352.4 a	224.6 b	288.5

LSD_{5%}:35.6, p< 0.05

Pamuk bitkisinde ekonomik organların ürünü olan, lif ve çiğitten oluşan kütlinin verimi birçok araştırma sonucunda su miktarındaki azalıştan olumsuz bir şekilde etkilenmiştir (Pace et al., 1999; Basal et al., 2009; Dagdelen et al., 2009; Ünlü et al., 2011; Sampathkumar et al., 2013; Hussein et al., 2011). Pamuk bitkisinde yapılan; % 18, % 33 ve % 47 oranlarında kısıtlı sulama uygulamasının gerçekleştirildiği çalışmada toplam kütlü veriminde ki azalış miktarları önemli olup sırası ile % 5.7, % 27.8 ve % 42.9 olarak tespit edilmiştir (Hussein et al., 2011). Sampathkumar et al. (2013) pamuk bitkisi ile yaptıkları çalışmalarında bitkilere uygulanan su miktarlarında % 23 oranında bir azalış ile toplam kütlü veriminde % 17.7 oranında istatistiki düzeyde önemli bir düşüş belirlemişlerdir.

Mevcut çalışmada, Çizelge 4.2 'de de görüldüğü üzere toplam kütlü verimi ve toplam kuru ağırlık değerleri uygulamalar bazında aynı trendi göstermiş olup toplam kütlü verimi, su miktarlarındaki azalıştan (% 31.7) olumsuz yönde etkilenmiş ve % 36 oranında düşüş gerçekleşmiştir. Ancak çeşitlerin toplam kuru ağırlığında meydana gelen değişim (Çizelge 4.2) toplam kütlü veriminde kendini göstermemiştir (Çizelge 4.3). Bu durumda, çeşitlerde azalan su uygulaması ile farklı oranlarda kuru madde kaybı gerçekleşirken, fotosentez ürünlerinin ekonomik organlara taşınımında bu farkın ortadan kalktığı ifade edilebilir.

4.3.2. Birinci el kütlü verimi

Farklı sulama uygulamalarının, ele alınan pamuk çeşitlerinin birinci el kütlü verimi üzerine etkisi Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çeşit x uygulama interaksyonu yapılan istatistiksel analiz sonucunda önemli bulunmamıştır. İncelenen 10 farklı pamuk çeşidinin birinci el kütlü verimleri değerlendirildiğinde aralarında önemli bir fark bulunmamış, ancak tam ve kısıtlı sulama olmak üzere gerçekleştirilen uygulamalar arası fark istatistiki olarak önemli olmuştur. Ortalama birinci el kütlü verimi tam sulama uygulamasında 260.1 kg/da bulunurken, kısıtlı sulama uygulamasında 158.2 kg/da olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin birinci el kütlü verimi (kg/da) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
<i>ST 468</i>	270.0 ± 25.9	162.3 ± 18.2	216.2
<i>ARCOT 008</i>	232.0 ± 43.0	149.7 ± 29.2	190.8
<i>ST 373</i>	307.7 ± 34.3	156.7 ± 4.7	232.2
<i>ST 498</i>	307.7 ± 22.0	166.7 ± 9.7	237.2
<i>GAIA</i>	247.3 ± 57.3	194.0 ± 15.6	220.7
<i>MAY P 06</i>	260.7 ± 18.9	170.0 ± 9.2	215.3
<i>ARCOT 009</i>	196.7 ± 31.2	128.3 ± 17.0	162.5
<i>FLASH</i>	288.0 ± 56.9	146.0 ± 26.6	217.0
<i>GLORIA</i>	248.0 ± 58.6	131.3 ± 15.9	189.7
<i>PG 2018</i>	243.3 ± 37.4	177.3 ± 21.9	210.3
Ort.	260.1 a	158.2 b	209.2

LSD: 28.5, p<0.05

Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte artan ve insan işgücü ihtiyacını azaltan makineli hasatın yaygınlaşması ile birlikte hasat edilen pamuk bitkisi tek seferde tarladan kaldırılmaktadır. Ancak ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerin çoğunda hala insan gücü ile hasat çoğu bölgelerde devam etmektedir. Bu nedenle birinci el kütlü verimleri toplam verimin oluşturulmasında büyük önem taşımaktadır.

Farklı su uygulamalarının pamuk bitkisinin verim ve verim parametrelerine etkisini incelendiği bazı çalışmalarda azalan su uygulaması ile birlikte kütlü verimlerinde önemli düzeyde bir azalış meydana gelmiş ancak birinci el kütlü oranında önemli bir değişim meydana gelmemiştir (Atasoy G.D., 2013). Bu durumda birinci el kütlü verimindeki değişimin de toplam kütlü verimindeki değişim ile paralel bir şekilde gerçekleştiği aşikârdır.

Mevcut çalışmada birinci el kütlü verimleri incelendiğinde, Çizelge 4.3 'de bahsedilen toplam kütlü verimi sonuçlarına paralel olmuş ve uygulanan su kısıtlaması (% 31.7) neticesinde birinci el kütlü veriminde % 39.2 oranında düşüş gerçekleşmiştir.

4.3.3 İkinci el kütlü verimi

Farklı su uygulamaları neticesinde 10 farklı pamuk çeşidinin ikinci el kütlü veriminde meydana gelen değişimler Çizelge 4.5’de verilmiştir. Araştırmanın son hasadı olan ikinci el kütlü veriminin uygulamalar ve çeşitler arasındaki interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ele alınan çeşitler, ikinci el kütlü verimi açısından istatistiki düzeyde değerlendirildiğinde en yüksek değeri GLORIA (111.5 kg/da) çeşidi elde ederken aynı grupta yer alan ST 498 (66.8 kg/da), ARCOT 009 (65.8 kg/da), ARCOT 008 (57.7 kg/da) ve ST 468 (53.7 kg/da) çeşitleri en düşük değerlere sahip olmuşlardır.

Çizelge 4.5. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin ikinci el kütlü verimi (kg/da) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
ST 468	69.3 ± 6.6	38.0 ± 10.9	53.7 c
ARCOT 008	59.7 ± 19.6	55.7 ± 19.9	57.7 c
ST 373	86.7 ± 14.8	95.0 ± 8.5	90.8 a-c
ST 498	83.3 ± 23.9	50.3 ± 10.2	66.8 c
GAIA	90.7 ± 4.1	84.3 ± 20.4	87.5 a-c
MAY P 06	132.7 ± 32.6	84.0 ± 5.5	108.3 ab
ARCOT 009	80.3 ± 8.0	51.3 ± 17.7	65.8 c
FLASH	110.0 ± 14.7	48.3 ± 5.7	79.2 a-c
GLORIA	132.0 ± 17.8	91.0 ± 12.2	111.5 a
PG 2018	79.3 ± 27.6	67.0 ± 9.4	73.2 bc
Ort.	92.4 a	66.5 b	79.5

LSD_{SU} : 16.7, p<0.05

LSD_{ÇEŞİT} : 37.3, p<0.05

Pamuk bitkisinde tomurcuk verme durumu, ilk tomurcuktan *cutout* olarak ifade edilen döneme kadar devam etmektedir. *Cutout* döneminde pamuk bitkisi generatif büyümenin yani yeni tomurcuk oluşumunun sonuna gelmektedir. Su stresinin gerçekleştiği durumlarda ise pamuk bitkisi daha erken *cutout* devresine girdiği için tomurcuklanma boyunca meydana getirdiği koza sayısı azalacak ve dolayısı ile ikinci el kütlü veriminde bir düşüş gerçekleşecektir (Quinn J. and Kelly D., 2010).

Yürütülen çalışmada da kısıtlı su uygulaması (% 31.7) neticesinde ikinci el kütlü veriminde önemli düzeyde bir düşüş (% 28) meydana gelmiş olup toplam kütlü verimi (Çizelge 4.3) ve birinci el kütlü verimi (Çizelge 4.4) ile aynı trendi göstermiştir.

4.4. Lif Verimleri

4.4.1. Toplam lif verimi

Araştırmada kullanılan pamuk çeşitlerinin toplam lif verimlerinin farklı sulama uygulamalarındaki değişimleri Çizelge 4,6'da gösterilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda uygulama x çeşit etkisi ve çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmazken, uygulamalar arası toplam lif verimi farkının önemli olduğu tespit edilmiştir. Tam sulama koşullarında 149.0 kg/da ve kısıtlı sulama uygulamasında da 96.5 kg/da toplam lif verimleri elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin toplam lif verimi (kg/da) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
ST 468	146.3 ± 10.5	88.3 ± 11.3	117.3
ARCOT 008	116.7 ± 24.4	84.0 ± 7.4	100.3
ST 373	160.7 ± 20.0	105.0 ± 2.0	132.8
ST 498	166.0 ± 15.3	95.3 ± 0.9	130.7
GAIA	141.7 ± 24.9	120.3 ± 2.2	131.0
MAY P 06	168.3 ± 21.6	110.7 ± 3.0	139.5
ARCOT 009	124.7 ± 25.7	74.3 ± 10.9	99.5
FLASH	164.0 ± 25.1	83.7 ± 10.9	123.8
GLORIA	162.7 ± 31.8	95.3 ± 2.6	129.0
PG 2018	139.3 ± 25.1	107.7 ± 6.7	123.5
Ort.	149.0 a	96.5 b	122.8

LSD_{5%}:15.2, p< 0.05

Pamuk bitkisinden elde edilen birincil ekonomik ürün, pamuk tohumunu kaplayan liflerdir (Freeland et al., 2006). Pamuk bitkilerinin hasadı sonucu elde edilen kütlülerin çırçırlanması neticesinde elde edilen lifler, lif verimini oluşturmaktadır. Su miktarının azalması sonucunda toplam lif verimlerinde düşüşün gerçekleştiği yapılan bir çok çalışmada bildirilmiştir (Husman et al., 1999; Pettigrew, 2004). Colaizzi et al. (2005) farklı su miktarları uyguladıkları çalışmalarında % 43.4 oranında ki su azalması ile toplam lif veriminde % 32.2

oranında önemli derecede bir düşüş meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, azalan su miktarının (% 25.4) toplam lif verimine olumsuz yönde (% 50.4) etkisi olduğu Howell et al. (2004) tarafından bildirilmiştir.

Mevcut çalışmada kuraklık koşulu sağlanmadan gerçekleştirilen kısıtlı sulama uygulaması (% 31.7) toplam lif veriminde % 35 oranında bir verim kaybına neden olmuştur (Çizelge 4.6). Çizelge 4.3’de gösterildiği gibi uygulanan su miktarının azalması ile gerçekleşen toplam kütlü verimindeki düşüş beklenildiği üzere toplam lif veriminde de meydana gelmiştir.

4.4.2. Birinci el lif verimi

Çizelge 4.7’de farklı su uygulamalarının 10 farklı pamuk çeşidinin birinci el lif verimleri üzerine etkisi incelenmiştir. İstatistiki değerlendirmeler sonucu uygulama x çeşit interaksiyonu önemsiz olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda çeşitler arasında ki birinci el lif verimi farkları istatistiki düzeyde önemsiz bulunmuş olup sulama uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önem arz etmiştir. Çeşitlerin ortalama değerleri ise tam sulama ve kısıtlı sulama koşullarında sırasıyla 111.1 kg/da ve 69.4 kg/da olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin birinci el lif verimi (kg/da) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
ST 468	118.0 ± 11.1	73.0 ± 8.5	95.5
ARCOT 008	93.0 ± 16.7	62.3 ± 12.8	77.7
ST 373	126.3 ± 14.4	67.0 ± 1.9	96.7
ST 498	131.0 ± 8.2	74.7 ± 4.5	102.8
GAIA	104.3 ± 24.2	85.3 ± 7.3	94.8
MAY P 06	112.7 ± 7.8	76.0 ± 4.3	94.3
ARCOT 009	92.7 ± 22.9	54.0 ± 7.2	73.3
FLASH	120.0 ± 24.0	64.0 ± 11.8	92.0
GLORIA	108.0 ± 25.5	57.7 ± 7.3	82.8
PG 2018	105.3 ± 15.9	79.7 ± 10.0	92.5
Ort.	111.1 a	69.4 b	90.3

LSD:12.7, p<0.05

Beklenildiği üzere birinci el lif verimi de birinci el kütlü verimi (Çizelge 4.4) ile aynı eğilimi göstermiştir. Toplam lif veriminin % 73.5’lik bir oranını birinci el lif veriminin aldığı söylenebilir. Birgül (2008) pamuk hasadında birinci

el lif veriminin, diğer ellere göre daha yüksek olduğu ifade etmektedir. Mevcut çalışmada bu oran tam sulama koşullarında (% 74.5) kısıtlı sulama koşullarına (% 71.9) göre bir miktar (% 2.6) yüksek olmuştur. Bu durum kısıtlı sulama uygulamasının, birinci el veriminin olduğu vejetasyon süresinde ikinci el veriminin olduğu sürece göre az da olsa daha etkili olduğu anlamına gelmektedir.

4.4.3. İkinci el lif verimi

Tam ve kısıtlı sulama sonucu, incelenen pamuk çeşitlerinin ikinci el lif verimlerine ait veriler Çizelge 4.8’de verilmektedir. Yapılan değerlendirmeler sonucu uygulama x çeşit etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulanan su miktarlarında ki değişim ikinci el lif verimlerini önemli derecede etkilemiştir. Tam sulama uygulamasına ait ortalama ikinci el lif verimi 37.9 kg/da iken kısıtlı sulama uygulamasına ait değer 27.2 kg/da olarak bulunmuştur. Çeşitler değerlendirildiğinde aralarında ki ikinci el lif verimi farkları önemli olup en yüksek değerlere GLORIA (46.1 kg/da) ve MAY P 06 (45.5 kg/da), en düşük değerleri ise ST 498 (27.5 kg/da), ARCOT 009 (26.1 kg/da), ARCOT 008 (22.8 kg/da) ve ST 468 (22.0 kg/da) çeşitlerinin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin ikinci el lif verimi (kg/da) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
ST 468	28.0 ± 2.7	16.0 ± 4.6	22.0 b
ARCOT 008	23.7 ± 7.6	22.0 ± 7.6	22.8 b
ST 373	34.3 ± 6.3	38.0 ± 3.6	36.1 ab
ST 498	34.7 ± 9.6	20.3 ± 4.4	27.5 b
GAIA	37.3 ± 1.5	35.0 ± 8.2	36.1 ab
MAY P 06	56.0 ± 13.9	35.0 ± 2.3	45.5 a
ARCOT 009	32.0 ± 3.3	20.3 ± 7.1	26.1 b
FLASH	44.3 ± 5.1	19.7 ± 2.5	32.0 ab
GLORIA	54.7 ± 7.2	37.7 ± 5.1	46.1 a
PG 2018	34.0 ± 11.6	28.0 ± 3.5	31.0 ab
Ort.	37.9 a	27.2 b	32.6

LSD_{SU}: 6.8, p< 0.05

LSD_{ÇEŞİT}: 15.3, p< 0.05

Mevcut çalışmada ikinci el lif verimi de uygulama bazında ikinci el kütlü verimi ile aynı eğilimi göstermiştir. Azalan sulama miktarı sonucunda ikinci el lif verimi % 28.2 oranında önemli bir düşüş göstermiştir. Uygulanan kısıtlı sulama neticesinde en yüksek ikinci el lif verimi kaybı FLASH (% 55.5) çeşidine ait olurken en düşük kayıp ile GAIA (% 6.2) çeşidi öne çıkmıştır.

4.5. Koza Sayısı

Farklı su uygulamalarının ele alınan 10 pamuk çeşidinin koza sayıları üzerine etkileri Çizelge 4.9'da verilmiştir. İstatistiki değerlendirmeler sonucunda uygulama x çeşit interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Çeşitlere ait koza sayıları önemli düzeyde farklı bulunmazken, sulama miktarında ki değişim bitki başına düşen koza sayısında önemli bir farka neden olmuştur. Çeşitlerin ortalama koza sayıları tam ve kısıtlı sulama olmak üzere sırasıyla 21.2 adet/bitki ve 13.2 adet/bitki olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin koza sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
ST 468	22.0 ± 3.5	15.0 ± 0.7	18.5
ARCOT 008	22.0 ± 0.8	14.3 ± 1.5	18.2
ST 373	19.3 ± 0.7	13.7 ± 0.9	16.5
ST 498	16.3 ± 0.7	14.0 ± 0.1	15.2
GAIA	22.0 ± 1.7	12.0 ± 1.0	17.0
MAY P 06	26.0 ± 0.5	15.0 ± 1.1	20.5
ARCOT 009	17.7 ± 2.7	11.3 ± 1.0	14.5
FLASH	20.3 ± 2.9	12.3 ± 0.9	16.3
GLORIA	22.7 ± 3.6	13.0 ± 2.2	17.8
PG 2018	23.3 ± 2.4	11.0 ± 0.5	17.2
Ort.	21.2 a	13.2 b	17.2

LSD_{SU}:1.7, p< 0.05

Pamuk bitkisinde su stresi nedeni ile meydana gelen elverişsiz toprak nemi içeriği koza sayısını azaltabilmektedir (Aujla et al., 2005, Dagdelen et al., 2009). Hussein et al. (2011) yaptıkları çalışmalarında azalan su miktarı (% 33) ile koza sayısında istatistiki olarak önemli bir düşüşün (% 18) meydana geldiğini öne sürmüşlerdir. Benzer bir şekilde Ünlü et al. (2011) uyguladıkları % 67'lik su kısıtlaması ile koza sayısında % 37.8 oranında önemli bir azalış tespit etmişlerdir.

Tüm bu çalışmalara paralel bir şekilde mevcut çalışmada, kısıtlanan % 31.7'lik su miktarı ile koza sayısında % 37.7 oranında önemli düşüş meydana gelmiştir. Uygulanan kısıtlı su ile koza sayısının önemli derecede azalmasından dolayı toplam kütlü verimi dolayısı ile toplam lif veriminin de olumsuz yönde etkilendiği söylenebilir.

4.6. Çırçır Randımanı

Çizelge 4.10'da incelenen pamuk çeşitlerine ait çırçır randımanı değerlerinin, kısıtlı su uygulaması etkisindeki değişimleri verilmektedir. Gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucunda uygulama x çeşit etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sulama miktarında uygulanan kısıtlama neticesinde çırçır randımanı değerlerinde istatistiki olarak önemli bir fark meydana gelmemiştir. Ancak çeşitler arasında yapıldığında çırçır randımanı açısından farklar önemli bulunmuştur. En yüksek çırçır randımanı değeri PG 2018 (% 43.7), ST 468 (% 43.7), MAY P 06 (% 43.3) ve ST 498 (% 43.2) çeşitlerinden elde edilirken en düşük değere % 40.5 ile ARCOT 008 sahip olmuştur.

Çizelge 4.10. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin çırçır randımanı (%) üzerine etkisi.

Çeşit	Tam Sulama	Kısıtlı Sulama	Ort.
ST 468	43.0 ± 0.5	44.3 ± 0.4	43.7 a
ARCOT 008	40.3 ± 0.3	40.6 ± 0.7	40.5 c
ST 373	40.7 ± 0.3	41.6 ± 0.1	41.2 bc
ST 498	42.3 ± 0.4	44.0 ± 0.2	43.2 a
GAIA	41.7 ± 0.2	43.3 ± 0.5	42.5 ab
MAY P 06	43.0 ± 0.4	43.7 ± 0.2	43.3 a
ARCOT 009	44.0 ± 3.1	41.7 ± 0.2	42.8 ab
FLASH	41.3 ± 0.5	43.0 ± 0.2	42.2 a-c
GLORIA	42.7 ± 0.6	42.7 ± 0.3	42.7 ab
PG 2018	43.3 ± 0.3	44.0 ± 0.5	43.7 a
Ort.	42.2	42.9	42.6

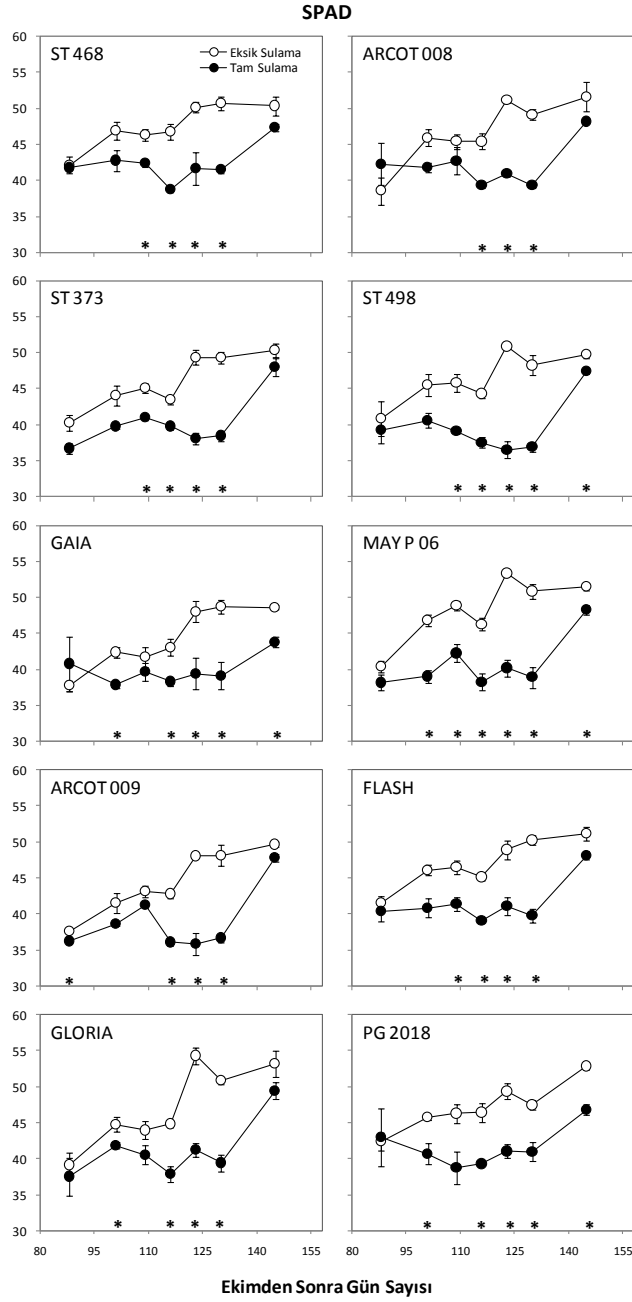
LSD_{ÇEŞİT}:1.8, p< 0.05

Pamuk kütlüsünün içerisinde ki lif oranı olarak ifade edilen çırçır randımanı yapılan birçok çalışmada su miktarlarında ki değişimden önemli derecede etkilenmemiştir (Hussein et al., 2011; Basal et al., 2009; Onder et al. 2009). Yılmaz vd. (2005) ise yukarıda bahsedilen çalışmaların aksine % 77 oranında uyguladıkları su kısıtlaması neticesinde çırçır randımanları arasında önemli

derecede bir fark tespit etmişlerdir. Bu durum; su stresi şiddetinin artması durumunda kozanın olgunluk süresini kısaltması ve böylece tohum ağırlığının daha düşük olarak gerçekleşmesinden kaynaklandığı şeklinde açıklanmaktadır (Ertek and Kanber, 2003; Pettigrew, 2004; Balkcom et al., 2006; Basal et al., 2009). Mevcut araştırmada şiddetli bir su stresi oluşmaması neticesinde çırçır randımanında ikinci araştırma grubunun sonuçlarına benzer şekilde değişim gözlemlenmemiştir.

4.7. SPAD Değerleri

Araştırmadan elde edilen, su uygulamalarının her bir çeşide ait SPAD değerlerinde meydana getirdiği farklılıklar Şekil 4.1’de gösterilmektedir. SPAD ölçümleri, sulama uygulamaları başlangıcından sonra 57 gün süresince 7 farklı günde tüm parsellerde (60 parselde) gerçekleştirilmiştir. İstatistiki değerlendirmeler, *i.* her gün için uygulamalar arası farkların önemli olup olmadığına dair T testi kullanılarak, *ii.* çeşitlerinin SPAD değeri ortalamaları varyans analize tabi tutularak gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm gününe ait T testi sonuçları, önemli olduğu koşullar Şekil 4.1 üzerinde yıldız (*) işareti ile belirtilmiştir. SPAD değeri ortalamaları üzerinden yapılan varyans analizi sonucu ise uygulama x çeşit interaksyonun önemsiz, sulama uygulaması ve çeşit faktörünün istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (bu sonuçlara Şekil 4.1’de yer verilmemiş, tartışma kısmında değinilmiştir).



Şekil 4.1. Tam ve kısıtlı sulama uygulamaları sonrası, 10 farklı pamuk çeşidinin SPAD değerlerindeki değişim.[Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 farklı pamuk çeşidinin SPAD değerleri. Yıldız (*) işareti, t testi sonucu, ölçüm yapılan günde, uygulamalar arası farkın olduğunu göstermektedir]

Birçok bitkide olduğu gibi pamuk bitkisinin yaprakları, fotosentez işlemi sırasında ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürebilmek için klorofil pigmentlerine ihtiyaç duymaktadır (Judith et al., 1990). Yaprak klorofil içeriğini belirlemede kullanılan geleneksel yöntemler zaman alıcı ve zahmetli olduğu için klorofil metre cihazları yapraktaki nisbi klorofil içeriğini hızlı ve kolay bir şekilde tahminlemede kullanılabilen alternatif cihazlardır (Li et al., 2014).

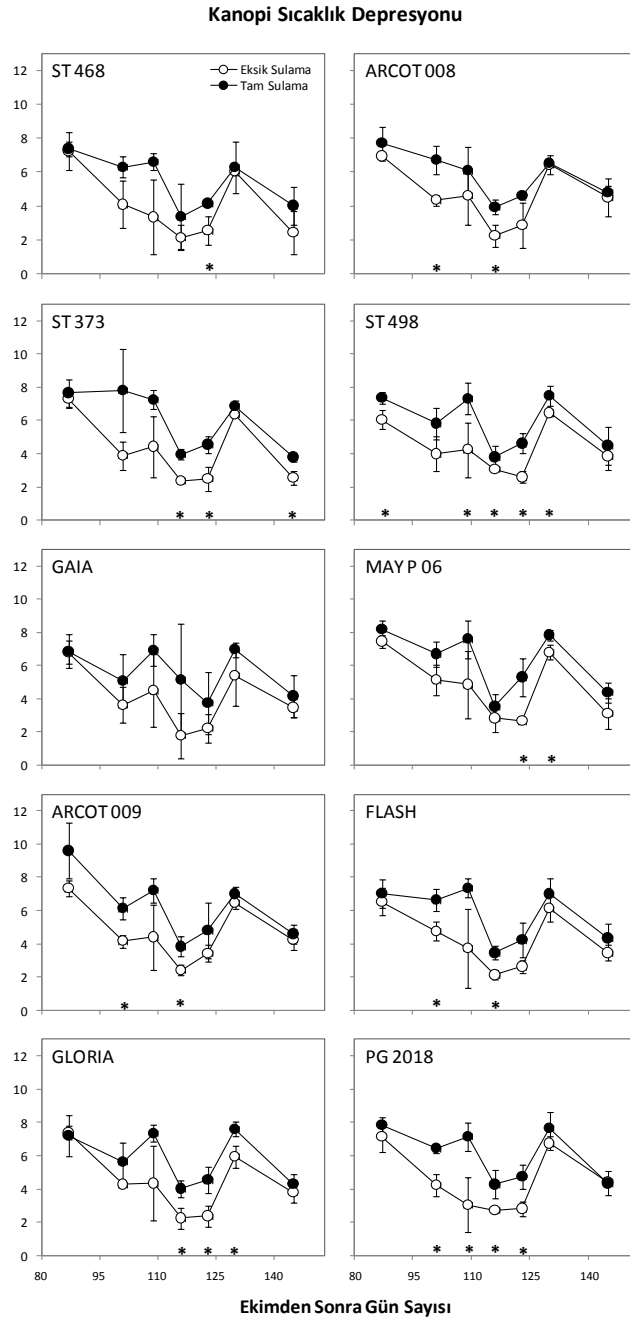
Mevcut çalışmada en yüksek ortalama SPAD değerlerini MAY P 06 (45.0) ve ST 468 (44.4), en düşük SPAD değerini ise ARCOT 009 (41.7) çeşidinin elde ettiği tespit edilmiştir. Uygulanan kısıtlı sulama ile SPAD değerlerinde istatistiki düzeyde önemli bir artış (% 12.5) gözlemlenmiştir. Fotosentez ürünü olan TKA verilerinde (Çizelge 4.2) öne çıkan MAY P 06 çeşidinin aynı şekilde SPAD değerlerinde öne çıktığı dikkat çekmiştir.

Birçok bitkide, kurak koşullarda klorofil içeriğinde azalma görülmektedir (Cetin et al., 2009; Parida et al., 2007). Ancak mevcut çalışmada kısıtlı sulama uygulaması bunun tam tersine, birim yaprak alanında klorofil içeriğinde artmaya neden olmuştur. Kuraklık stresinin yüksek olduğu koşullarda, hücre membranlarının parçalanması ile klorofil içeriğinde azalma (Tatar ve Gevrek, 2008) ve buna bağlı olarak sararma gözlenmesi normaldir. Ancak mevcut araştırmada uygulanan düşük su stresi, membranlarda zarar yaratacak etkiyi göstermemiştir. Kısıtlı sulama koşullarında, bitkilerin yaprak alanlarını daraltarak, transpirasyonu azaltma yoluna gittiği, küçülen yapraklarda ise birim alanda klorofil pigment sayısında artışın oluşmasına neden olduğu düşünülmektedir. Patil et. Al. (2011) pamuk bitkisinin toplam klorofil içeriğini inceledikleri çalışmalarında buna benzer olarak azalan sulama miktarı ile pamuk bitkilerinin yapraklarında ki klorofil içeriklerinin önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde pamuk bitkisi ile yürütülen bir çalışmada uygulanan su miktarında ki kısıtlama neticesinde tespit ettikleri SPAD değerlerinde ki önemli artış mevcut çalışmayı destekler niteliktedir (Brito et al., 2011).

4.8. Kanopi Sıcaklık Depresyonu

Uygulanan farklı su miktarlarının 10 farklı pamuk çeşidinin kanopi sıcaklık depresyonuna (KSD) etkisi Şekil 4.2’de gösterilmektedir. KSD ölçümleri, sulama uygulamaları başlangıcından sonra 57 gün süresince 7 farklı günde tüm parsellerde (60 parselde) gerçekleştirilmiştir. İstatistiki değerlendirmeler, *i.* her gün için uygulamalar arası farkların önemli olup olmadığına dair T testi kullanılarak, *ii.* çeşitlerinin KSD değeri ortalamaları varyans analize tabi tutularak gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm gününe ait T testi sonuçları, önemli olduğu koşullar Şekil 4.2 üzerinde yıldız (*) işareti ile belirtilmiştir. KSD değerlerine ait

ortalamalar istatistiki düzeyde incelendiğinde faktörler arası interaksiyonun ve çeşitler arası farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Ancak uygulanan sulama farklılıklarının KSD değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark meydana getirdiği belirlenmiştir (bu sonuçlara Şekil 4.2’de yer verilmiş, tartışma bölümünde değinilmiştir).



Şekil 4.2. Tam ve kısıtlı sulama uygulamaları sonrası, 10 farklı pamuk çeşidinin KSD değerlerindeki değişim.[Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 farklı pamuk çeşidinin KSD değerleri. Yıldız (*) işareti, t testi sonucu, ölçüm yapılan günde, uygulamalar arası farkın olduğunu göstermektedir]

KSD genellikle kanopi sıcaklığı ile anlık hava sıcaklığı arasındaki fark olarak ifade edilmektedir ve bu değer toprak nem içeriğinin yeterli olduğu koşullarında daha yüksek olmaktadır (Bahar et al., 2008). KSD değerlerine; toprak su durumu, rüzgar, evapotranspirasyon, bulutluluk, bitki metabolizması, hava sıcaklığı, oransal nem ve gün ışığı gibi biyolojik ve çevresel faktörler etki etmektedir (Reynolds et al., 2001).

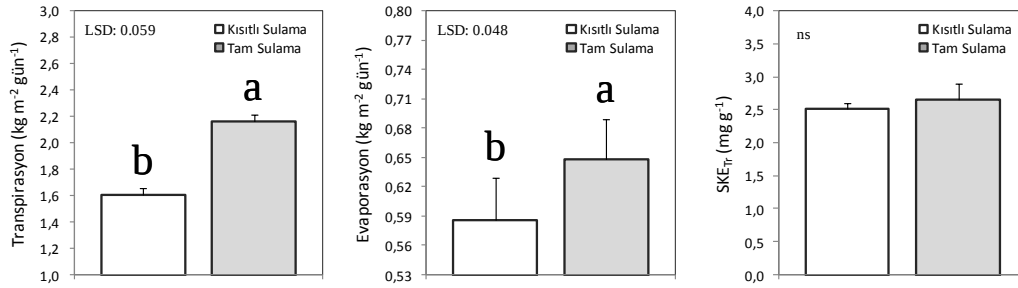
Mevcut çalışmada azalan su miktarı ile birlikte KSD değerlerinde de önemli bir düşüş (% 26.6) gerçekleştiği saptanmıştır. Şekilde 4.2 incelendiğinde de tüm çeşitleri KSD değerlerinde uygulama süresinde bir düşüş görülebilmektedir. Olufayo et al. (1996) sorgum bitkisinde farklı sulama koşulları neticesinde kanopi sıcaklığında meydana gelen değişimleri incelemiş ve mevcut deneme ile benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarında su stresi neticesinde transpirasyon ile serinleyen yaprakları belirlemek amacı ile KSD'nin kullanılabilir bir parametre olduğunu bildirmişlerdir (Blum et al., 1982; Gardner et al., 1986; Mtui et al., 1981). Bu nedenle KSD değerinin transpirasyon miktarı ve dolayısı ile kuru madde miktarı (Çizelge 4.2) ile paralel olabileceği düşünülmektedir. Stoma iletkenliği ve transpirasyon değeri ile doğrudan ilişkili KSD değeri, mevcut çalışmada çeşitler arası farklılık göstermemiştir. Buna karşın stres koşullarının daha sert uygulandığı koşullarda, çeşitlerin stoma iletkenliğinde ki farklılıkları ortaya koymak için kullanılan bir parametredir (Abdipur et al., 2013; Ludlow et al., 1990).

4.9. Transpirasyon, Evaporasyon Miktarları ve Su Kullanım Etkinlikleri (SKE_{Tr} , SKE_{Agr})

Yetiştirme sezonu boyunca veya kritik büyüme aşamalarında meydana gelen su stresi koşulları pamuk bitkisinde son lif verimini azaltabilmektedir (Dagdelen et al., 2006). Pamuk verimi, kuru madde üretimi ve koza sayısına bağlı olmak ile birlikte su stresi koşullarında olumsuz yönde etkilenebilmektedir (Yazar et al., 2002). Bu nedenle büyüme sezonu boyunca uygulanan elverişli sulama, verim artışlarını mümkün kılabilir (Doorenbos and Kassam, 1979).

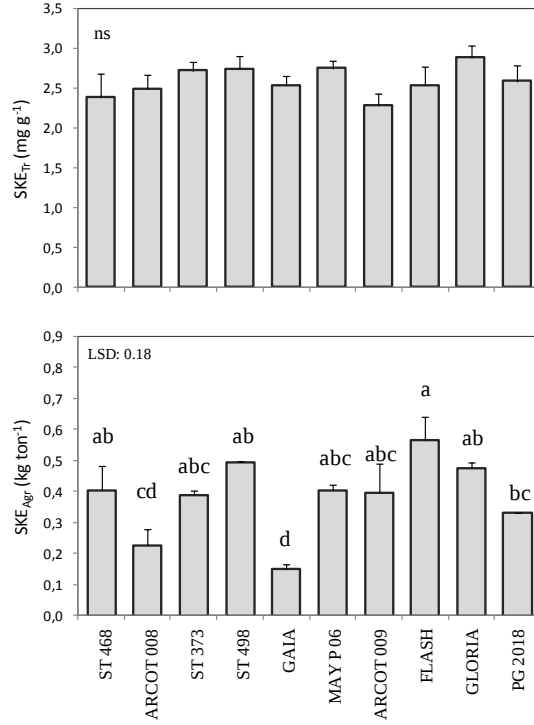
İki farklı sulama uygulaması ve 10 farklı pamuk çeşidi ile yürütülen çalışmada belirlenen transpirasyon miktarlarına ait değerler Şekil 4.3’de verilmektedir. İstatistiki değerlendirmeler sonucunda, faktörler arası interaksiyon önemsiz bulunmuştur. Ele alınan çeşitlerin transpirasyon miktarları arasındaki farklar önemsiz bulunurken, uygulamalar bazında incelendiğinde tam sulama uygulamasında meydana gelen transpirasyon miktarı ($2.17 \text{ kg m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$), eksik sulama uygulamasına ($1.60 \text{ kg m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$) kıyasla önemli derecede farklılık göstermiştir (Şekil 4.3). Ekaneyeke et al. (1993) çeltik bitkisi ile yürüttükleri çalışmalarında, mevcut çalışmaya benzer bir şekilde, su stresi koşullarında transpirasyonun azaldığını bildirmişlerdir. Evaporasyon miktarları istatistikî açıdan değerlendirildiğinde ise transpirasyon ile aynı trendi göstermiş olup uygulama x çeşit interaksiyonu önemsiz bulunmuştur. Ele alınan çeşitler arasında ki fark istatistiki düzeyde önemsizken tam sulama uygulaması $0.65 \text{ kg m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$ ile en yüksek, eksik sulama uygulaması ise $0.59 \text{ kg m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$ ile en düşük değere sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.3). Flumignan et al. (2012) mikro-lisimetreleri test ettikleri çalışmalarında kısıtlı sulamaya kıyasla tam sulama uygulamalarında evaporasyon miktarlarının daha yüksek olduğunu saptamışlardır.



Şekil 4.3. Uygulanan farklı sulama miktarlarının transpirasyon, evaporasyon ve SKE_{Tr} üzerine etkileri

Su kullanım etkinliği terimi yaygın olarak su ve zirai üretim arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için kullanılır (Anonim, 2005). Transpirasyona dayalı su kullanım etkinliği (SKE_{Tr}) bitkinin transpirasyon yoluyla harcamış olduğu birim su ile ürettiği kuru madde olarak ifade edilebilir. Mevcut çalışmada SKE_{Tr} incelendiğinde gerek uygulamalar gerekse çeşitler arasında istatistiki bir fark tespit edilmemiştir (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4). Erice et al. (2011) yonca genotiplerinin kuraklık stresine tepkilerini inceledikleri çalışmalarında hafif bir su

stresi uygulamasının SKE_{Tr} değerinde önemli bir değişiklik meydana getirmediği, ancak su stresi şiddetinin artması ile birlikte SKE_{Tr} değerlerinde önemli bir farklılık olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Kuslu et al. (2010) yonca ile yürüttükleri çalışmalarında az miktarda uygulanan su stresinin SKE_{Tr} 'de farklılık yaratmadığını, ancak stresin şiddeti arttıkça SKE_{Tr} miktarında önemli bir artış gözlemlemişlerdir. Mevcut çalışmada, ele alınan çeşitlerin birim transpirasyon miktarlarına karşılık ürettikleri kuru madde miktarında bir farklılık olmamıştır.

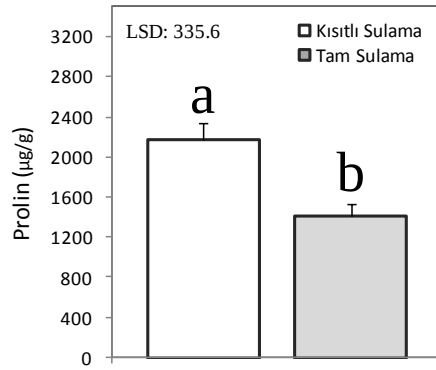


Şekil 4.4. Farklı pamuk çeşitlerinin su kullanım etkinliklerinde (SKE_{Tr} ve SKE_{Agr}) meydana gelen değişimlere ait grafikler

Elde edilen lif verimi farklarının uygulanan su miktarlarına oranı olarak ifade edilen SKE_{Agr} , çeşitler arasında istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.4). Ele alınan çeşitler değerlendirildiğinde FLASH (0.56 kg ton⁻¹) çeşidi öne çıkmış olup en düşük SKE_{Agr} değerini GAIA (0.15 kg ton⁻¹) çeşidi elde edilmiştir.

4.10. Prolin İçeriği

Bitkide prolin akümülyasyonunun; tuz, kuraklık, yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık, ağır metal, patojen hastalıkları, besin elementi eksikliği, atmosfer kirliliği ve UV ışınlarından etkilendiği bildirilmiştir (Hare and Cress, 1997; Saradhi et al., 1995; Siripornadulsil et al., 2002). Kuraklık stresi durumunda birçok bitki türü prolin birikimi gerçekleştirmektedir ve aynı zamanda kuraklığın oksidatif stresi tetikleyici bir etkisi olduğu da bilinmektedir (Verbruggen et al., 2008). *In Vitro* koşullarda yapılan önceki çalışmalarda prolinin, ROS (reaktif oksijen türleri) temizleyici etkisinin olduğu bildirilmektedir (Smirnoff and Cumbes, 1989). Bu nedenle pamuk bitkisinin prolin içeriği, bitkinin stres indikatörü olarak tanımlanabilir.



Şekil 4.5. Uygulanan farklı sulama miktarlarının ortalama prolin içeriğine etkisi

İki farklı sulama miktarının uygulandığı mevcut çalışmada sadece uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli fark bulunmuş olup prolin içeriği, kısıtlı sulama uygulamasında (2172 µg/g) tam sulama uygulamasına (1405 µg/g) oranla artış göstermiştir (Şekil 4.5). Gerçekleştirilen % 31.7 oranında kısıtlı sulamanın, prolin içeriğini % 35.5 oranında arttırdığı tespit edilmiştir. Benzer bir şekilde nohut bitkisi ile yapılan bir çalışmada uygulanan sulama farklılıklarının yapraklardaki prolin içeriklerine etkisi incelenmiş ve % 46.2 oranına azaltılan sulama miktarı neticesinde prolin içeriğinde % 52.5 oranında artış tespit edilmiştir (Najaphy et al., 2010). Mevcut çalışmada, iki uygulama arası farkın önemli olmasına rağmen bitkilerin tam strese girdiği koşullarda, hücrelerde prolin biyosentezinin çok daha yüksek miktarlara ulaştığı bilinmektedir (Tatar vd., 2010;

Tatar ve Gevrek, 2008). Yürütülen çalışmada, strese dayalı sararma, solma, kloroz vb. durumların ortaya çıkmadığı, sadece bitkilerin suyun kısıtlı olduğu koşullara karşı adaptasyon gösterdiği gözlenmiştir. Prolin miktarındaki bir miktar artış, hücre osmotik basıncını arttırmaya ve bitkinin su alma yeteneğini güçlendirmeye yönelik bir adaptasyon olarak düşünülebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada tam sulama ve kısıtlı sulama uygulamalarının, 10 farklı pamuk çeşidi üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

Artan sulama uygulaması ile birlikte bitki boyunun arttığı saptanmış olup en yüksek bitki boyu değerini PG 2018 elde ederken en düşük bitki boyu değerine ARCOT 009 sahip olmuştur. MAY P 06 çeşidinin toplam kuru ağırlık, ikinci el lif verimi, çıırır randımanı ve SPAD değeri açısından öne çıkan bir çeşit olduğu gözlemlenmiştir.

Pamuk verim parametreleri olan toplam kuru ağırlık, kütlü ve lif verimleri ve koza sayısı sulama miktarının azalması ile birlikte düşüşe geçmiştir. Bu durumda pamuk bitkisinin kullanabileceği elverişli su miktarının azaltılması, verimin azalmasına neden olabileceği söylenebilmektedir.

Kanopi sıcaklık depresyonu değerleri transpirasyon ile aynı eğilimi göstermiş ve uygulanan kısıtlı sulama neticesinde pamuk bitkisinin yapraklarının daha az miktarda serinlediği tespit edilmiştir. Bu sonuç da bitkilerin stoma iletkenliklerinin azaldığını göstermiştir.

Yaprak klorofil içeriği hakkında bilgi veren SPAD değerleri, sulama miktarının artması ile birlikte artış göstermiştir. Pamuk çeşitleri içerisinde ortalama SPAD değeri en yüksek olan MAY P 06 çeşidi, fotosentez ürünü olarak kabul edilen toplam kuru ağırlığının farklı sulama uygulamasına göstermiş olduğu tepkiye benzer bir eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. SPAD değerindeki bu artış, su tüketiminin azaltılmasına yönelik yaprak alanındaki azalma ve buna bağlı olarak birim yaprak alanında ki klorofil miktarındaki artış olarak yorumlanmıştır.

Çalışmada uygulanan sulama miktarları evaporasyon ve transpirasyonda aynı trendi göstermiş olup tam sulama uygulamasında her iki parametre de en yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Bu durumda hesaplanan SKE_{Tr} ve SKE_{Agr} değerlerinde bir artış olması beklenmektedir. Ancak mevcut çalışmada artan transpirasyon ve sulama miktarları ile benzer oranda artan toplam kuru ağırlık, transpirasyona dayalı su kullanım etkinliğinin (SKE_{Tr}) çeşitler arası fark göstermemesine neden olmuştur. Çeşitler arası SKE_{Tr} değeri farkı önemsizken, SKE_{Agr} (agronomik su kullanım etkinliği) değerinin farklı olması, çeşitlerin birim

suya karşılık kuru madde üretimlerinin farklı olmadığı ancak bu üretilen kuru maddenin ekonomik organlara taşınımında farklılık olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, kısıtlı sulama koşullarında, şiddetli su stresi uygulamalarından farklı olarak bitkilerin adaptasyon yolları ve fizyolojik tepkilerinin farklı olduğu düşünülmüştür. MAY P 06 çeşidi, her iki uygulama koşullarında elde ettiği verim ile öne çıkmış, FLASH çeşidi ise en yüksek agronomik su kullanım etkinliğine (SKE_{Agr}) sahip olmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda, ele alınan çeşitler içerisinde, yüksek lif verimi için, su miktarına bağlı olmaksızın, MAY P 06 çeşidinin önerilebileceği, su kullanım etkinliği ile ilgili ıslah çalışmaları için FLASH çeşidinin kullanılabileceği düşünülmektedir. Bunun yanında su kullanım etkinlikleri incelenirken transpirasyona dayalı SKE değeri ile birlikte agronomik SKE değerinin de incelenmesinin önemli olduğu görülmüştür. Aynı zamanda, tarla koşullarında uygulaması oldukça güç olan evaporasyon miktarının tespiti amacı ile kullanılan mikro-lisimetre yönteminin genotipler arası farkın belirlenmesinde kullanılabileme potansiyelinin yüksek olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdipur, M., Ramezani, H.R., Bavei, V. and Talaei, S.,** 2013, Effectiveness of canopy temperature and chlorophyll content measurements at different plant growth stages for screening of drought tolerant wheat genotypes, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 13 (10): 1325-1338pp.
- Anonim,** 1982, How a Cotton Plant Grows Progressive Farmer, Inc. Series of seven articles.
- Anonim,** 1989, Newsletter of the Cotton Physiology Education Program November 1989 (NATIONAL COTTON COUNCIL), (Erişim tarihi: 07 Ocak 2015).
- Anonim,** 2005, Water use efficiency, an information package, Irrigation Insights No. 5.
- Anonim,** 2007. The Most Critical Period in Cotton Production , A publication of the National Cotton Council and the Cotton Foundation.
- Anonim,** 2014, United States Department of Agriculture (USDA), www.usda.gov,(Erişim tarihi: 28 Aralık 2014).
- Atasoy, G.D.,** 2013, Pamukta (*Gossypium* spp.) kuraklık ve sıcaklık stresinin bazı agronomik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklere etkisinin incelenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim dalı.
- Aujla, M.S., Thind, H.S. and Buttar, G.S.,** 2005, Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting, Agric Water Manag 71: 167-179pp.
- Ayeneh, A., Ginkel, M., Reynolds, M.P. and Ammar, K.,** 2002, Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress, Field Crops Research 79, 173-184pp.
- Bahar, B., Yıldırım, M., Barutcular, C. and Genc, I.,** 2008, Effect Effect of Canopy Temperature Depression on Grain Yield and Yield Components in Bread and Durum Wheat, Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj 36 (1) 2008, 34-37pp.
- Bajji, M., Lutts, S. and Kinet J.M.,** 2001, Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions”, Plant Science, 160, 669-681pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Balkcom, K.S., Reeves, D.W., Shaw, J.N., Burmester, C.H. and Curtis, L.M.,** 2006, Cotton yield and fiber quality from irrigated tillage systems in the Tennessee valley, *Agronomy Journal*, 98:596-602pp.
- Basal, H., Dagdelen, N., Unay, A. and Yilmaz, E.,** 2009, Effects of deficit drip irrigation ratios on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fibre quality, *J Agron Crop Sci* 195: 19-29pp.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D.,** 1973, Rapid determination of free proline for water-stress studies, *Plant and Soil* 39, 205-207pp.
- Birgül, H.İ.,** 2008, Bazı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşitlerinde büyüme parametreleri ve hasat devrelerine göre lif özelliklerinin saptanması, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim dalı.
- Blum, A., Mayer, J. and Gozlan, G.,** 1982, Infrared thermal sensing of plant canopies as a screening technique for dehydration avoidance in wheat, *Field Crops Research*, 5: 137-146pp.
- Brito, G.G., Sofiatti, V., Andrade Lima, M.M., Carvalho, L.P. and Silva Filho, L.J.,** 2011, Physiological traits for drought phenotyping in cotton, *Maringá*, v. 33, n. 1, 117-125pp.
- Cetin, K., Emine, K., Remzi, E. and Oktay, G.,** 2009, Correlations and Path Coefficient Analysis between Leaf Chlorophyll Content, Yield and Yield Components in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under Drought Stress Conditions, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37, 241-244pp.
- Dagdelen, N., Yilmaz, E., Sezgin and 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, *Agricultural Water Management* 82, 63-85pp.
- Dağdelen, N., Başal, H., Yılmaz, E., Gürbüz, T. and Akçay, S.,** 2009, Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey, *Agricultural Water Management* 96, 111-120pp.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H.,** 1979, Yield response to water, *FAO Irrigation and Drainage Paper* 33, Rome, 193p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ekanayake, I.J., Datta, S.K. and Steponkus, P.L.,** 1993, Effect of water deficit stress on diffusive resistance, transpiration, and spikelet desiccation of rice (*Oryza sativa* L.), *Annals of Botany* 72, 73-80pp.
- Erice, G., Louahlia, S., Irigoyen, J.J., Sanchez-Diaz, M., Alami, I.T. and Avice, J.C.,** 2011, Water use efficiency, transpiration and net CO₂ exchange of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery, *Environmental and Experimental Botany* 72),123-130pp.
- Ertek, A. and Kanber, R.,** 2003, Effects of different drip irrigation programs on the boll number and shedding percentage and yield of cotton, *Agricultural Water Management*, 1–11pp.
- Flumignan, D.L., Faria, R.T. and Lena, B.P.,** 2012, Test of a Microlysimeter for Measurement of Soil Evaporation, *Eng. Agric., Jaboticabal*, v.32, n.1, 80-90pp.
- Freeland, Jr. T. B., Pettigrew, B., Thaxton, P. and Andrews, G.L.,** 2006, Agrometeorology and cotton production, Chapter 13A in guide to agricultural meteorological practices, 1-17pp.
- Gardner, B.R., Blad, B.L. and Wilson, G.D.,** 1986, Characterizing corn hybrid moisture stress sensitivity using canopy temperature measurements, *Remote Sensing of Environment*, 19: 207-211pp.
- Hare, P.D. and Cress, W.A.,** 1997, Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants, *Plant Growth Regul* 21:79-102pp.
- Husman, S., Johnson, K. and Wegener, R.,** 1999, Upland cotton lint yield response to several soil moisture depletion levels, *Arizona Cotton Report*, The University of Arizona College of Agriculture, index at '<http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1123/>'.
- Hussein, F., Janat, M. and Yakoub, A.,** 2011, Assessment of yield and water use efficiency of drip-irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficit irrigation, *Turk J Agric For* 35, 611-621pp.
- Ibragimov, N., Evett, S.R., Esanbekov, Y., Kamilov, B.S., Mirzaev, L. and Lamers, J.P.A.,** 2007, Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation, *Agricultural Water Management* 90, 112-120pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Judith, G. C. and Kenji, O.**, 1990, Chlorophyll a Fluorescence and Carbon Assimilation in Developing Leaves of Light-Grown Cucumber, *Plant Physiol*, 93, 1078-1082pp.
- Kang, Y., Wang, R., Wan, S., Hu, W., Jiang, S. and Liu, S.**, 2012, Effects of different water levels on cotton growth and water use through drip irrigation in an arid region with saline ground water of Northwest China, *Agricultural Water Management* 109, 117-126pp.
- Karademir, E., Karademir, C., Ekinci, R. and Gencer, O.**, 2010, Relationship between yield, fiber length and other fiber-related traits in advanced cotton strains, *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 38 (3), 111-116pp.
- Ko, J. and Piccini, G.**, 2009, Characterizing leaf gas exchange responses of cotton to full and limited irrigation conditions, *Field Crops Research* 112, 77-89pp.
- Kuslu, Y., Sahin, U., Tunc, T. and Kızılgılu, F.M.**, 2010, Determining Water-Yield Relationship, Water Use Efficiency, Seasonal Crop and Pan Coefficients for Alfalfa in a Semiarid Region With High Altitude, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16 (No 4), 482-492pp.
- Li, H. and Lascano, R.J.**, 2011, Deficit irrigation for enhancing sustainable water use: Comparison of cotton nitrogen uptake and prediction of lint yield in a multivariate autoregressive state-space model, *Environmental and Experimental Botany* 71, 224-231pp.
- Li, P., Dong, H., Liu, A., Liu, J., Sun, M., Wang, G., Zhang, S., Li, Y. and Mao, S.**, 2014, Diagnosis of premature senescence of cotton using SPAD value, *Agricultural Sciences* (5), 992-999pp.
- Lizana, C., Wentworth, M., Martínez, J.P., Villegas, D., Meneses, R., Murchie, E.H., Pastenes, C., Lercari, B., Vernieri, P., Horton, P. and Pinto, M.**, 2006. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress. I. Effects of drought on yield and photosynthesis, *Journal of Experimental Botany*, 57, 685-697pp.
- Ludlow, M.M. and Muchow, R.C.**, 1990, A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments, *Advances in Agronomy*, 43: 107-153pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mtui, T.A., Kanemasu, E.T. and Wassom, C.,** 1981, Canopy temperatures, water use and water efficiency of corn genotypes, *Agronomy Journal*, 73: 639-643pp.
- Najaphy, A., Khamssi, N.N., Mostafaie, A. and Mirzaee, H.,** 2010, Effect of progressive water deficit stress on proline accumulation and protein profiles of leaves in chickpea, *African Journal of Biotechnology* Vol. 9(42), 7033-7036pp.
- Oweis, T.Y., Farahani, H.J. and Hachum A.Y.,** 2011, Evapotranspiration and water use of full and deficit irrigated cotton in the Mediterranean environment in northern Syria, *Agricultural Water Management* 98, 1239-1248pp.
- Ödemiş, B. ve Baştuğ, R.,** 1999, İnfrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması, *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23, 31-37pp.
- Onder, D., Akıscan, Y., Onder, S. and Mert, M.,** 2009, Effect of different irrigarition water level on cotton yield and yield components, *Afr. J. Biotech.* 8 (8), 1536-1544pp.
- Yazar, A., Sezen, S.M. and Sesveren, S.,** 2002, LEPA and trickle irrigation of cotton in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey, *Agric. Water Manag.* 54, 189–203pp.
- Pace, P.F., Harry, T.C., Sherif, H.M., El-Halawany, J., Tom, C. and Scott, A.S.,** 1999, Drought-induced changes in shoot and root growth of young cotton plants, *J Cotton Sci* 3: 183-187pp.
- Padhi, J., Misra, R.K. and Payero, J.O.,** 2012, Estimation of soil water deficit in an irrigated cotton field with infrared thermography, *Field Crops Research* 126, 45-55pp.
- Parida, A.K., Dagaonkar, V.S., Phalak, M.S., Umalkar, G.V. and Aurangabadkar, L.P.,** 2007, Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to short-term drought stress followed by recovery, *Plant Biotechnol Rep* 1:37–48pp.
- Passioura, J.,** 2004. Water use efficiency in the farmer's field., In *Water use efficiency in plant biology*. Bacon, M.A. (ed.), 302-321pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Patil, M.D., Biradar, D.P., Patil, V.C. and Janagoudar, B.S.,** 2011, Response of cotton genotypes to drought mitigation practices, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 11 (3): 360-364pp.
- Pettigrew, W.T.,** 2004, Moisture Deficit Effects on Cotton Lint Yield, Yield Components, and Boll Distribution, Agron. J. 96: 377–383pp.
- Peynircioğlu, C.,** 2014, Kuraklık stresine dayanıklı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşit ıslahında kullanılacak pamuk genotiplerinin belirlenmesi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim dalı.
- Quinn, J. and Kelly, D.,** 2010, Crop growth stages Chapter 7d, Australian Cotton Production Manual, 40-43pp.
- Reynolds, M. P., Nagarajan, S., Razzaque, M. A. and Ageeb, O. A. A.,** 2001, Breeding for adaptation to environmental factors, heat tolerance, Reynolds, M. P., J. I. Ortiz-Monasterio, A. McNab (eds), Application of physiology in wheat breeding, Cimmyt, Mexico, DF, 124-135pp.
- Sampathkumar, T., Pandian, B.J., Rangaswamy, M.V., Manickasundaram, P. and Jeyakumar, P.,** 2013, Influence of deficit irrigation on growth, yield and yield parameters of cotton-maize cropping sequence, Agricultural Water Management 130, 90-102pp.
- Saradhi, P., Alia, P., Arora, S. and Prasad, K.V.,** 1995, Proline accumulates in plants exposed to UV radiation and protects them against UV induced peroxidation, Biochem Biophys Res Commun 209, 1–5pp.
- Smirnoff, N. and Cumbes, Q.J.,** 1989, Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes, Phytochemistry 28:1057–1060pp.
- Singh, Y., Rao, S.S. and Regar, P.L.,** 2010, Deficit irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in shallow soils of semi-arid environment, Agricultural Water Management 97, 965–970pp.
- Siripornadulsil, S., Train, S., Verma, DPS. and Sayre, R.T.,** 2002, Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae, Plant Cell 14:2837–2847pp.
- Tatar, O.,** 2009, C3 Grubu Tahıllarda Su Kullanım Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Stratejiler: Fizyolojik ve Agronomik Yaklaşımlar, 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Haziran 2009 – Konya.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tatar, Ö.**, 2011, Bazu ekmeklik buğday çeşitlerinde kuraklık stresine dayanıklılığın fizyolojik denetimi ve verim unsurları ile ilişkileri, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim dalı.
- Tatar, O., Brueck, H., Gevrek, M.N. and Asch, F.**, 2010, Physiological responses of two Turkish rice (*Oryza sativa* L.) varieties to salinity, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34: 451-459pp.
- Tatar, O. and Gevrek, M.N.**, 2008, Influence of water stress on proline accumulation, lipid peroxidation and water content of wheat, Asian Journal of Plant Science, 4: 409-412pp.
- Tekinel O. ve Kanber R.**, 1989, Pamuk Sulamasının Genel İlkeleri, Ç.Ü. Zir. Fak. Yardımcı Ders Kitapları Yay. No: 18, Adana, 2-9s.
- Turan M. and Göksoy A.T.**, 1995, Yem Bitkileri, T.C. Alma Üniv. Yayınları (Eripek, S., Edit.) No: 860. Açık Öğ. Fak. Yay. No: 456, Eskisehir, 275s.
- Ünlü, M., Kanber, R., Koç, D.L., Tekin, S. and 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.
- Verbruggen, N. and Herman, C.**, 2008, Proline accumulation in plants: a review, Springer-Verlag 2008.
- Yılmaz, E., Dagdelen, N., Sezgin, F. and Gürbüz, T.**, 2005, Aydın koşullarında farklı sulama yöntemleri ve sulama programlarının pamukta kütlü kalitesi üzerine etkisi, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2005; 2(1): 17-22s.
- Yuan-yuan, H., Ya-li, Z., Xiao-ping, Y., Dong-xia, Z., Hong-hai, L., Soon, C.W. and Wang-feng, Z.**, 2014, The relative contribution of non-foliar organs of cotton to yield and related physiological characteristics under water deficit, Journal of Integrative Agriculture 13(5), 975-989pp.

ÖZGEÇMİŞ

Uğur ÇAKALOĞULLARI, 25 Ekim 1989 Manisa’da doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini Ali Rıza Çevik İlköğretim Okulunda, lise öğrenimini 2007 yılında Manisa Süper Lisesinde tamamlamıştır. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Lisans eğitiminden 2012 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl içerisinde Agronomi Bilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.