

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fenil MAYA

**FARKLI SU VE GÜBRE SİSTEMLERİNDE PAMUK BİTKİSİNDE YAPRAK
SU POTANSİYELİNİN DEĞİŞİMİ**

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ADANA, 2007

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI SU VE GÜBRE SİSTEMLERİNDE PAMUK
BİTKİSİNDE YAPRAK SU POTANSİYELİNİN DEĞİŞİMİ**

Fenil MAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez.17.12.2007.Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

İmza:.....	İmza:	İmza:
Prof. Dr. Rıza KANBER DANIŞMAN	Prof. Dr. Müjde KOÇ ÜYE	Doç. Dr. Musatafa ÜNLÜ ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No :

**Prof. Dr. Aziz
ERTUNÇ
Enstitü Müdürü**

Bu Çalışma Ç.Ü. Araştırma Fonu Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No : ZF2006YL32

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

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI SU VE GÜBRE SİSTEMLERİNDE PAMUK BİTKİSİNDE YAPRAK SU
POTANSİYELİNİN DEĞİŞİMİ**

Fenil MAYA

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Rıza KANBER
Yıl : 2007, 44 sayfa
Jüri: Prof. Dr. Rıza KANBER
Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ
Prof. Dr. Müjde KOÇ

Bu çalışma, 2005 pamuk yetiştirme mevsiminde Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında yürütülmüştür. Araştırmada, farklı sulama programları ve azot kapsamları altında pamuk bitkisinde yaprak su potansiyelinin (YSP) zaman boyutunda değişimi incelenmiştir. Çalışmada, sulama programlarına bağlı olarak farklı azot miktarlarını kapsayan üç değişik sistem oluşturulmuştur. Diğer sulamalar açık su yüzeyi buharlaşma kabından (class A pan) elde edilen yaklaşık birer haftalık yığılımlı buharlaşma değerlerinin % 100'nün I₁ konusuna, %70'inin I₂ konusuna ve %50 sinin I₃ konusuna uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Sulama suyu ile birlikte konulara 40 ppm derişiminde azot uygulanmıştır.

Araştırma sonucuna göre I₁, I₂ ve I₃ deneme konularına sırasıyla 493, 316 ve 163 mm sulama suyu uygulanmıştır. Söz konusu sulama konularında kütlü verimleri sırayla 312, 349 ve 334 kg/da olmuştur. Elde edilen hasat indeksi değerleri ise sırasıyla 0.20, 0.29 ve 0.38'dir. Sulamadan önce, tam sulamanın yapıldığı konuda (I₁) YSP = -15.5 bar \mp 2.7, hafif stres konusunda (I₂) YSP = -17.8 bar \mp 3, orta stres konusunda (I₃) ise YSP = -20.1bar \mp 3.3 olarak ölçülmüştür Denemede en yüksek kütlü verimi, I₂ konusundan elde edilmiştir. Anılan konu dikkate alındığında, pamuk sulama zaman planlamasında, YSP = -17.8 bar değerinin kullanılabilceği, söylenebilir. Ayrıca, mevsim içerisinde farklı düzeylerde oluşturulan su stres düzeylerinden, pamuğun olumsuz biçimde etkilendiği; bitki boyu, örtü, yaprak alan indeksi(YAI) ve biyokütle gibi kimi bitki büyüme ölçütlerinin, tam sulama uygulamalarına göre, çok gerilerde kaldığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yaprak Su Potansiyeli (YSP), Pamuk, Kısıntılı Sulama

ABSTRACT

MSc THESIS

VARIATION OF COTTON LEAF WATER POTENTIALS UNDER DIFFERENT IRRIGATION AND FERTIGATION SYSTEMS

Fenil MAYA

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL STRUCTURES AND IRRIGATION
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Danışman: Prof. Dr. Rıza KANBER

Yıl : 2007, 44 sayfa

Jüri: Prof. Dr. Rıza KANBER

Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ

Prof. Dr. Müjde KOÇ

This study was carried out at the experimental field of the Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, University of Çukurova in 2005.

In this study, variation of leaf water potential (LWP) has been checked in water potential versus to time of cotton plant at different irrigation schedules. In this study, 3 different systems have been formed due to irrigation schedule which includes various Nitrogen amounts. Other irrigations were performed due to every one week conglomerated evaporation results that obtained from open water surface evaporation pot (class A pan). %100 of cumulative evaporation results was applied to I₁ treatment, %70 of cumulative evaporation results was applied to I₂ treatment, %50 of cumulative evaporation results was applied to I₃ treatment. 40 ppm Nitrogen has been applied with irrigation water.

Due to result of study, 493, 316 and 163 mm irrigation water have been applied to I₁, I₂ and I₃ experimental treatments in order. In these irrigation topics, mass efficiencies are 312, 349 and 334 kg/da. Obtained reaping index values are 0.20, 0.29 ve 0.38 in order. YSP results were given as follows below as to treatments YSP = -15.5 bar ± 2.7, Complete Irrigation was performed at (I1) treatment. YSP = -17.8 bar ± 3, Low stress was performed at (I2) treatment. YSP = -20.1 bar ± 3.3, Low stress was performed at (I3) treatment. The highest yield has been obtained at I₂ treatment according to these results. That results can be useful to designate the irrigation time and it is fixed that YSP = -17.8 bar value can be taken as a criterion to designate the irrigation time.

Keywords: Leaf Water Potential (LWP), Cotton, Deficity Irrigation

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimime başladığım günden bu yana çalışma konumun seçimi, yürütülmesi, değerlendirilmesi ve yazım aşamalarında her zaman destek ve katkılarını yanımda gördüğüm, engin bilgilerinden yararlanmaya çalıştığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Rıza KANBER'e en içtenlikle saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın planlanmasında tez yazım ve değerlendirme aşamasına kadar her türlü destek ve katkıyı sağlayan Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ'ye;

Tez çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör Servet TEKİN ve Arş. Gör D. Levent KOÇ'a;

Yüksek Lisans çalışmalarım boyunca her türlü zorluklara katlanarak sabır ve özveriyle beni destekleyen annem Fadime, tatlı kızım Eylül'e,

En içten dileklerle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. MATERYAL	
3.1.1. Deneme Yeri	7
3.1.2. Toprak Özellikleri	7
3.1.3. İklim Özellikleri	8
3.1.4. Bitki Çeşidi	8
3.1.5. Kullanılan Aygıtlar	8
3.2 YÖNTEM	9
3.2.1. Denemenin Düzenlenmesi	9
3.2.2. Tarımsal İşlemler	10
3.2.3. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi	11
3.2.4. Yaprak Su Potansiyeli Ölçümü	11
3.2.5. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi	12
3.2.6. Sulamaların Planlanması.....	12
3.2.7. Hasat İndeksi.....	13
3.2.8. Bitki Gelişimine İlişkin Gözlem ve Ölçümler	14
3.2.8.1. Yaprak Alan İndeksi(YAI).....	14
3.2.8.2. Kuru Madde Miktarları (Biyokütle).....	14
3.2.8.3. Örtü Yüzdesi.....	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	15
4.1. Yörenin İklim Koşulları.....	15

4.2. Sulamalar	15
4.3. Toprak Su İçeriği	18
4.4. Pamuk Su Tüketimi.....	18
4.5. Bitki Gelişme Ögelerinin Ölçümleri.....	19
4.5.1. Bitki Boyu	21
4.5.2. Yaprak Alan İndeksi (YAI).....	22
4.5.3. Örtü Gelişimi	23
4.5.4. Kuru Madde Miktarı (Biyo-kütle).....	24
4.5.5. Yaprak Su Potansiyeli (YSP).....	24
4.5.5.1. Yaprak Su Potansiyeli (YSP) Öğlen Vakti Ölçümleri.....	24
4.5.5.2. Gün Boyu Yaprak Su Potansiyeli Ölçümleri.....	27
4.6. Hasat İndeksi (HI) Değerleri.....	31
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	32
5.1. Sonuçlar.....	32
5.2. Öneriler.....	33
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Bazı Bitkilerin Kritik Yaprak Su Potansiyeli (YSP) Değerleri	3
Çizelge 3.1. Deneme Alanı Toprağının Fiziksel Özellikleri.....	7
Çizelge 3.2 Deneme Alanı Toprağının Bazı Kimyasal Özellikleri.....	7
Çizelge 3.3. 2005 Yılındaki Ekim, Gelişme ve Hasat Tarihleri	10
Çizelge 4.1. Pamuk Denemesinin 2005 Yılına İlişkin Kimi İklim Değerleri	17
Çizelge 4.2. Deneme Konularına Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (2005)	19
Çizelge 4.3. Deneme Konularına Göre Uygulanan Gübre Miktarları	19
Çizelge 4.4. Bitki Boyu, Örtü Yüzdesi, Yaprak Alan İndeksi (LAI) ve Kuru Madde Miktarı (Biyo-Kütle)	22
Çizelge 4.5. Tüm Konulara Göre Verim ve Hasat İndeksi (HI)	34

ŞEKİLLER DİZİNİ	SAYFA
Şekil 3.1. Deneme planı	9
Şekil 3.2. Yaprak su potansiyeli ölçüm aleti.....	12
Şekil 4.1. Oransal nem ve rüzgar hızı değerlerinin değişimi	17
Şekil 4.2. Pamuk yetiştirme mevsimi boyunca sıcaklık değerleri (2005)	18
Şekil 4.3. Büyüme mevsimi boyunca toprak su içeriği değişimi.....	20
Şekil 4.4. Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde su tüketimi	21
Şekil 4.5. Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde bitki boy gelişimi	23
Şekil 4.6. Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde yaprak alan indeksi ..	24
Şekil.4.7. Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde örtü gelişimi	25
Şekil 4.8. Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde kuru madde miktarı ..	26
Şekil 4.9.a. Sulama öncesi saat 12:00'de alınan YSP ölçümleri	27
Şekil 4.9.b. Sulama sonrası saat 12:00'de alınan YSP ölçümleri	27
Şekil 4.10. Sulama öncesi oransal nem ve sıcaklık değerlerinin gün boyu değişimi.	28
Şekil 4.11. Sulama öncesi (b) ve sulama sonrası (a,c) tüm gün YSP ölçümleri	29
Şekil 4.12. (a b c) Hava sıcaklığı ile oransal nem değişimi	30
Şekil 4.13. Sulama sonu dönemde YSP değerinin değişimi	32

1. GİRİŞ

Sulamanın temel amacı, bitkisel verimi arttırmak için gerek duyulan suyu sağlamaktır. Bu nedenle, gelişme veya verim, sulama gereksinimi ve sulama programı belirlenirken göz önünde tutulacak en önemli etmenlerdir.

Günümüzde dünyanın yüz yüze kaldığı su kıtlığı; gıda gereksinimi ve iklim değişimi gibi konular çok karmaşık bir biçimde birbirine bağlıdır. Sera etkisine bağlı olarak ortaya çıkan küresel ısınma, suyun kütleli dağılımında, önceden boyutları kestirilemeyen bir durum yaratmaktadır. Bu durum, kimi bölgelerin aşırı ölçüde yağış alacağını, buna karşı diğer bölgelerin yağış miktarlarında ciddi boyutlarda düşüşlerin olacağını; zaten suyu sınırlı olan ülkelerin süresiz bir su kıtlığı dönemine gireceğini göstermektedir. Belirtilen ıslaklık ve kuraklık olasılıklarının, tarımsal üretimde olumsuz etkilerinin azaltılması, ancak, yeni çözüm arayışı ve geliştirilmesi ile olasıdır. Bu nedenle bitki su gereksinimi, suyun etkin kullanımı, sulama programının doğru bir şekilde oluşturulmasına ilişkin kapsamlı bilgiler, önemli bir amaç haline gelmiştir.

Bitki gelişmesinin, bitki dokularındaki su dengesi ile doğrudan ilişkili olduğu yaygın şekilde kabul edilmektedir. Su eksikliği durumunda bitkilerdeki fizyolojik süreçler bozulmakta ve bu durumda önce bitki büyümesi sonra da verim etkilenmektedir. Bitkilerde topraktan soğurularak atmosfere verilen su miktarını dokulardaki su dengesi belirlemektedir (Hagan ve Laborde, 1964; Tekinel ve Kanber, 1978).

Sulama suyu gereksiniminin kabul edilebilir değerlendirilmesi, bitkilerin su eksikliğinden etkilenmeleri durumunda gelişmelerinde gözlenecek değişikliklere dayandırılmalıdır. Sulama suyu, optimum büyümeden sapmaları önleyecek veya en az düzeye indirecek biçimde bitki tarafından gereksinildiği kadar sağlanmalıdır.

Anılan amaca ulaşmak için bitkilerdeki su durumunu belirlemek üzere bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden kimileri toprak ve çevreyi, kimileri de bitkiyi esas almaktadır.

Bitki; toprak ve atmosferden oluşan tüm çevresini bünyesinde birleştirdiğinden, ne toprak suyu durumu ne de atmosferik istem gerçek anlamda bitki su durumunu yansıtmaz. Bu nedenle, bitki su durumunun belirlenmesine

yönelik fizyolojik yaklaşımlar, giderek daha çok ağırlık kazanmaktadır. Uygun bitkisel parametrelerin ölçülmesi yoluyla bitkinin genel durumunun bir değerlendirilmesi yapılabilir ve bu bilgileri kullanarak sulamaya karar verilebilir (Boyer, 1969; Reginato ve Howell, 1985).

Günümüze dek, bitkilerin su durumunun dolaylı yada doğrudan ölçülmesine ve bitkilerdeki su stresi belirtilerine ilişkin bir çok çalışma yapılmış ve çok sayıda yöntem ortaya koyulmuştur (Denmead ve Shaw, 1962; Ehlig ve Gardner, 1964; Namken ve ark., 1969; Thomas ve ark., 1971; Namken ve ark., 1971; Ehrler, 1973; Radulovich ve ark., 1982). Anılan yöntemler, su potansiyelini ölçen teknikler (basınç teknikleri, psikometrik yöntemler vb.), su içeriği yöntemleri (oransal turgorite, beta ışını ölçüm yöntemi vb.), bitkilerde görsel stres belirtileri saptayan yöntemler (yaprak, meyve, gövde, sap gelişimindeki değişikliklerin izlenmesi; yaprak sıcaklığının değişimi vb.) şeklinde sınıflandırılabilir. Ancak, ekonomik kaygılar, yitirilen zaman, çalışacak kişi sayısı kısıtlandığından, anılan yöntemlerin çoğunun, fizyolojik çalışmaların ötesinde, sulama programlanması amacıyla kullanılabilirlikleri sınırlıdır (Stegma ve ark., 1986).

Yaprak su potansiyeli, sulama programlanmasında sıkça kullanılan fizyolojik bir ölçüttür. Bitki bünyesindeki suyun enerji durumunu, diğer bir deyimle bitkilerde su hareketi için yönlendirici bir gücü tanımlayan yaprak su potansiyeli (YSP); "bar" (0.987 atm=0.1 MPa) olarak ifade edilen ve yapraklardaki suyun enerji durumunun aynı sıcaklıktaki saf suyun enerji durumundan ne kadar geri olduğunu gösteren negatif bir değerdir. Belirtilen değer, transpirasyonal akış ve toprağın su kapsamına göre değişmesi, bitki su ilişkisinin değerlendirilmesinde YSP'nin önemini göstermektedir (Camacho ve ark., 1974). Bu çalışmanın amaçları, özet olarak, aşağıdaki gibi sıralanabilir: (1) Farklı sulama programları altında pamuk bitkisinde yaprak su potansiyelinin zaman boyutunda değişiminin saptanması; ve (2) sulama zamanının belirlenmesinde yaprak su potansiyeli (YSP) değerlerinden yararlanma olanaklarının belirlenmesi.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kaufman'a (1981) göre yaprak su potansiyelinin kritik düzeyi , bitkinin türü ve gelişme evresi aynı zamanda bulunduğu ortam koşullarına bağlı olarak değişmektedir ve toprak su potansiyelinin azalmasıyla değeri hızlı bir şekilde düşmektedir. Bazı bitkilerin kritik YSP değerleri Çizelge 2.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı Bitkilerin Kritik YSP değerler (Kaufman, 1981)

Bitki Türü	Kritik YSP değeri (-bar)
Domates	6
Soya	10-12
Şeker Pancarı	13
Arpa	30
Asma	13
Elma	18-20
Elma	< 25
Pamuk	17-18
Mezofil Bitkiler	< 30

Çizelge 2.1'de belirtilen kritik YSP düzeylerine karşın literatürden de bilindiği gibi, YSP değerleri bitkinin gelişmişlik düzeyine (Steinberg ve ark., 1989), hatta ölçüm yapılan zaman dilimine göre (Kaynaş, 1996) değişebilmektedir.

Goldhamer ve ark. (1986), genç ve henüz gençlik kısırlığı döneminden yeni çıkmakta olan Antepfıstığı ağaçlarında (11 yaş) farklı sulama düzeylerinde yaptıkları YSP ölçümlerinde sulanmayan konularda yaprak su potansiyeli değerini, -3.59 MPa, tam sulanan konularda ise -1.54 MPa olarak ölçmüşlerdir.

Goldhamer ve ark. (1985), bitkilerden transpirasyon yoluyla oluşan su kayıplarının, yapraklarda bulunan stomalar tarafından kontrol edildiğini açıklamışlardır.

Monastra ve ark. (1997), antepfıstığı yapraklarının iki yüzünde bulunan stomalar nedeniyle kuraklığa oldukça dayanıklı olduğunu ve stomaların açılıp kapanmasının dış ortamdaki oransal nem tarafından kontrol edildiğini açıklamışlardır. Çalışmaya ilişkin bulgularda, günün sıcak saatlerinde havanın oransal neminin artmasıyla stomalar kapanmakta ve yaprak su potansiyeli değeri

tekrar negatif yönde azalmaya başlamaktadır.

Grimes ve Yamada (1982a), çalışmalarında basınç odacığı tekniğı ile ölçtükleri yaprak suyu potansiyeli değerlerine göre pamuğı sulamışlardır. Araştırmacılar, yaprak suyu potansiyelinin büyüme mevsimi başlarında -16 bar'a, mevsimin ortalarında -18 ile -20 bar'a ve çiçeklenmenin en yoğun olduğı dönemde ise -18 bar'a inmesi durumunda sulama yapılmasını önermişlerdir.

Steinberg ve ark. (1989), yaşlı şeftali ağaçlarında, farklı olgunluktaki yaprakların YSP, osmatik potansiyel, turgor potansiyeli ve stoma iletkenliğı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarda; değışik toprak nem içeriğı koşullarında genç yaprakların, yaşlı yapraklara göre -2.4 bar daha yüksek YSP'ne sahip olduklarını belirtmişlerdir. Elverişli suyun farklı düzeylerinde sulama uygulanan bitkilerde, en yüksek ve en düşük nem düzeyinde sulanan bitkilerin genç yapraklarında yaklaşık 5 bar, yaşlı yapraklarda ise 4 bar değerinde farklılıklar saptamışlardır.

Farklı sulama düzeylerinin şeftali ve nektarın çeşitlerinde YSP üzerine olan etkilerini inceleyen Kaynaş (1994); YSP değerlerinde günlük ve mevsimlik değışmeler olduğunu saptamıştır ve bütün bitkilerde gün ortasında yapılan mevsimlik ölçmelerde YSP değerlerinin zamanla azaldığı ve bitkiye verilen su miktarı kısıtlandıkça, azalmaların arttığını ifade etmiştir. Günlük YSP değışimlerinde, güneş doğmadan önce maksimum olan YSP'nin, gün ortalarında minimum düzeye ulaştıktan sonra tekrar artış gösterdiği belirlenmiştir.

Özmen (2002), verim çağındaki antepfıstığı ağaçlarında yürüttüğü çalışmasında tam ve eksik sulanan konularda en düşük YSP değerini sırasıyla -3.2 MPa ve -2.9 MPa olarak ölçüldüğünü rapor etmiştir.

Aydın (2004), antepfıstığında farklı sulama su ve azot düzeylerinin kullanıldığı çalışmasında tam sulanan ve en fazla azot verilen konu ile sulanmayan konularında yaprak su potansiyeli ölçümleri yapmıştır. Sulanan konularda YSP değerleri, sulama dönemi ortasında yaklaşık -2.5 MPa'ya kadar ulaşmakta; bu değerden sonra stomalar kapanarak transpirasyonu önlemeye yönelmektedir. Sulanmayan konuda ise anılan değer -3.68 MPa olarak ölçülmüştür. Sulanan konularda, sulanmayan konuya göre sürekli bir azalma (negatif yönde artış) görülmüştür.

Takahiro ve ark. (2006) Akdeniz ikliminde buğday bitkisinde YSP'nin sulama zaman belirteci olarak kullanımının uygunluğunu göstermek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılara göre; YSP'ni etkileyen 3 önemli faktör bulunmaktadır: Toprak su koşulları, gece saatlerindeki hava koşulları ve toprak yüzey koşulları. Sonuç olarak sadece YSP sulama zaman belirteci olarak kullanılması, önerilmemiştir. Bu durumu, üründe azalmalara neden olmasına bağlamışlardır. Araştırmacılar, ileriki çalışmalarda havanın diğer karakteristik özelliklerini de inceleyerek (günlük sıcaklık aralıkları, nem değerleri gibi) uygun sulama belirteci oluşturulmaya karar vermişlerdir.

Bitkilerdeki herhangi bir zamandaki su durumunu, Cowan (1965) bitkinin su kaybetmesi ve alması arasındaki oran ile tanımlanmıştır. Buna göre, su potansiyeli kayıp ve alımın eşit olduğu durumda sabit kalmamaktadır. Güneşli havalarda, atmosferin buhar basıncı arttığı için su kaybıda artacaktır.

Sulama zamanı, bitki su içeriğine bağlı olarak saptanabilir. Bitki hücre su durumu kimyasal potansiyel ya da su potansiyeli ile karakterize edilebilir (Kramer ve Boyer, 1975). Öğle vakti yaprak su potansiyeli, bitkideki su durumunu en iyi şekilde gösterdiği için, genellikle dikkate alınır. Bir çok araştırmacı YSP ile bitki su parametreleri arasında yakın bir ilişkinin olduğunu göstermişlerdir. Topraktaki elverişli su (Stricevic ve Caki, 1997), evapotranspirasyon (Meyer ve Green, 1980), oransal transpirasyon (Valancogne ve ark, 1997), günlük minimum stoma iletkenliği (Dwyer ve Stewart, 1984), yaprak yaşı ve fotosentez (Turner ark., 1986), gibi bitkiyle ilgili kimi parametreleri YSP ile açıklamışlardır.

Sato ve Sakuratani (2005), kuzey Suriye koşullarında beş farklı buğday çeşidinde üç farklı sulama programı deneyerek sulama zamanının belirlenmesinde şafak vakti yaprak su potansiyelini ölçümlerini kullanmışlardır. Toprak su potansiyeli, atmosferin buhar basıncı açığı ve kök yoğunluğu ile YSP arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Tek başına YSP'nin sulama zamanını belirlemede kullanılamayacağını saptamışlar ve YSP'ni toprak su potansiyeli, atmosferin buhar basıncı açığı ve kök yoğunluğu ile ilişkilendirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Deneme Yeri

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 2005 yılı pamuk yetiştirme mevsiminde yürütülmüştür. Deneme alanı, 36°59' N; 35° 18' E enlem ve boylamlarında; denizden 20 m yükseklikte bulunmaktadır.

3.1.2. Toprak Özellikleri

Deneme alanı toprakları, Mutlu serisinde yer almaktadır; düz ve düze yakın topografyadadır. Bütün profil yüksek oranda şişme özelliği gösteren kil içerir. Kireç bakımından orta derecede zengin ve koyu kırmızımsı kahverengindedir (Özbek ve ark., 1974). Deneme alanı topraklarının sulama yönünden kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1 ve 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Alanının Toprağının Fiziksel Özellikleri

Derinlik (cm)	Toprak Dane Büyüklük Dağılımı			Bünye	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi (g/g);%	Solma Noktası (g/g),%
	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)				
0-30	27.6	21.2	51.2	Kil	1.19	34.4	17.5
30-60	27.5	19.1	53.4	Kil	1.16	36.7	18.2
60-90	28.4	18.1	53.5	Kil	1.15	38.4	19.1
90-120	27.4	19.1	53.5	Kil	1.25	37.8	19.4
120-150	25.3	21.3	53.4	Kil	1.24	37.0	18.7

Çizelge 3.2. Deneme Alanının Toprağının Bazı Kimyasal Özellikleri

Doygunluk (%)	pH	Tuz İçeriği (EC ₂₅ x10 ³)	Organik Madde (%)
64.6	7.87	0.21	1.34
67.3	7.61	0.12	1.07
69.3	7.81	0.14	-
66.5	7.97	0.13	-
72.4	7.64	0.18	-

Fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanılan bozulmuş toprak örnekleri, Petersen ve Calvin (1965), Benami ve Diskin (1965) tarafından verilen sistematik örnek alma esasına göre, önceden belirlenmiş toprak profillerinin 120 cm derinliğine kadar 30 cm'lik katmanlardan alınmıştır. Bozulmamış toprak örnekleri için, arazinin farklı noktalarında 150 cm derinliğe kadar açılan 1x2 m ölçülerinde profil çukurları kullanılmıştır. Örneklerin alınmasında USSLS (1954)'de verilen esaslara göre 100 cm³'lik çelik silindirler kullanılmıştır. Ayrıca denemede kullanılan sulama suyu sınıfının C₂S₁ olduğu belirlenmiştir.

3.1.3. İklim Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı yörede Akdeniz iklimi hüküm sürmekte olup, yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Çalışma yılına ilişkin iklimsel veriler, deneme alanında bulunan iklim gözlem istasyonundan ve Bowen sisteminden alınmıştır. Çukurova da pamuk yetiştirme döneminde (Mayıs–Ekim) sıcaklıklar, 15.7-37.9 °C arasında değişmektedir. Bölgede uzun yıllık ortalama yağış miktarı 650 mm dolaylarındadır. Yağış dağılımı türdeş değildir. Yağışın % 90'ı kışın düşmektedir. Yıllık ortalama oransal nem % 66, rüzgar hızı 2 m/s dolaylarındadır.

3.1.4. Bitki Çeşidi

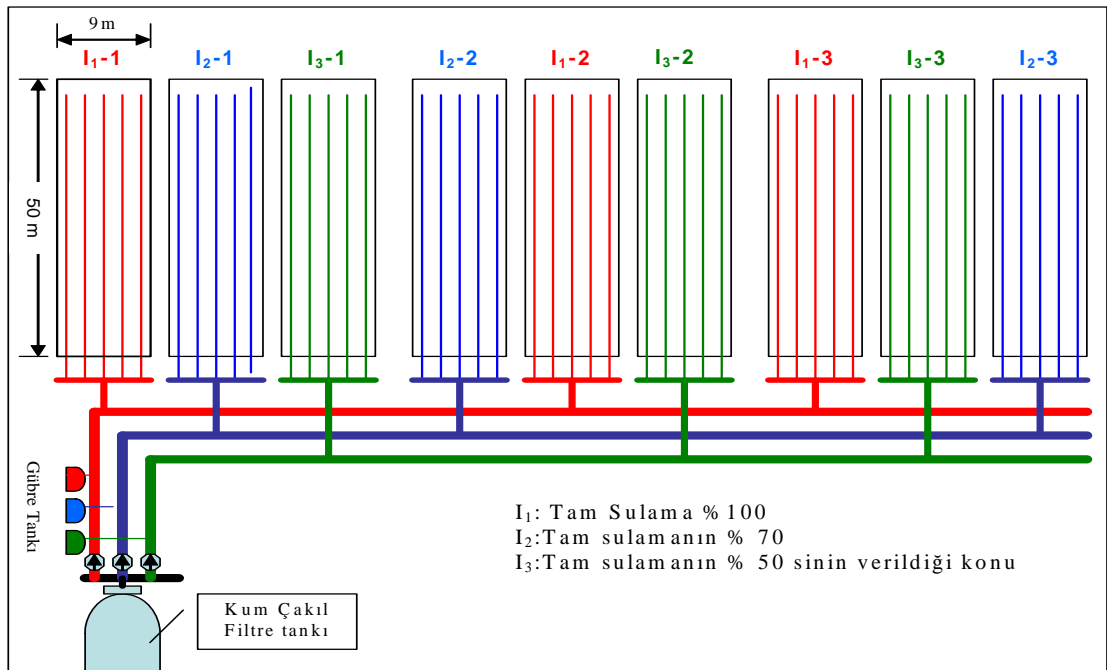
Araştırmada SG-125 pamuk çeşidi kullanılmış ve 70 cm sıra arası 20 cm sıra üzeri olacak biçimde ekim yapılmıştır. Anılan çeşit, dik ve uzun boyludur, gelişmesi kuvvetlidir; yukarı doğru dallanmakta, meyveleri genellikle orta kısımlarda tutulmaktadır. Söz konusu çeşit, bölgede ekimi yapılan diğer standart çeşitlerden daha erkenci ve sulamaya karşı daha duyarlıdır. Ayrıca beyaz sineğe (*Bemissia Tabaci Genn.*) karşı dayanıklılığı da diğerlerine oranla daha yüksektir.

3.1.5. Kullanılan Aygıtlar

Çalışmada sıcaklık, oransal nem, rüzgar hızı, net ve solar radyasyon değerleri, deneme alanı yakınına kurulmuş olan Bowen sisteminden alınmıştır. Yaprak su potansiyelini (YSP) ölçmek için basınç odacığı aleti kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan damla sulama sisteminin öğeleri, konumu ve deneme planı Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Sistemin denetim biriminde; basınç düzenleyicisi,

kum tankı, elek filtre, manometre, vana ve su sayacına yer verilmiştir. İletim biriminde; ise ana boru, yan boru (manifold), lateraller ve damlatıcılar bulunmaktadır. Sistemde 16 mm çapında PE lateral borular kullanılmıştır. Lateraller üzerinde 70 cm aralıklarla baştan gecik (in-line) damlatıcılar yer almaktadır. Suyun her deneme parseline ölçülü olarak verilmesi için 3 adet su sayacı ve ölçülü gübre vermek içinde 3 adet gübre tankı kullanılmıştır. Yaprak alanlarının ölçümlerinde optik alan ölçerden, topraktaki nem miktarının belirlenmesinde etüvden (kurutma fırını), toprak örneklerinin alınmasında Auger-hole'den yararlanılmıştır.



Şekil 3.1. Deneme Planı

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Denemenin Düzenlenmesi

Deneme, 2005 yılında 100x100 m ölçülerinde pamuk ekili bir tarlada ve aşağıda açıklandığı gibi yürütülmüştür. Çalışmada farklı sulama uygulamaları ile birlikte farklı azot miktarlarını kapsayan üç sistem oluşturulmuştur. I₁ tam sulama konusunu göstermektedir. Bu konuda, mevsim boyu bitkinin sulama suyu

gereksiniminin tümü karşılanmıştır. I₂, hafif stres konusunu oluşturmaktadır ve mevsim boyu bitkinin sulama suyu gereksiniminin tam sulamaya göre, 0.70 i karşılanmıştır. I₃, orta düzeyde stres oluşturulan konu; bu konuda sulama suyu gereksiniminin, tam sulamaya göre, 0.50'si verilmiştir. Deneme konularını içeren parseller, şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre üç yinelemeli olarak arazide konumlandırılmıştır. Bloklar, şeritvari biçimde tertiplenmiştir. Parseller, 8.4 m x 50 m (0.70 m sıra aralıklı 12 sıra) boyutlarındadır.

3.2.2. Tarımsal İşlemler

Ekim, ilkbaharda 5 cm toprak derinliğindeki sıcaklık 15 °C üzerine çıktığı zaman yapılmıştır. Ekim öncesi toprak pulluk ile sürülmüş ve tarla yüzeyi tapan çekilerek düzeltilmiştir. Tohum, çimlenmenin hızlandırılması için ekimden bir gün önce suyla ıslatılmış ve toprak altı zararlılarına karşı ilaçlanmıştır. Toprak ve tohum hazırlığı tamamlandıktan sonra ekim işlemi, toprağın 3-4 cm derinliğine, 0.70 m sıra aralığı ve dekara 6-7 kg tohum düşecek şekilde mibzerle 13 Mayıs 2005 tarihinde yapılmıştır. Çalışmada kullanılan gübrelerin tümü su ile verilmiştir. Çıkıştan başlayarak mevsim boyunca ve sulamalardan sonra, el ve makine çapası yapılmıştır. Değinen işlem, tam örtü oluşuncaya dek sürdürülmüştür.

Pamuk, tüm konularda, türdeş bir gelişme göstermiş ve deneme süresince bitkinin gelişme dönemleri gözlenmiştir. Çalışmaya ilişkin ekim, gelişme ve hasat tarihleri aşağıda, Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Denemede Saptanan Ekim, Gelişme ve Hasat Tarihleri

Ekim Tarihi	Çıkış	İlk Tarak	İlk Çiçek	İlk Elma	İlk Açma	Hasat 1. El	Hasat 2. El
13\5	21\5	2\7	I ₃ 14\7 I ₂ 16\7 I ₁ 18\7	I ₃ 16\7 I ₂ 18\7 I ₁ 20\7	I ₃ 18\8 I ₂ 20\8 I ₁ 24\8	22\9	13\10

Ekimden hasada değin ortaya çıkan hastalık ve zararlılara karşı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nün görüşleri doğrultusunda savaşım yapılmıştır.

3.2.3. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi

Her sulamadan önce, bütün konulardan gravimetrik yöntemle toprak örnekleri alınmıştır. 30 cm'lik katmanlardan 120 cm'e dek alınan toprak örnekleri, etüvde 105⁰C, 24 saat süreyle kurutulmuştur. Değınilen örneklerden elde edilen sonuçlar, bitki su tüketiminin hesaplanmasında kullanılmıştır.

3.2.4. Yaprak Su Potansiyeli Ölçümleri

Deneme konularında, pamuk bitkisinin yaprak su potansiyeli, basınç odacığı aleti (Şekil 3.2.) kullanılarak ölçülmüştür (Baştuğ ve Kanber, 1989). Ölçümler, sulamalardan önce ve sonra, güneş ışınlarının yeryüzüne dik olarak geldiği öğlen saatlerinde (12:00-13:00) yapılmıştır. Bunun dışında, mevsim ortasında sulamadan önce, mevsim sonunda ise sulamadan bir gün önce ve bir gün sonra olmak üzere gün boyu ölçümler alınmıştır. Bu amaçla tan yeri ağarmadan önce (şafak vakti) başlayarak gün batımına dek (akşam saatleri) 2'şer saat aralıklarla yaprak su potansiyeli ölçülmüştür. Yaprak su potansiyeli ölçümleri, ikinci derimde sona erdirilmiştir.



Şekil 3.2. Yaprak su potansiyeli ölçüm aleti

Ölçümlerde, pamuk bitkisinin en üstteki ve güneşe bakan yaprağı kullanılmıştır. Su potansiyeli ölçümü için bitki örneği kesilmiş, yaprak sapının ucu

dışarı çıkıntı yapacak şekilde basınç odacığına koyulmuştur. Bitki örnekleri, plastik torbalar içerisinde, aletin bulunduğu yere dek taşınmıştır (Hisio,1993). Ölçümlerde, Goldhamer ve ark. (1986); Hisio (1993) tarafından verilen ilkelerden yararlanılmıştır.

3.2.5. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi

Deneme konularında bitki su tüketiminin belirlenmesinde James (1988) tarafından verilen su dengesi eşitliği kullanılmıştır (Eşitlik 1).

$$ET = I + R + Cr - Dp - Rf \mp \Delta S \quad (1)$$

Eşitlikte; ET, bitki su tüketimi (mm), I, sulama suyu miktarı (mm), R, yağış miktarı (mm), Cr, kılcal yükseliş (mm), Dp, derine süzülme kayıpları (mm), R_f, yüzey akış kayıplarını (mm), Δs, toprak profilindeki nem değişimi (mm).

Eşitlikte sulama suyu (I), her konu için ayrı ayrı ölçülmüştür. Yağış (R) değeri, deneme alanındaki pülviyometreden alınmıştır. Deneme alanı topraklarında taban suyu sorunu bulunmamaktadır, bu nedenle denklemdaki kılcal yükseliş (Cr) sıfır olarak alınmıştır. Kök bölgesinde (120 cm) sulamadan önceki nem değeri ile uygulanan su miktarlarının toplamının, tarla kapasitesi değerinin üzerindeki miktarı, derine sızma olarak kabul edilmiştir (Kanber ve ark., 1993).

3.2.6 Sulamaların Planlanması

Pamuk bitkisinin çimlenmesi için yağmurlama sistemi kullanılarak 17 Mayıs ve 21 Mayıs'ta sırasıyla, 18 mm ve 9 mm'lik can suyu uygulanmıştır. Sulama konuları oluşturulduktan sonra bitkinin büyüme dönemi boyunca gereksinim duyduğu sulama suyu, damla sistemi ile uygulanmıştır. Denemede üç farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Her bir deneme konusunda ilk sulamalar, farklı yaprak su potansiyeli ölçüm değerlerine göre, I₁ konusunda -15 bar, I₂ konusunda -17 bar ve I₃ konusunda ise -20 bar olduğunda, yapılmıştır. YSP değerlerine göre yapılan ilk sulamalarda topraktaki eksik suyu tarla kapasitesine getirecek kadar su uygulanmıştır. Diğer sulamalar açık su yüzeyi buharlaşma kabından (Class A pan) elde edilen birer haftalık yığılımlı buharlaşma değerlerinin % 100'nün I₁ konusuna, % 70'inin I₂ konusuna ve % 50'sinin I₃ konusuna uygulanması ile gerçekleştirilmiştir. Sulama suyu Kanber (1984)'de verildiği gibi, açık su yüzeyi

buharlaşmasından, bitki-pan katsayılarından ve ıslatma yüzdesi değerlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Eşitlik 2).

$$V = (1000) \times A \times E_p \times K_{cp} \times P \quad (2)$$

Eşitlikte; V, Sulama suyu miktarı (L), A, parsel alanı (m²), E_p, sulama aralıklarında A sınıfı buharlaşma kabından (CAP) ölçülen yığılımlı buharlaşma miktarı (mm), P, ıslatma yüzdesi (%), K_{cp}, bitki katsayısı

Eşitlik 2’de kullanılan K_{cp} değeri pamuk bitkisi için 1 alınmıştır. Ayrıca örtü yüzdesi, her sulama öncesi bitki taç genişliği ölçülerek hesaplanmıştır.

İşletme sırasında lateral başında ve sonunda basınç ölçümleri yapılmış, yük kayıplarının istenilen sınırlarda kalmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca, sulama anında daha önce etiketlenmiş her lateralın başlangıcında, ortasında ve sonunda yer alan damlatıcılardaki debi ölçümleri yapılarak, damlatıcıların istenilen debiye ulaşıldığı test edilmiştir (Nakayama ve Bucks, 1986). Sulama süresi, uygulanacak sulama suyu miktarına, damlatıcı debisi ve sayısına bağlı olarak aşağıda verilen eşitlikle hesaplanmıştır.

$$T_c = \frac{V}{q \times n_e \times L_s} \quad (3)$$

Eşitlikte, T_c, sulama süresi (saat); V, sulama suyu, (L); q, damlatıcı debisi, (L/saat); n_e, lateraldeki damlatıcı sayısı (adet); L_s, parseldeki lateral sayısı (adet). Parsellere uygulanan su miktarları, ayrıca, denetim biriminde bulunan bir su saati aracılığı ile denetlenmiştir.

Sulamalarla birlikte konulara üç farklı gübre, azot (N, 40 ppm), fosfor (P, 10 ppm) ve potasyum (K, 15 ppm) uygulanmıştır. Sulama mevsimi sonunda, uygulanan su miktarlarına bağlı olarak, farklı azot dozları elde edilirken, diğer gübreler, olabildiğince eşit uygulanmaya çalışılmıştır.

3.2.7. Hasat İndeksi

Birim kuru madde miktarına karşı elde edilen birim verim değerinin oranı olarak adlandırılan hasat indeks değerleri, çalışma yılı için, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Hsiao, 1993).

$$\text{Hasat indeksi (HI)} = \frac{\text{Verim}(g / m^2)}{\text{Biyokütle}(g / m^2)} \quad (4)$$

3.2.8. Bitki Gelişimine İlişkin Gözlem ve Ölçümler

3.2.8.1 Yaprak Alan İndeksi (LAI)

Bu amaçla denemede bitki sıralarının 1 m'lik uzunlukları kullanılmıştır. Anılan uzunluk üzerindeki bitkiler, toprak yüzeyinden kesilmiş; örneğin içerdiği yaprakların tümünün bir yüzeylerinin alanları, optik yaprak alan ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen yaprak alanların toplamı, alınan bitkilerin temsil ettiği alana oranlanarak yaprak alan indeksleri hesaplanmıştır (Mitchell, 1970).

3.2.8.2 Kuru Madde Miktarları (Biyokütle)

Biyokütle değerleri, yaprak alan indeksinin belirlenmesinde kullanılan bitki örneklerinde saptanmıştır. Yaprak alanları ölçüldükten sonra, yaprak dahil, tüm bitki kısımları küçük parçalara ayrılarak, kağıt torbalar içinde 65-68 °C'lik etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur (Roberts ve ark., 1985). Kurutulan örnekler tartılmış ve anılan bitki örneğinin temsil ettiği alana oranlanarak birim alana düşen kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Gardner ve ark., 1985).

3.2.8.3 Örtü Yüzdesi

Bitkinin toprak yüzeyini örtme durumu, sulama öncesi bitkinin taç genişlikleri ölçülerek saptanmıştır. Bu amaçla her parseldeki 5, 6 ve 7. sıraların üç ayrı noktasında işaretlenmiş bitkiler kullanılmıştır. Ölçümlerde hem taç eni, hem de bitki boyu değerleri alınmıştır. Her konunun yinelemelerinde toplam 9 bitki, parsellerde ise toplam 81 bitkinin boyu ve örtü gelişimi ölçülmüştür. Ölçümler, tam örtüye ulaşınca dek devam etmiştir. Tam örtüden hasada dek yalnızca bitki boyu ölçümleri yapılmıştır. Örtü yüzdeleri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$P_{\text{örtü}} = \frac{a_t}{b_s} \quad (5)$$

Eşitlikte; $P_{\text{örtü}}$, örtü oranı, a_t , bitki taç genişliği, (m); b_s , bitki sıra aralığı (m).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Yörenin Atmosferik Koşulları

Deneme boyunca maksimum ve minimum hava sıcaklığı (Tmax, Tmin), oransal nem (RH), rüzgar hızı (u), solar radyasyon (Rs) ve yağış(R) değerlerine ilişkin aylık ortalamalar, Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Pamuk Denemesine İlişkin Kimi İklimsel Değişkenler (2005)

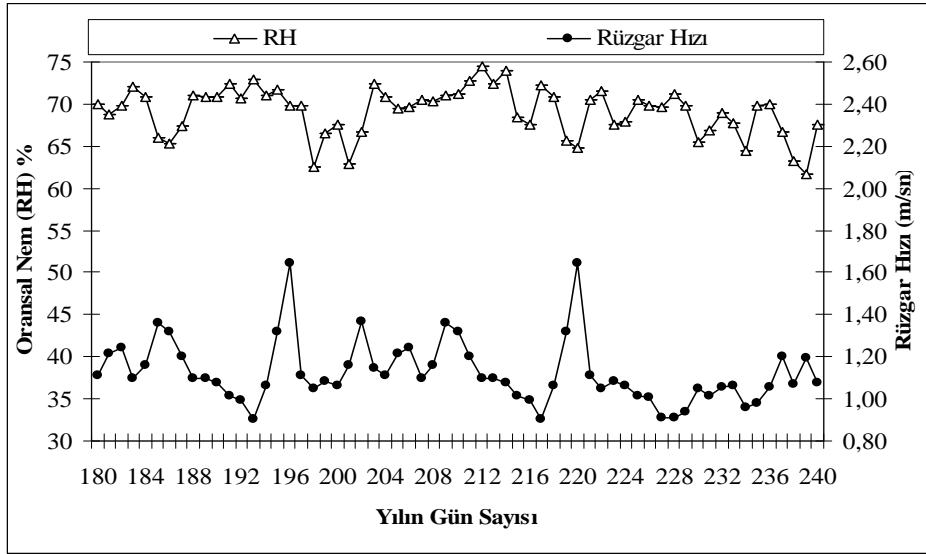
	AYLAR											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek.	K	Ar.
Tmax, °C	15	15	18	22	26	32	34	35	33	28	21	19
Tmin, °C	4	5	7	8	12	18	23	23	19	12	8	7
Rs, MJ/m ² /gün	8	9	12	18	20	26	24	23	19	15	9	7
RHmax., %	77	85	86	92	91	92	90	89	89	83	84	86
Rhmin., %	32	40	38	36	36	36	46	39	33	24	34	39
Rüz. Hızı, m/s	1.4	1.4	1.4	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8
Yağış, mm	20	143	64	56	74	5	0	19	35	37	56	67

Deneme süresince, bitki su tüketimin, önemli ölçüde etkileyen rüzgar hızı ve oransal nem değerlerinin zamansal değişimleri, Şekil 4.1.'de; sıcaklık değişimleri ise Şekil 4.2 de gösterilmiştir. Anılan şekillerden görüldüğü gibi, mevsim boyunca ortalama RH değerleri %60-80, günlük ortalama rüzgar hızları ise 1.0-1.2 m/s arasında değişmiştir. Hava sıcaklıkları, genellikle, mevsim ortalamalarının biraz üzerinde seyretmiştir. Sıcaklıklar, Şekil 4.2 de görüldüğü gibi, 22 °C ile 35 °C arasında değişmiştir. Bu durumda, denemenin sürdürüldüğü 2005 yılı yaz aylarının, nemli ve sıcak geçtiği; rüzgar hızlarının ise yörenin genel ortalamasından fazla sapmadıkları, söylenebilir.

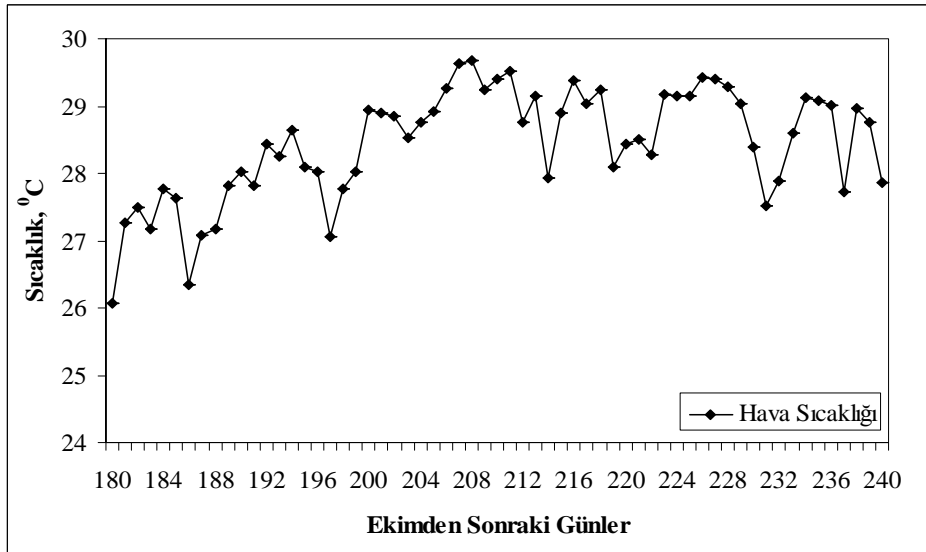
4.2. Sulamalar

Denemede, konulara uygulanan sulama suyu miktarları, sulama tarihleri, buharlaşma miktarları, toplu olarak, Çizelge 4.2'da verilmiştir. Çizelgeden anlaşılacağı gibi, ilk sulama; I₁ konusuna 6 Temmuz tarihinde, I₂ konusuna 12 Temmuz tarihinde ve I₃ konusuna ise 18 Temmuz 2005 tarihinde uygulanmıştır. En

fazla sulama suyu, I_1 konusuna 493 mm ile uygulanmıştır. Sulama suyu miktarları, I_2 konusunda 316 mm ve I_3 konusunda ise 163 mm olarak ölçülmüştür. Çimlenme ve çıkışın sağlanması için tüm konulara eşit olarak, 44.9 mm sulama suyu verilmiştir. Konular, buharlaşma değerlerine göre sulanmak için eşit koşullara gelinceye dek nem azalma değerleri dikkate alınarak sulanmışlardır. Konulu sulama Temmuz ayı sonlarına doğru başlamıştır.



Şekil 4.1. Pamuk yetiştirme mevsimi boyunca ölçülen oransal nem ve rüzgar hızı değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.2 Pamuk yetiştirme mevsimi boyunca ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin zamansal değişimleri

Çizelge 4.2. Deneme Konularına Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (2005)

Tarih	Evaporasyon (E_{pan}), mm	Sulama suyu, mm		
		I_1	I_2	I_3
14.05.2005	Çimlenme Sulaması	18.0	18.0	18.0
17.05.2005	Çimlenme Sulaması	18.2	18.2	18.2
21.05.2005	Çimlenme Sulaması	8.7	8.7	8.7
06.07.2005	125 (SMD [*])	62.5	0.0	0.0
12.07.2005	125 (SMD)	0.0	43.8	0.0
18.07.2005	125 (SMD)	98.8	0.0	49.4
21.07.2005	125 (SMD)	0.0	69.1	0.0
28.07.2005	100 (SMD)	100.0	55.3	24.0
05.08.2005	47	47.0	26.0	11.3
11.08.2005	30	30.0	16.6	7.2
18.08.2005	35.7	35.7	19.7	8.6
25.08.2005	33.5	33.5	18.5	8.0
02.09.2005	40.5	40.5	22.4	9.7
Toplam		493	316	163

*SMD: Toprak nem açığı (mm/120 cm)

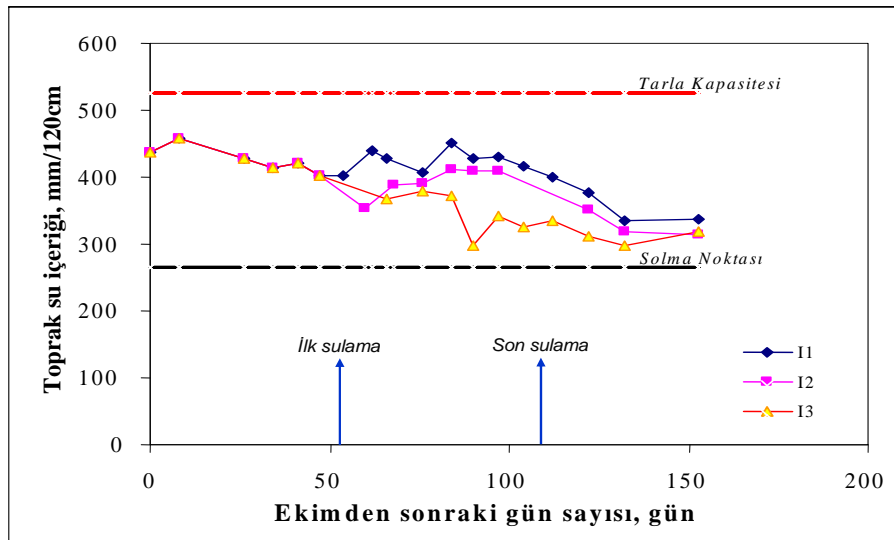
Konulara uygulanan gübre miktarları, Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Gübre miktarları, yukarıda da değinildiği gibi, uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmiştir. En yüksek azot miktarı I_1 konusunda ölçülmüştür. Sulama tarihlerine göre farklı zamanlarda ilk uygulamalar yapılmıştır. Yaklaşık Temmuz ayı ortasında konulara tüm gübreler verilmiştir. Son gübreleme Eylül ayı başında yapılmıştır.

Çizelge 4.3. Deneme Konularına Uygulanan Gübre Miktarları

Tarih	Gübre miktarları, kg/da								
	Azot (N)			Fosfor (P)			Potasyum (K)		
	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3
06.07.2005	2.50			0.63			0.94		
12.07.2005		1.75			0.63			0.94	
18.07.2005	3.95		1.98	0.99		0.99	1.48		1.48
21.07.2005		2.77			0.99			1.48	
28.07.2005	4.00	2.21	0.96	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50
05.08.2005	1.88	1.04	0.45	0.47	0.47	0.47	0.71	0.71	0.71
11.08.2005	1.20	0.66	0.29	0.30	0.30	0.30	0.45	0.45	0.45
18.08.2005	1.43	0.79	0.34	0.36	0.36	0.36	0.54	0.54	0.54
25.08.2005	1.34	0.74	0.32	0.34	0.34	0.34	0.50	0.50	0.50
02.09.2005	1.62	0.90	0.39	0.41	0.41	0.41	0.61	0.61	0.61
Toplam	17.92	10.86	4.73	4.48	4.48	3.85	6.72	6.72	5.78

4.3. Toprak Su İçeriği

Pamuk ekimiyle birlikte kök derinliğindeki (120 cm) toprak su içeriğinin belirlenmesine başlanmış ve hasada dek devam edilmiştir. Kök bölgesi su kapsamında mevsim boyu meydana gelen değişimler, her bir konu için, Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Genellikle, ekimden yaklaşık 40 gün sonra toprak su kapsamı, konulara göre farklıklar göstermiştir. I₁ konusunda toprak nem içeriği genelde kullanılabilir suyun %50 düzeyinin üzerindeyken ekimden 130 gün sonra %50’nin altına düşmüştür. I₂ ve I₃ konularında ise ekimden 40 sonra toprak su içeriğinin kullanılabilir suyun %50’sinin altında kaldığı saptanmıştır. Ekimden 75 gün sonra, konuların tümünde, toprakta depolanan suyun bitkiye yetmemeye başladığı ve hızla azalarak solma noktasına gittiği gözlenmiştir. Buradan, buharlaşma değerlerine göre yapılan sulamaların, kullanılan katsayı veya ıslatma yüzdesine bağlı olarak, bitki gereksinimini karşılamadığı söylenebilir.

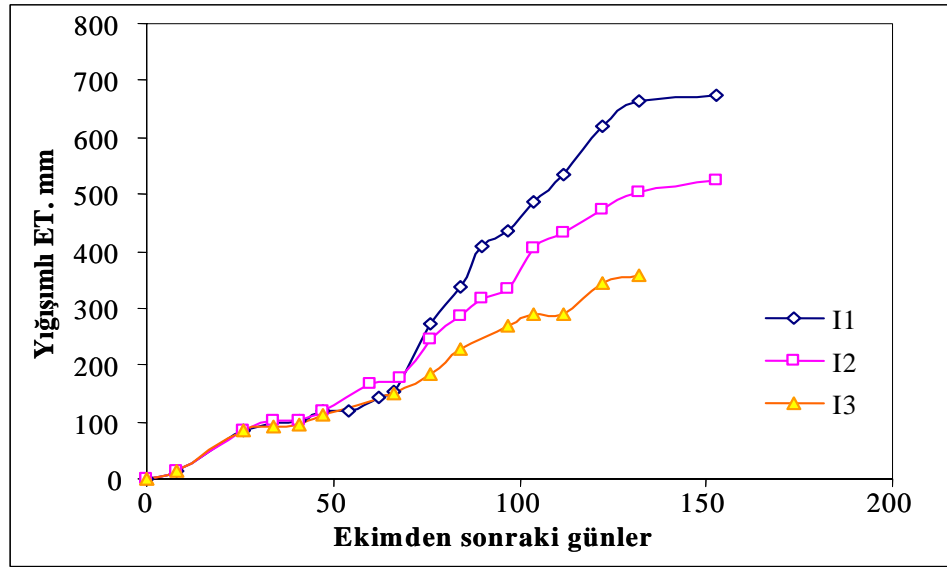


Şekil 4.3. Büyüme mevsimi boyunca toprak su içeriğinin değişimi

4.4. Pamuk Su Tüketimi

Deneme konularında pamuk su tüketimi değerleri, Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Şekilde 4.4’de görüldüğü gibi, yığışımli pamuk su tüketimi; tam sulama yapılan tanık I₁ konusunda 493 mm, hafif stres koşullarının oluşturulduğu I₂ konusunda 316 mm, ve orta derecede stres yaratılan, I₃ konusunda ise 163 mm olarak hesaplanmıştır.

Uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak su tüketimi farklılıklar göstermiştir. I₁ konusunda diğer konulara oranla daha dik bir değişim oluşmuştur. Deneme konularında örtü yüzeyinin tam gelişmediği başlangıç dönemlerinde eğrilerin eğimleri, daha düşük; bitkilerin arazi yüzünü tam örttüğü zamanlarda su kaybının diğer dönemlere göre yüksek olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4 Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde su tüketimi

Büyüme mevsiminde sulamaların kesildiği, toprak profilinde kullanılabilir nem miktarının azalmaya başladığı mevsim sonu dönemden itibaren eğrilerin eğimleri düşmektedir. Su tüketimi eğrisi eğiminin yatıklaşması, aynı zamanda, bitki su tüketiminin azaldığını göstermektedir. Su tüketiminin daha düşük olduğu I₂ ve I₃ konularında, açıklanan sonuç, stres yaratılan konularda bitkilerin daha erken olgunlaştığını göstermektedir.

4.5. Bitki Gelişme Ögelerinin Ölçümleri

Deneme konularında, pamuk bitkisinde büyüme mevsimi boyunca bitki boyu, yaprak alan indeksi, örtü gelişimi, kuru madde miktarı ve YSP ölçümleri yapılmıştır. Değinilen ölçümlerle ilgili sonuçlar, sulama konularına göre, Çizelge 4.4'de verilmiştir

Çizelgeden izleneceği gibi, en yüksek bitki boyu, Eylül ayı ortalarında, I₁ konusunda 144.2 cm, I₂ konusunda 115.4 cm ve I₃ konusunda ise Ağustos ayı ortasında 74.6 cm ile ölçülmüştür.

Çizelge 4.4.Pamuk Bitkisinde Kimi Gelişme Ögelerinin Ölçüm Sonuçları

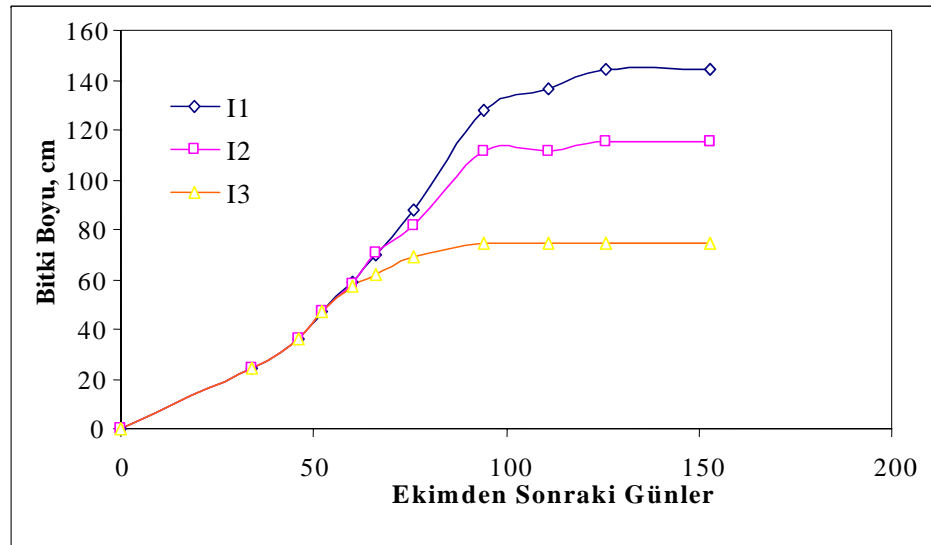
Konular	Tarih	Bitki boyu (cm)	Örtü yüzdesi (%)	YAI m ² /m ²	Biyokütle (g/m ²)
Sulama başlamadan önce	16.06.2005	24.4	29.3	0.13	17.8
	28.06.2005	36.4	48.1	0.44	64.4
	04.07.2005	46.8	51.1	0.71	82.8
I ₁	12.07.2005	58.8	65.2	1.06	-
	18.07.2005	69.7	78.0	1.33	193.1
	28.07.2005	88.1	100	2.46	371.6
	15.08.2005	127.8	100	4.55	789.4
	01.09.2005	136.1	100	5.33	1193.1
	16.09.2005	144.2	100	6.47	1824.9
	13.10.2005	144.2	100	4.43	-
I ₂	12.07.2005	57.7	60.3	-	-
	20.07.2005	70.5	74.2	0.82	188.8
	28.07.2005	81.8	86.4	1.72	288.3
	15.08.2005	111.6	100	3.94	699.5
	01.09.2005	111.6	100	4.21	1215.6
	16.09.2005	115.4	100	3.17	1207.9
	13.10.2005	115.4	100	1.75	-
I ₃	12.07.2005	57.3	59.6	-	-
	18.07.2005	62.1	62.8	1.03	254.2
	28.07.2005	69.1	65.0	1.40	294.3
	15.08.2005	74.6	74.6	2.07	781.2
	01.09.2005	74.6	78.3	1.48	887.5
	16.09.2005	74.6	73.6	1.41	881.7
	13.10.2005	74.6	73.6	1.10	-

Benzer şekilde, tam örtü durumu, I₁ konusunda Temmuz ayı sonunda, I₂ de ise Ağustos ortasında meydana geldiği halde, I₃ konusunda tam örtüye ulaşamamıştır. Anılan konuda, bitkiler, alanın ancak %78.3 kadarını örtebilmiştir. Aynı durum, YAI ve biyokütle ölçümlerinde de gözlenmiştir. I₁ konusundaki bitkilerde maksimum YAI değeri 6.47 m²/m² ile Eylül ortalarında; I₂ konusunda 4.21 m²/m² ile Eylül ayı başında ve I₃ konusunda ise 2.07 m²/m² ile Ağustos ayı ortasında

ölçülmüştür. Bu durum, denemenin ilk iki konusunda vegetatif gelişiminin I₃ konusuna göre daha uzun süre devam ettiğini, yaratılan su stersinin I₃ konusunda bitkisel gelişimi olumsuz biçimde etkilediğini göstermektedir. Konu edinilen sonuç, biyokütle ölçümleri ile uyumlu gözükmektedir. En yüksek biyokütle değerleri, Eylül ayı ilk yarısında, I₁ ve I₂ konularında sırasıyla 1824.9 ve 1215.6 g/m², I₃ konusunda ise yalnızca 887.5 g/m² olarak ölçülmüştür.

4.5.1. Bitki Boyu

Konulardaki bitki boy uzunluklarının zamansal değişimleri, Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Tam sulama konusun da (I₁), hafif stres (I₂) ve orta stres (I₃) konularına göre, daha yüksek bitki boyu elde edilmiştir. I₁ ve I₂ konularında bitki boyu, ekimden 126 güne dek hızlı bir şekilde artmış ve daha sonra durmuştur. I₃ konusunda ise bitki boyu, ekimden 94 güne dek hızlı bir şekilde artmıştır.



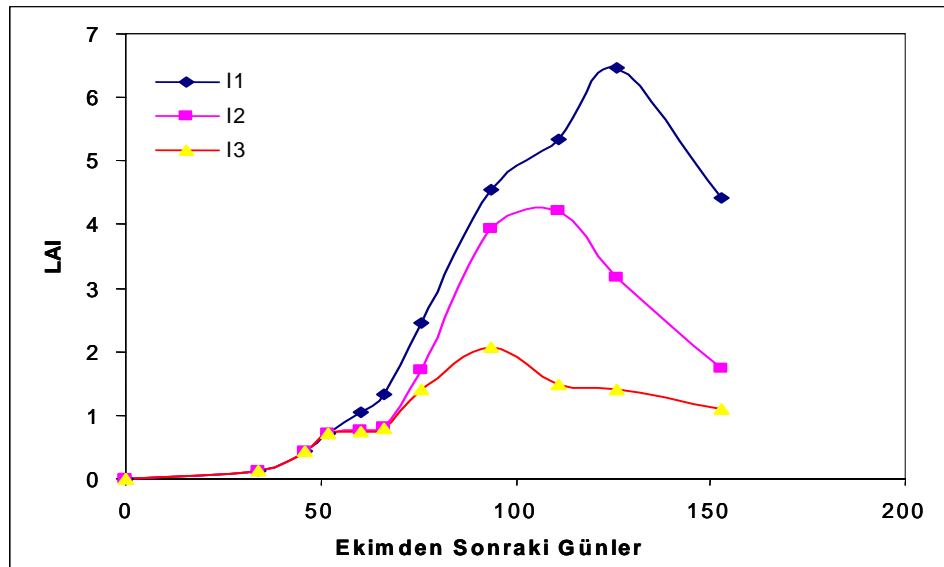
Şekil 4.5.Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde bitki boy gelişimi

Pamukta bitki boy gelişimi üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Tümünde elde edilen sonuçlar, uygulanan sulama programlarına bağlı olarak, farklılıklar göstermiştir. Örneğin, Baştuğ (1987), Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada göllendirmeli karık yöntemiyle sulanan pamukta, 60 ile 110 cm bitki boyları ölçmüştür. Şener (1995), Menemen ovası koşullarında yaptığı çalışmada pamukta

bitki boylarını 60-106 cm arasında bulmuştur. Ünlü (2000) Çukurova'da pamuk da tam ve kısıntılı sulama koşullarında yürüttüğü çalışma da 70-72 cm ile 100-105 cm arasında değişen bitki boyları ölçmüştür.

4.5.2. Yaprak Alan İndeksi (LAI)

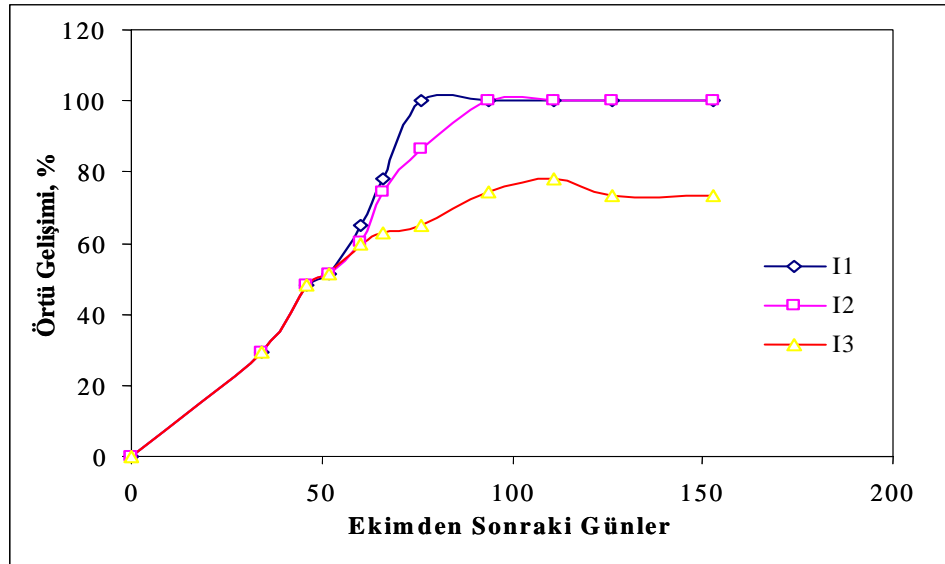
Konulara göre elde edilen yaprak alan indeksi, (YAI) Şekil 4.6'de gösterilmiştir. YAI değerleri I₁ konusunda ekimden 126 gün, I₂ ve I₃'de 94. güne dek artmıştır; daha sonra azalmaya başlamıştır. Değinilen konuda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, birbirlerinden oldukça farklıdır. Örneğin, Kanber ve ark. (1991), Harran Ovası koşullarında yaptıkları çalışmada, pamukta en büyük YAI değerlerini 4-5.8 m²/m² olarak belirlemişler ve yüksek ET değerlerinde daha yüksek YAI değerleri elde etmişlerdir. Constable (1986), yaptığı bir çalışmada pamuk bitkisinin yaprak boyu ve genişliğinin ekim tarihi, bitki yoğunluğu ve yaprak konumları tarafından güçlü biçimde etkilendiğini saptamışlardır. Ertek (1998), Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada, pamukta YAI değerlerinin 3.2-4.4 m²/m² arasında değiştiğini açıklamıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda özetlenen çalışmalarla yakınlık göstermektedir. Buradan YAI değerlerinin sulama suyu uygulamalarına bağlı olarak değiştiği söylenebilir.



Şekil 4.6. Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde yaprak alan indeksi

4.5.3. Örtü Gelişimi

Araştırma konularında, yetiştirme dönemi boyunca belirlenen örtü yüzdesi değerlerinin değişimleri, Şekil 4.7.'de gösterilmiştir.



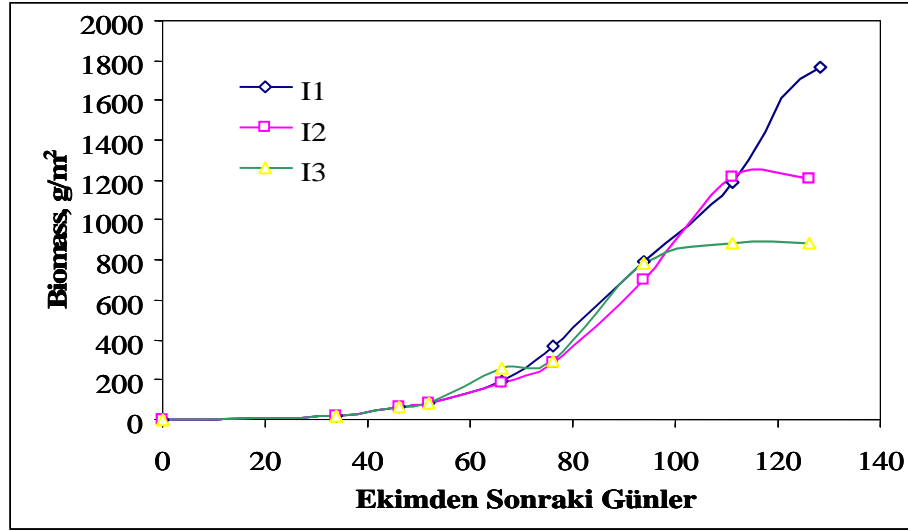
Şekil 4.7. Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde örtü gelişimi

Deneme konularında örtü; I₁ konusunda ekimden 76 gün, I₂ konusunda 94 gün sonra % 100' ulaşmıştır. I₃ konusunda ise tam örtü oluşmamıştır. Tam örtüye ulaştıktan sonra I₁ ve I₂ konularında, örtü alanlarında bitki olgunluğundan dolayı, azalmalar meydana gelmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, I₃ konusunda tam örtüye ulaşamaması, yukarıda da değinildiği gibi, doğrudan yaratılan strese bağlanabilir. Baştuğ (1987) ve Ertek (1998), Çukurova koşullarında pamukta örtü gelişimiyle ilgili benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

4.5.4. Biyokütle (kuru madde) Miktarı

Deneme konularında toprak üstü aksamına ilişkin kuru madde miktarlarının zamana bağlı değişimleri, Şekil 4.8' de gösterilmiştir. Şekilden anlaşılacağı gibi, kuru madde miktarlarının en yüksek değerine, I₁ konusunda ekimden 126 gün sonra 1824,91 g/m² ile ulaştığı gözlenmiştir. I₂ ve I₃ konularında ise en yüksek değerler, ekimden 111 gün sonra ölçülmüştür. Anılan değerleri, I₂ için 1207,85 g/m² ve I₃ için 881,69 g/m² olarak saptanmıştır. Fakat I₂ ve I₃ konularında kuru madde miktarları

hasada dek azalmıştır. Ertek (1998), pamukta en yüksek kuru madde miktarını 640-780 g/m² olarak elde etmiştir. Ayrıca, Moreshet ve ark. (1996), İsrail’de yaptıkları bir çalışmada tam sulama koşullarında elde edilen kuru madde miktarının, su kısıtlaması yapılan koşullara oranla daha yüksek değerde olduğunu belirlemiştir.



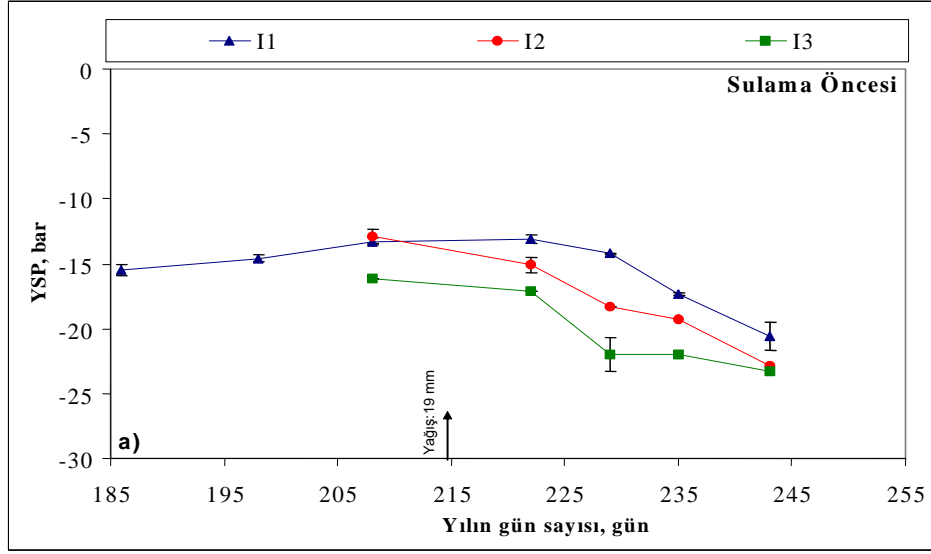
Şekil 4.8. Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde kuru madde miktarı değişimi

4.5.5. Yaprak Su Potansiyeli Ölçümleri

4.5.5.1. Öğlen vakti ölçümleri

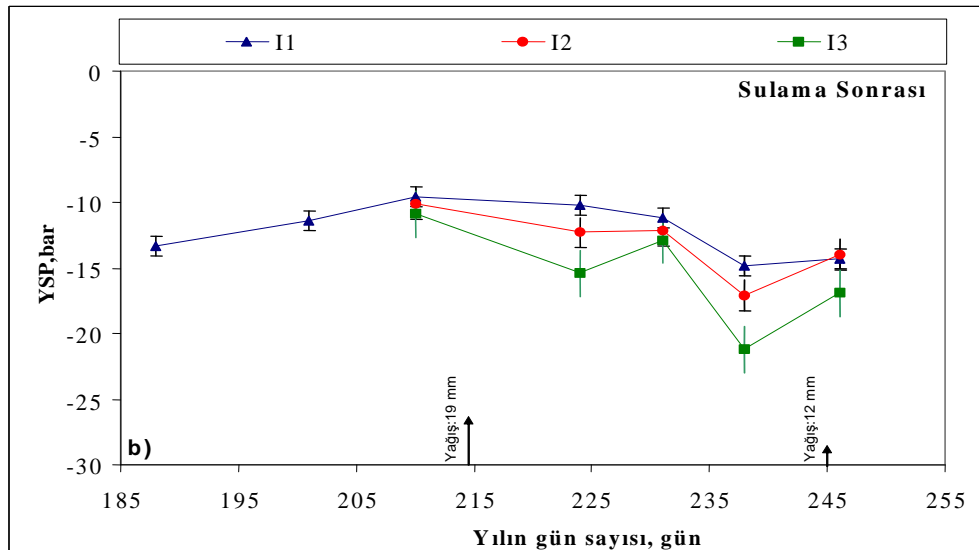
Tam sulanan, I₁, hafif stres, I₂ ve orta stres, I₃ konularında sulamadan önce ve sonra yaprak su potansiyeli (YSP) ölçümlerine ilişkin elde edilen sonuçlar, Şekil 4.9.a ve 4.9.b’de gösterilmiştir. YSP ölçümlerine, yılın 186. gününde (ilk tarak görülmesi) başlanmış, 246 günde (ilk el hasat) son verilmiştir. Bu süre içerisinde ölçümler, sulamadan önce ve sonra olmak üzere, 7 kez yinelenmiştir.

Sulama öncesi, I₁ konusunda daha yüksek (negatif küçük) YSP değerleri ölçülürken diğer I₂ ve I₃ konularında daha küçük (negatif daha büyük) değerler elde edilmiştir (Şekil 4.9.a). Konulara göre YSP’nin sulama sonrası değişim tavrı incelendiğinde, yılın 210’uncu gününden itibaren uygulanan sulama düzeylerine bağlı olarak, önemli farklılıklar meydana gelmiştir. Sulama öncesi duruma benzer olarak, I₁ konusunda daha düşük YSP, I₃ konusunda en yüksek YSP, değerleri elde edilmiştir.



Şekil 4.9.a. Sulama öncesi öğle satlerinde (saat 12:00) alınan YSP ölçümleri

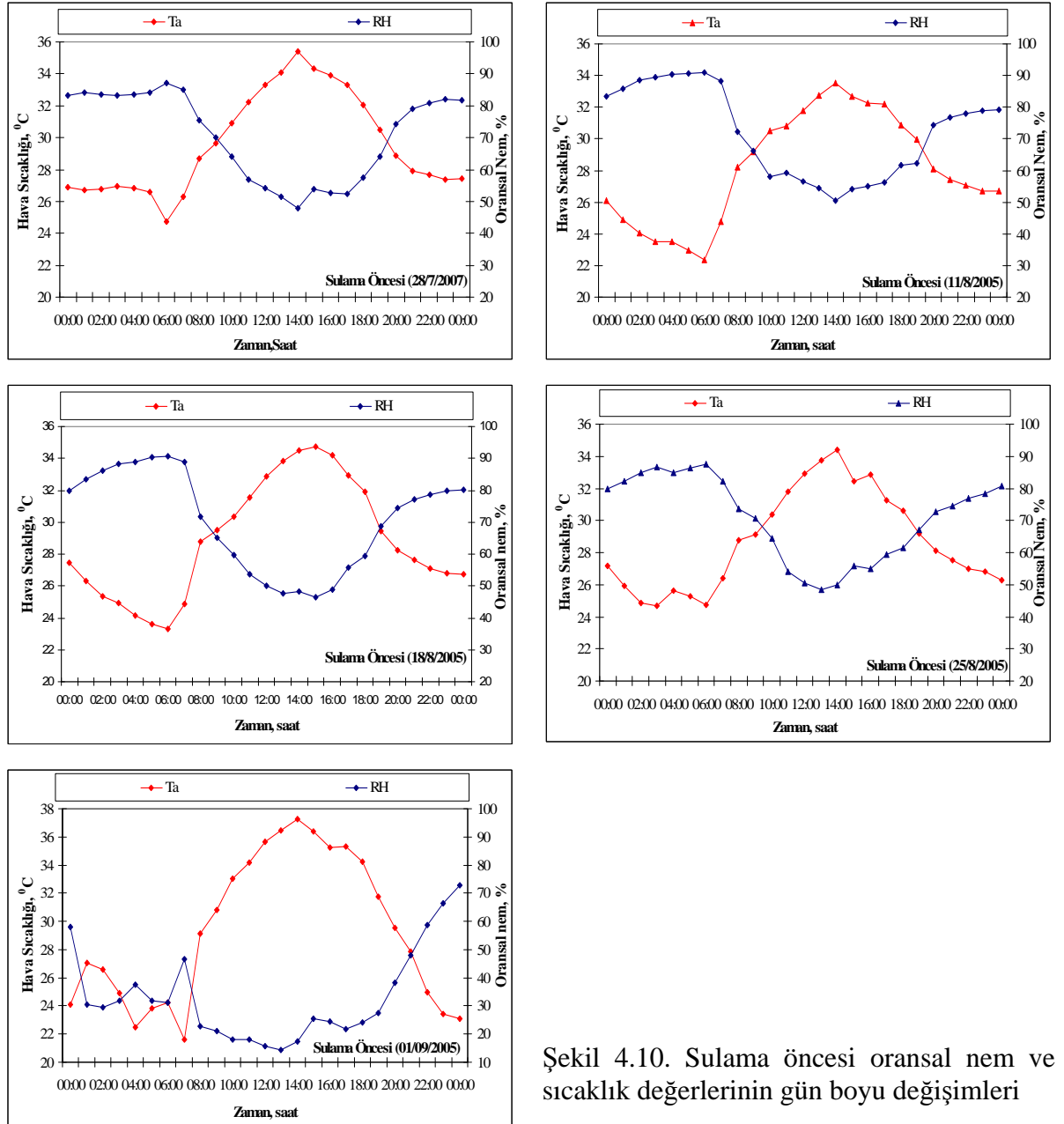
Bitkilere ilişkin YSP değerleri, yaratılan su stresinin bir sonucu olarak değişmiştir. Daha öncede değinildiği gibi, sulama mevsimi içerisinde, I₂ ve I₃ konularında ekimden yaklaşık 40 gün sonra elverişli suyun %50 düzeyinin altına düşmesi ve sonra bununda altına inmesi, bu konularda her zaman daha negatif YSP değerlerinin ölçümüne neden olarak gösterilebilir.



Şekil 4.9.b. Sulama sonrası öğle satlerinde (saat 12:00) alınan YSP ölçümleri

Öte yandan, sulama öncesi ölçülen YSP değerleri ile aynı tarihlerde ölçülen oransal nem, sıcaklık değişiminin grafikleri incelendiğinde (Şekil 4.10), öğle

saatlerinde hava sıcaklığı yükselmiş ve havanın oransal nem değeri düşmüştür. Bu durumun sonucu olarak, bütün konularda YSP değerleri negatif yönde artmıştır.



Şekil 4.10. Sulama öncesi oransal nem ve sıcaklık değerlerinin gün boyu değişimleri

Sulama öncesi YSP değerleri bir bütün olarak incelendiğinde, genellikle, tam sulamanın yapıldığı I_1 konusunda $YSP = -15.5$ bar'da, I_2 de $YSP = -16$ ile -18 bar'da, ve I_3 konusunda ise $YSP = -22$ ile -23 bar'da sulama yapıldığı anlaşılmıştır. Değinen değerlerin, pamuk sulama planlamasında, yaratılacak su stres düzeylerine göre,

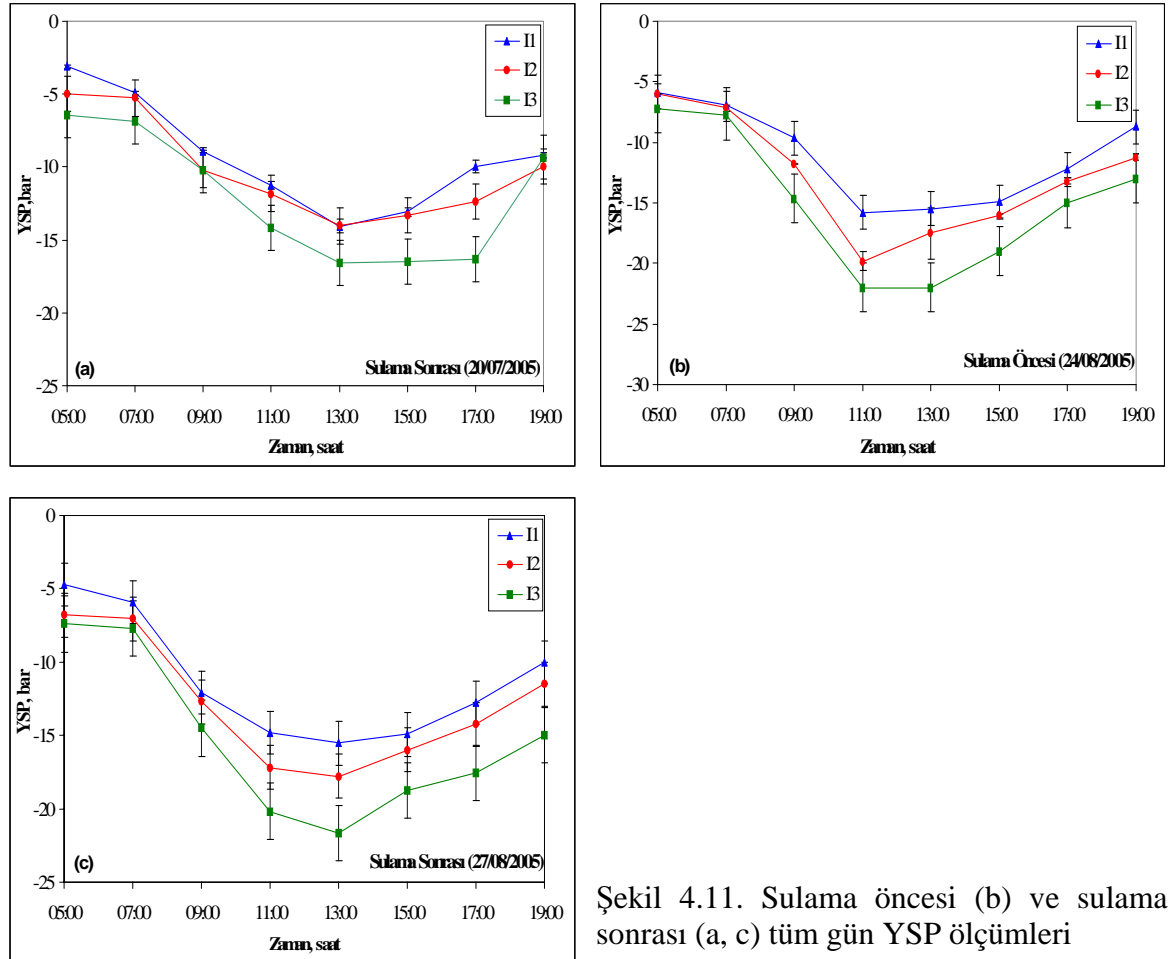
sulamaya başlamak için birer indeks noktası olarak, kabul edilebilecekleri düşünülebilir.

Sulama mevsimin başlangıcından sonuna dek, sulamalardan sonra saat 12:00'da 8 Temmuz ile 4 Eylül tarihleri arasında YSP değerleri Şekil 4.9.b de gösterilmiştir. YSP değerleri, toprak su içeriği arttığından dolayı arttığı belirlenmiştir. Sulamalardan sonra nem içeriği artışıyla beraber YSP değerleri sulama öncesi değerlerine göre düşmüştür.

4.5.5.2. Gün boyu YSP ölçümleri

Deneme konularında, sulama dönemi ortasında, (20 Temmuz) sulamadan sonra ve dönem sonunda (24 ve 27 Ağustos) sulamadan önce ve sonra, tüm YSP değerleri ölçülmüştür. Tüm konuların sulama dönemi ortasında, sulama sonrası alınan tüm gün YSP değerleri Şekil 4.11 a'da gösterilmiştir. Şekilden anlaşılacağı gibi, her üç konuda da YSP değerleri özellikle hava sıcaklığının arttığı, oransal nemin düştüğü öğle saatlerinde -14.5 bar (I₁) -14.3 bar (I₂) -16.6 bar (I₃) değerine ulaşmıştır. Bundan sonraki saatlerde ise sıcaklığın düşmesi, oransal nemin artmaya başlaması ile birlikte YSP değerleri, giderek negatif olarak azalmaya başlamıştır. Gün boyunca alınan ölçümler sonucunda, tam sulama konusu olan I₁ de negatif daha düşük YSP değerleri, orta derecede stres konusu olan I₃'de ise daha yüksek YSP değerleri ölçülmüştür. Aynı şekilde, sulama mevsimi sonunda sulama sonrasında ölçülen tüm gün YSP değerleri, Şekil 4.11 (c) 'de gösterilmiştir.

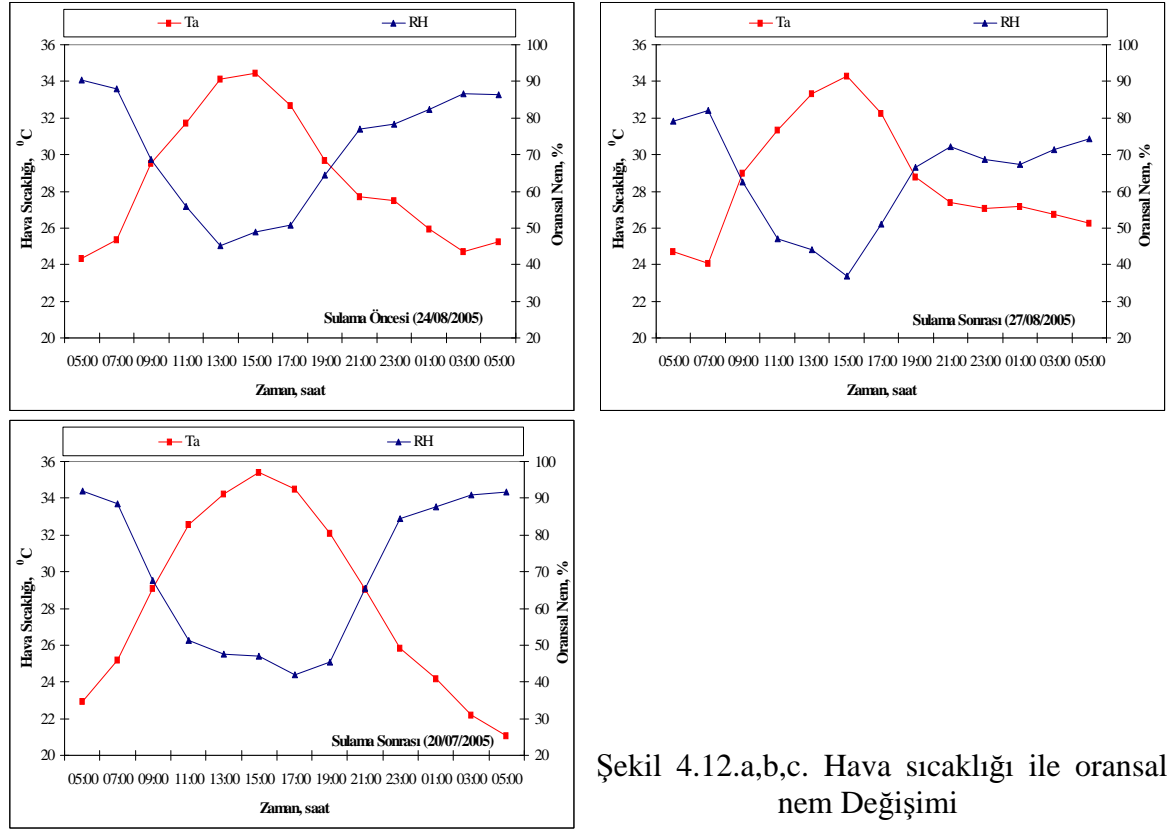
Şekil 4.11'de anlaşılacağı gibi günlük döngüsünde tüm konularda YSP'nin arttığı (negatif küçük) saptanmıştır. Konularda sabah saatlerinden itibaren YSP'nin artmaya başlaması terlemeyle bitki dokularının su kaybından kaynaklanmış olabilir. Oluşan kaybını engelleme isteminden havanın sıcaklığının yükseldiği öğle saatlerinde (11:00-13:00) tüm konularda en yüksek negatif YSP değerlerine ulaşılmıştır. Anılan saatlerde, I₁ konusunda, -15.5 bar, I₂'de, -17.8 bar ve I₃ konusunda ise, -21.7 bar değerleri ölçülmüştür.



İki farklı zamanda sulama sonrası ölçümleri arasında (Şekil 4.11 (a,c)) önemli farklar gözlemlenmiştir. Bu durumun, her iki tarihdeki hava sıcaklığı ve oransal nem değerlerinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Konu edilen tarihlerdeki kimi iklim değişikliklerine ilişkin değerler, Şekil 4.12. a,b,c'de gösterilmiştir. Ayrıca, gözlemlenen tarihlerde konulardaki toprak su içerikleri de önemli ölçüde farklıdır. Örneğin; 20 Temmuz'da toprak nem kapsamları, I₁: 509,15 mm; I₂: 470.0 mm; I₃: 449.80 mm iken; 27 Ağustos da sırasıyla 467.1, 443.84 ve 377.01 mm dir.

Konu edilen iki gözlem günlerindeki YSP değerleri arasındaki farkların, toprak su kapsamalarında gözlenen ayrımlardan ileri gelmiş olabileceği düşünülebilir. Öte yandan, 27 Ağustos günü I₃ konusunda ölçülen en yüksek YSP değerinin

(negatif en büyük rakam), anılan konuda toprak suyunun solma noktasının altına düşmesinden kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

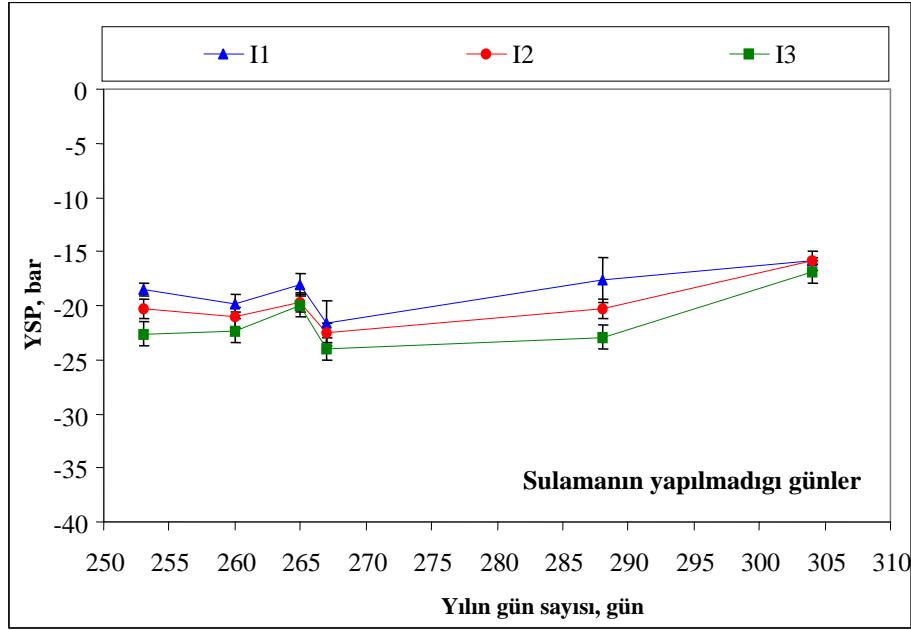


Şekil 4.12.a,b,c. Hava sıcaklığı ile oransal nem Değişimi

Sulama mevsimi ortasında, sulama öncesi tüm gün alınan YSP değerleri Şekil 4.11 b'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, sulama öncesi YSP değerleri sulama sonrası YSP değerlerinden (Şekil 4.11a ve c) daha yüksektir. Bunun, kök bölgesindeki su kapsamının sulama öncesi çok düşük olmasından ileri geldiği savunulabilir. Günlük en yüksek YSP değerleri (negatif en büyük rakamlar), I₃ konusunda ölçülmüştür.

Sulama uygulamaları bittikten sonra (11 Eylül 2005) hasat sonuna dek haftalık olarak öğle saatlerinde YSP değerleri ölçülmüştür (Şekil 4.13). Konuların yaratılan stresi düzeylerine ve ölçümlerin yapıldığı günlere denk gelen yağışlar göz önüne alınarak YSP değerlerinde kimi önemsiz devinimler görülmüştür. Ancak,

genelde, YSP değerleri konulara bağlı olarak durağan sayılabilecek bir gelişme göstermiştir.



Şekil 4.13. Sulama mevsimi sonu dönemde YSP değerlerinin değişimi

Grimes ve Yamada (1982a), çalışmalarında basınç odacığı tekniği ile ölçtükleri yaprak suyu potansiyeli değerlerine göre pamuğu sulamışlardır. Araştırmacılar, yaprak suyu potansiyelinin büyüme mevsimi başlarında -16 bar'a, mevsimin ortalarında -18 ile -20 bar'a ve çiçeklenmenin en yoğun olduğu dönemde ise -18 bar'a inmesi durumunda sulamaların yapılmasını önermişlerdir. Aynı şekilde, Oke (1987), toprakta yeterli suyun bulunduğu ve stomaların tam olarak açık olduğu durumlarda, bitkinin terleme hızı, hava sıcaklığı, oransal nem, bitki tacı tarafından soğulmuş güneş ışınları ve rüzgar hızı gibi atmosferik koşullar tarafından denetlendiğini açıklamıştır.

Farklı sulama düzeylerinin şeftali ve nektarin çeşitlerinde YSP üzerine olan etkilerini inceleyen Kaynaş (1994); konu edinilen değerlerde günlük ve mevsimlik değişmelerin olduğunu saptamıştır. Ayrıca, araştırmacı, bütün bitkilerde gün ortasında yapılan mevsimlik YSP ölçümlerinde zamanla azalmalar olduğunu ve bitkiye verilen su miktarı kısıtlandıkça azalmaların arttığını ifade etmiştir. Günlük YSP değişimlerinde, güneş doğmadan önce maksimum olan YSP, gün ortalarında

minimum düzeye ulaştıktan sonra tekrar artış gösterdiği belirlenmiştir.

4.6. Hasat İndeksi (HI) Değerleri

Denemede hasat elle ve iki derim yapılarak bitirilmiştir. İkinci hasat tüm pamuk kozaları açıldığında yapılmıştır. Kontrol konusunda (I₁) tüm elmalar açmamış bu nedenle açmayan elmalar güneşte bir süre kurutularak sonuçlar verime eklenmiştir. Elde edilen verim sonuçları ve hasat indeksi (HI) değerleri aşağıda Çizelge 4.5 de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Konulara Göre Verim ve Hasat İndeksi (HI) Değerleri (2005)

Konular	I ₁	I ₂	I ₃	Sulanmayan
Verim, kg/ha	3126	3495	3341	1489
Hasat İndeksi (HI), (verim/biyokütle)	0.17	0.28	0.37	

Ulaşılan sonuçlar, I₁ konusunda vejetatif gelişmenin fazla olduğunu, o nedenle HI değerinin düştüğünü göstermektedir. Bu durumun, uygulanan aşırı sulamadan kaynaklandığı söylenebilir. Bunun karşıtı olarak mevsim içerisinde oluşturulan su eksikliğinin vejetatif gelişmeyi azalttığı, büyüme dönemini kısalttığı, kütlü verimini artırdığı söylenebilir. Bu konuda benzer sonuçların alındığı, Emiroğlu (1970), Kanber (1977), Tekinel ve Kanber (1979), Hearn (1980), Baştuğ (1987), Tekinel ve Kanber (1989) ve Ertek (1998) tarafından da açıklanmaktadır. Aynı şekilde, Yavuz (1993), Çukurova koşullarında yapmış olduğu çalışmada kütlü veriminin 197-334 kg/da arasında değiştiğini saptamıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Çalışma, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 2005 yılında yürütülmüştür. Bu çalışmada, farklı sulama ve azot düzeylerinde pamuk bitkisinde yaprak su potansiyelinin (YSP) zaman boyutunda değişimi saptanmış ve sulama zaman ilişkisi irdelenmiştir.

Büyüme mevsimi boyunca konulara verilen su miktarları sırasıyla; I₁ konusuna 493 mm, I₂ konusunda 316 mm ve I₃ konusuna 163 mm olarak saptanmıştır. Çalışmada, su bütçesi yaklaşımına göre, büyüme mevsimi boyunca pamuk bitkisindeki su tüketim değerleri I₁ konusunda 675 mm, I₂ konusunda 524 mm ve I₃ konusunda 357 mm olarak hesaplanmıştır.

Yaprak alan indeksi (YAI), deneme konularında ekimden, elma oluşumuna kadar artış göstermiş, sonraki dönemlerde ise azalmıştır. Çalışmada, en yüksek YAI değeri, I₁ konusunda yılın 226. gününde ($6.47\text{m}^2/\text{m}^2$), I₂ konusu için 111 gününde ($4.21\text{m}^2/\text{m}^2$) ve en düşük değere ise I₃ konusunda 94 gününde ($2.07\text{m}^2/\text{m}^2$) ölçülmüştür.

Yetiştirme mevsimi boyunca, bitki örtü yüzdesi değerleri hesaplanmıştır. Konulara ilişkin örtü yüzdeleri I₁ konusunda ekimden 76. gün sonra I₂ konusunda 94 gün sonra tam örtüye ulaşmıştır. I₃ konusunda 111. günde ancak (%78) örtü değeri elde edilmiştir.

I₁, I₂ ve I₃ konularının kuru madde miktarları ölçülmüştür. Ölçüm sonucunda, vejetatif gelişmenin en fazla olduğu I₁ konusunda $1825\text{ g}/\text{m}^2$, I₂ konusunda $1207\text{ g}/\text{m}^2$ ve I₃ konusunda $882\text{ g}/\text{m}^2$ olduğu saptanmıştır.

Denemeyi oluşturan I₁, I₂ ve I₃ konularında sulamalardan önce ve sonra öğle saatlerinde YSP değerleri ölçülmüştür. Sulama öncesi YSP değerleri, I₁ konusunda düşük negatif, I₃ konusunda daha yüksek negatif ölçümlere ulaşılmıştır. Sonuç olarak; pamuk bitkisinde, tam sulamanın yapıldığı konularda yaprak su potansiyeli (YSP)'nin -15.5 bar'a, hafif stres konusunda -16, -18 bar'a, ve orta stres konusunda ise -22, -23 bar'a ulaştığında sulamaların yapılabileceği anlaşılmıştır.

Konulara ilişkin gün boyu YSP değişimleri, sulama mevsiminin ortasında ve sonunda olmak üzere sulama öncesi ve sonrasında ölçülmüştür. YSP değerlerinin günlük zamansal değişimleri benzer bulunmuştur. Negatif maksimum YSP değerlerine öğle saatlerinde ulaşılmıştır. En yüksek YSP değeri I3 konusunda -23 bar olarak ölçülmüştür.

Sulama sonu dönemde 2. hasat sonuna dek YSP ölçülmüştür. Anılan dönemde I₁ konusunda -18.5 bar, I₂ konusunda -20.3 bar ve I₃ konusunda -22.6 bar değerleri ölçülürken ilk hasat sonuna denk gelen tarihte YSP değerleri I₁ konusunda -18.5 bar, I₂ konusunda -19.7 bar ve I₃ konusunda -20 bar olarak bulunmuştur. En son ölçülen ve 2. hasat sonrasına denk gelen YSP ölçümlerinde, I₁ konusunda -15.8 bar, I₂ konusunda -15.9 bar ve I₃ konusunda ise -16.9 bar değerleri okunmuştur.

Denemede hasat elle ve iki derim yapılarak bitirilmiştir. I₁ konusunda 312 kg/da, I₂ konusunda 349 kg/da, ve I₃ konusunda 334 kg/da verim alınmıştır. Hasat indeksi değerleri; I₁ konusunda 0.17, I₂ konusunda 0.28 ve I₃ konusunda 0.37 olarak değişmiştir. Bu sonuçlara göre, YSP'nin -15.5 bar'larda olduğu tam sulama (I₁) konusunda vejetatif gelişme artmış ve buna bağlı olarakta en az kütlü verim elde edilmiştir. Hafif stres (YSP:-16, -18 bar) ve orta stres (YSP: -20, -23 bar) konularında ise mevsim içerisindeki yaratılan stresin vejetatif gelişmeyi azalttığı, büyüme devresini kısalttığı ve kütlü verimi arttırdığı söylenebilir.

5.2. Öneriler

Yukarıda özetlenen sonuçlar ışığında aşağıda sıralanan öneriler yapılabilir: Sulamalar YSP değerlerine göre planlanabilir. Bunun için gün ortasında ve açık gökyüzü koşullarında yapılan ölçmelerin yeterli olduğu söylenebilir. Pamuk bitkisinde YSP -16 bar ile -18 bar değerlerinde iken, sulama zamanı belirlendiğinde kütlü verimde artış beklenebilir.

KAYNAKLAR

- AYDIN, Y., 2004. Antepfıstığında Farklı Su ve Azot Düzeylerinin Verim ve Peryodisite Üzerine Etkileri. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 77-97.
- BAŞTUĞ, R., 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su Tüketimi Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 120s.
- BAŞTUĞ, R., KANBER, R., 1989. Sulama Programının Geliştirilmesinde Bitkilerin İçsel Su Durumlarını Belirleyen Yöntemlerden Yararlanma Olanakları. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Antalya, 2(1): 17-30
- BENAMI, A., DISKIN, M. H., 1965. Design of Sprinkler Irrigation, Lowdermilk Faculty of Agriculture Engineering Inst. Israel, 23s.
- CONSTABLE, G. A., 1986. Growth and Light Receipt by Mainstem Cotton Leaves in Relation Plant Density in Field. Agric. for Meteathe, Nertherlands, 37(4): 279-292
- COWAN, I. R., 1965. Transport of Water in the Soil-Plant Atmosphere System. J. Applied Ecol. 2:221-39
- DENMEAD, O. T.; SHAW, R. H., 1962. Availability of Soil Water to Plants as Affected by Soil Moisture Content and Meteorological Conditions. Agronomy Journal, Madison, 43: 385-390
- DWYER, L. M., STEWART, D.W., 1984. Indicator of Water Stress in Corn, J. Plant Sci. Canada, 64: 537-546
- EHLIG, C. F, GARDNER, W. R., 1964. Relationship Between Transpiration and the Internal Water Relations of Plants. Agron. J. NA. 56:127-130
- ERTEK, A., 1998. Damla Sulama Sistemleriyle Pamuk Bitkisini Sulama Olanakları. Ç.Ü.Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 140.s.
- EMİROGLU, S. H., 1970. Değişik Sulama, Gübreleme ve Ekim Mesafesi Şartlarında Coker Pamuğunun Verimle İlgili Bazı Vasıfları Üzerine Araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları İzmir 197:194s

- GARDNER, F.P., PEARCE, R.B., MITCHELL, R. L., 1985. Physiology of Crop; Plants. Iowa State Univ. Press, 327s.
- GOLDHAMER, D. A., KJELGREN, R. K., BEEDE, R., WILLIAMS, L., MOORE, G., MENEZES, J., 1985. Water Use Requirements of Pistachio Trees and Response to Water Stress. California Pistachio Industry, Annual Report of 1984-1985 Crop Year, 84-85.
- GOLDHAMER, D. A., PHENE, B. C., BEEDE, R., SCHERLIN, L., BRAZIL, J., KJELGREN, R. K., ROSE, D., 1986. Tree Performance After Two Years of Sustained Deficit Irrigation California Pistachio Industry, Annual Report of 1985-1986 Crop Year, 104-109.
- GRIMES, D. W., YAMADA, H., 1982a. Cotton Growth Related to Plant's Water Status. Calif. Agric. 13-14.
- GRIMES, D. W., YAMADA, H., 1982b. Related of Cotton Growth and Yield to Minimum Leaf Water Potential. Crop Sci. 22:134-139.
- HEARN, A.B., 1980. Water Relationship In Cotton .Outlook Agric 10:159-166
- HISIO, T.C., 1993. Plant Atmosphere Interactions, Evapotranspiration and Irrigation Scheduling Course I.C.M.A.S. Bari, Italy, 148s.
- HOWELL, T.A., LIST, D.S., 1992. Design and Operation of Trickle (Drip) system. St. Joseph, MI, s, 663-720.
- JAMES, L. G., 1988. Principles of Farm Irrigation System Design John Wiley and Sons. Inc, New York, 543s.
- KANBER, R., 1977. Çukurova Koşullarında Bazı Toprak Serilerinin Değişik Kullanılabilir Nem Düzeylerinde Yapılan Sulamaların Pamuğun Su Verim ve Su Tüketimine Etkileri Üzerine Bir Lizimetre Araştırması (Doktora Tezi). Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Toprak su Genel Müd. Toprak Su Ent. Müd. Yayınları Tarsus 78(33):1-151.
- KANBER, R., 1984. Çukurova Koşullarında Açık su Yüzeyindeki Buharlaşmasından (Class A Pan) Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Yeri Fıstığının Sulanması. Bölge Toprak Su Araşt. Enst. Müd. Yayınları. Tarsus, 78(33):1-151
- KANBER, R., TEKİNEL, O., BAYTORUN, N., 1991. Harran Ovası Koşullarında Pamuk Sulama Aralığı ve Su tüketiminin Belirlenmesinde Açık su Yüzeyi

- Buharlaşmasından Yararlanma Olanakları. TC. Başbakanlık GAP Kalkınma İdaresi Başkanlığına GAP yayınları, Adana, 44:15-25.
- KANBER, R., YAZAR, A., ÜNLÜ, M., 1993. Bitki Üretim Fonksiyonlarının Eldesinde Çizgi Kaynaklı Yağmurlama Siteminin Kullanılması. Ç.Ü Ziraat Fak. Dergisi Cilt 9 Sayı 1. Adana.
- KAUFMAN, M. R., 1981. The Physiology and Biochemistry of Drought Resistant in Plants. Accad. Press., New York, 55-56.
- KAYNAŞ, N., 1994. Bazı Nektarin ve Şeftali Çeşitlerinde Kurađa Mukavemetin Fizyolojisi Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Bahçe Bitkileri Merkez Araştırma Enst. Müdürlüđu Sonuç Raporu, Yalova
- KRAMER, P. J., BOYER, J. S., 1975 Water Relations of Plants and Soil Academic Press, San Diego.
- MEYER, W.S.,GREEN,G.C., 1980. Water Use by Wheat and Plant Indicators of Available Soil Water . Agron.J. 72,253-257.
- MITCHELL,R.L.,1970,Crop Growth and Culture.Iowa State Univ.Press.USA.349.s
- MONASTRA, F., AVANZATO, D., MARTELLI, S., DASCANIO, R., 1997. Irrigation of Pictochio in Italy: Ten Years of Observation. Proceedings of Second International Symposium on Pistachio and Almonds. Davis-California, 24-29 August 1997, 470-516
- MORESHET, S., FUCHS, M. Y., 1996. Water Transport Characteristics of Cotton As Affected by Drip Irrigation Layout.A gron.J. 88,717-722 s
- NAMKEN, L. N., BARTHOLIC, J. F., RUNKLE, J. R., 1969. Monitoring Cotton Plant Stem Radius as an Indication of Water Stress. Agronomy Journal, 61: 891-893.
- NAKAYAMA, F.S., BUCKS, 1986 Operational Principles: Water Treatment. "Trickle Irrigation for Crop Production .Edit. F. S. Nakayama ve D.A. Davis. Developments in Agric Eng. 9, Chap.3. Elsevier Science Publication Co., Inc., Amsterdam, s.164-187

- ÖZBEK, H., DİNÇ, U., KAPUR, S., 1974. Çukurova Ünitesitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Adana, 23(8):149.
- ÖZMEN, S., 2002. Pistachio Respons Under Different Irrigation and Fertigation Practices in South East Anatolia Region (GAP) of Turkey. Instituto Agronomica Mediderraneo, Bari, Msc. Thesis. Bari, Italy, 65s
- PETERSEN, R.G., CALVIN, L.D., 1965. Samling Methods of Soil Analysis. Part 1, Agronomy series, Amer.Society of Agric.9:54-72
- ROBERTS, M.J., LONG, S.P., TIENSZEN,L.L.,BEADLES,C.L,1985. Measurement of Plant Biomass and Net Primary Production Technugues in. England, 1:1-24
- SATO, T., ABDALLA, S.O., OWEIST, T.Y., SAKURATANI, T., 2005 The Validity of Predown Leaf Water Potential as on Irrigation-Timing Indicator for Field Grown Wheat in Northern Syria. Agricultural Water Management, 82 (1), 223-236
- STEGMAN, E.C., MUSICK,J.I.,1986. Irrigation Water Management ‘Desing and Operation of Farm Irrigation systems. Ed.,ME,Jensen’,StJoseph MI, 779s.
- STEINBERG, S. I., Mc. FARLAND, M.J., MILLER, J.C., 1989. Effect of Water Stress on Stomatal Conductance and leaf Water Relations of Leaves Along Current-Year Branches of Peach. Aus. J. Plant Physiology 16: 549-560.
- STRICEVIC, R., CAKI, E., 1997. Relationships Between Avaible Soil Water and Indicators of Plant Water Status of Sweet Sorghum to be applied in Irrigation Scheduling. Irrigation Sci. 18, 17-21
- ŞENER, S., 1995. Menemen Ovası Koşullarında Farklı Sulama Yöntemleriyle Sulamanın Pamuk Verimine ve Su Kullanımına Etkileri K.H.G.M. Menemen Araştırma Enst. Müd. Yayınları. Menemen, 213(140):1-52
- TANNER, C.B., SINCLAIR,T.R., 1983. Efficient Water Use In Crop Production Research or Research In;Limitation to Efficient Water Use In Crop Production Eds.H.M.Toylor ve Ark. 1-28s
- TAKAHIRO, S., OSMAN. S. A., THEIB, Y. O., 2006. The Validity of Predown Leaf Water Potential as on Irrigation-Timing Indicator for Field Grown Wheat in Northern Syria. Agricultural Water Management, 82 (1), 223-236

- TEKİNEL, O., KANBER, R., 1979. Çukurova Koşullarında Kısıntılı Su Kullanma Pamuğun Su Tüketimi ve Verimi. Toprak Su Araştırma Enst. Yayınları. Tarsus, 98:48
- TEKİNEL, O., KANBER, R., 1989. Pamuk Sulamasının Genel İlkeleri. ÇÜ. Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitapları, Adana, 18:2-9
- TURNER, N. C., HEARN, A. B., BEGG, J. E., CONSTABLE, G. A., 1986. Cotton: Physiological and Morphological Responses to Water Deficits and Their Relationship to Yield. Field Crop Res. 14, 153-170
- USSLS., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook. USA, 60:160s.
- VALANCOGNE, C., AMELIO, T., FERREIRA, I., COHEN, 1997. Relations Between Relative Transpiration and Predawn Leaf Water Potential in Different Fruit Trees Species. Proceedings of the 2nd International Symposium On Irrigation of Hort. crops. acta Hort. 449, 423-430
- YAVUZ, M., 1993. Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamukta Verim Ve Su Kullanımına Etkileri. ÇÜ. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı Doktora Tezi. Adana 196 s.

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Mersin Yenice’de doğdum. ilkokul, ortaokul, lise öğrenimimi Tarsus’ta tamamladım. 1995 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünü kazandım. 1999 yılında Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünden mezun oldum. 2003 yılında yüksek lisans eğitimime Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde başladım ve halen devam etmekteyim.