

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mücahit Musa KAÇAR

**FARKLI SU VE GÜBRE SİSTEMLERİNİN PAMUK BİTKİSİNDE SU
STRES İNDEKSİNİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ADANA, 2007

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI SU VE GÜBRE SİSTEMLERİNİN PAMUK BİTKİSİNDE SU
STRES İNDEKSİNİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Mücahit Musa KAÇAR

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.....
.		.
Doç. Dr. Musatafa ÜNLÜ DANIŞMAN	Prof. Dr. Rıza KANBER ÜYE	Prof. Dr. Müjde KOÇ 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 : ZF2006YL33

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 SU STRES İNDEKSİNİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Mücahit Musa KAÇAR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ

Yıl: 2007, 45

Jüri: Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ

Prof. Dr. Rıza KANBER

Prof. Dr. Müjde KOÇ

Bu çalışma 2005 yılı pamuk yetiştirme mevsiminde, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında yürütülmüştür.

Denemede farklı su ve gübre sistemlerinin pamuk bitkisinde su stres indeksinin değişimi araştırılmıştır. Çalışmada üç farklı sulama konusu ele alınmıştır. Yaprak su potansiyel değerleri baz alınarak yapılan ilk sulamalar, topraktaki eksik nem değeri tarla kapasitesine getirilecek şekilde uygulanmıştır. Diğer sulamalar açık su yüzeyi buharlaşma kabından (class A pan) elde edilen yaklaşık birer haftalık yığışımlı buharlaşma değerlerinin % 100'nün I_1 konusuna, %70'inin I_2 konusuna ve %50'sinin I_3 konusuna uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada I_1 , I_2 ve I_3 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.

Çalışma sonucunda deneme konularından elde edilen CWSI değerleri; I_1 için 0.06, I_2 için 0.15 ve I_3 için 0.30 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda en yüksek verim I_2 konusundan elde edilmiş olup, sulama zamanının belirlenmesinde yararlanılabileceği ve bu amaçla CWSI=0.30 değerinin ölçüt olarak alınacağı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitki Su Stres İndeksi (CWSI), Pamuk, Sulama

ABSTRACT

MSc THESIS

INVESTIGATION OF COTTON WATER STRESS INDEX VARIATIONS UNDER DIFFERENT WATER AND FERTILIZER SYSTEMS

Mücahit Musa KAÇAR

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

Supervisor: Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ

Yıl: 2007, 45

Jury: Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ

Prof. Dr. Rıza KANBER

Prof. Dr. Müjde KOÇ

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

This study was investigation of cotton water stress index variations under different water and fertilizer systems. Three different irrigation treatments were applied in this study. The first irrigations were applied to increase the soil moisture to field capacity with considering leaf water potential. The following applied irrigation water amount was based on free water surface evaporation from a screened Class-A Pan. Weekly cumulative evaporation values were applied to 100% I_1 , 70% I_2 and 50% to I_3 treatments. In this research a total of 493, 316 and 163 mm of irrigation water were applied to I_1 , I_2 and I_3 respectively. Grain yield obtained from the above mentioned irrigation treatments was 312, 349 and 334 kg/da.

As a result of the study CWSI values determined for I_1 , I_2 and I_3 were 0.06, 0.15 and 0.30 respectively. According to these results the highest yield get from I_2 , thus, CWSI could be useful to determine irrigation time. Thus, CWSI = 0.30 could be used as a criterion.

Keywords: Crop Water Stress Index (CWSI), Cotton, Irrigation

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimime başladığım günden bu yana çalışma konumun seçimi, yürütülmesi, değerlendirilmesi ve yazım aşamalarında her zaman destek ve katkılarını yanımda gördüğüm, danışman hocam sayın Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜ'ye en içten dileklerimle saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın planlanmasında tez yazım ve değerlendirme aşamasına kadar her türlü destek ve katkıyı sağlayan Prof. Dr. Rıza KANBER'e, teşekkürü borç bilirim. Tezimin yazımı sırasında bana yardımcı olan Arş. Gör D. Levent KOÇ ve Arş. Gör Servet TEKİN'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Deneme Yeri.....	10
3.1.2 Toprak Özellikleri	10
3.1.3 İklim Özellikleri.....	11
3.1.4 Bitki Çeşidi	11
3.1.5. Kullanılan Aygıtlar.....	11
3.2. YÖNTEM.....	12
3.2.1. Denemenin Kurulup Yürütülmesi.....	12
3.2.1.1 Tarımsal İşlemler	13
3.2.1.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi	13
3.2.1.3. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi	14
3.2.1.4. Bitki Gelişimine İlişkin Gözlem ve Ölçümler	14
a). Yaprak Alan İndeksi(LAI).....	14
b). Kuru Madde Miktarı (Biyomas)	15
c). Örtü Yüzdesi.....	15
d). Kütlü Verim ve Hasat İndeksi	16
3.2.1.5. Sulamaların Planlanması Ve Uygulanması	16
3.2.1.6 Bitki Su Stres İndeksinin (CWSI)Belirlenmesi.	17
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	19
4.1. Yörenin İklim Koşulları	19
4.2. Sulamalar	20
4.2.1. Toprak Su Kapsamı Değişimi.....	22

4.3. Pamuk Su Tüketimi.....	23
4.4. Bitki Ölçümleri.....	24
4.4.1 Bitki Gelişimi İle İlgili Sonuçlar	24
4.4.1.1 Bitki Boyu.....	24
4.4.1.2 Yaprak Alan İndeksi (LAI).....	25
4.4.1.3 Örtü Gelişimi	26
4.4.1.4 Kuru Madde Miktarı.....	27
4.4.1.5 Kütlü Verimi ve Hasat İndeksi Değerleri.....	28
4.5. Bitki Su Stres İndeksinin (CWSI)Belirlenmesi	29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
5.1. Sonuçlar	36
5.2. Öneriler	38
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	45

ÇİZELGELER DİZİNİ	SAYFA
Çizelge 3.1 Araştırma Alanı Topraklarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri..	10
Çizelge 4.1 2005 Yılı Pamuk Bitkisi Ekim Alanına İlişkin İklim Verileri	19
Çizelge 4.2 Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisine verilen Sulama Suyu Miktarları.....	21
Çizelge 4.3 Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisine İçin Uygulanan Gübre Miktarları	22
Çizelge 4.4 Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisine Uygulanan Su Miktarları ve Sayıları	30
Çizelge 4.5 Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisine İlişkin Kütlü Verimi ..	34

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1 Damla Sulama Sisteminin Parsellere Göre Kuruluş Şeması.....	12
Şekil 3.2 Optik Yaprak Alan Ölçeri	15
Şekil 4.1 Deneme Alanındaki Hava Sıcaklık Değerleri	20
Şekil 4.2 Deneme Alanındaki Rüzgar Hızı ve Oransal Nem Değerlerinin Değişimi	20
Şekil 4.3 Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisine ait toprak su kapsamı	22
Şekil 4.4 Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisinin Su Tüketimi	23
Şekil 4.5 Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisinin Bitki Boyu Değişimi	24
Şekil 4.6 Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisine Ait Yaprak Alan İndeksi	26
Şekil 4.7 Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisinin Örtü Gelişimi	27
Şekil 4.8 Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisinin Kuru Madde Miktarları.	28
Şekil 4.9.a. Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisinden Elde Edilen Kütlü Verim Değerleri	28
Şekil 4.9.b. Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisinden Elde Edilen Hasat İndeksi Değerlerinin Değişimleri	29
Şekil 4.10. Farklı Sulama Düzeylerinde Pamuk Bitkisinde CWSI' Nin Belirlemede Kullanılan Temel Grafiğe İlişkin Alt ve Üst Sınır Çizgileri	31
Şekil 4.11. Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisinde İnfrared Termometre Ölçümleriyle Hesaplanan CWSI Değerlerinin Zamana Göre Değişimi ..	33
Şekil 4.12. Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisinin Kütlü Verimi İle CWSI İlişkisi	35

1. GİRİŞ

Su, bitkisel üretimin temelini oluşturur. Yüksek nitelikli ürün eldesi için elverişli suyun en iyi şekilde kullanılması gerekir. Bu amaca, farklı gelişme koşullarında (doğal yağışlar veya sulama) suyun bitki gelişimi ve verimine ne derecede etki ettiğinin iyi bir biçimde belirlenmesiyle ulaşılabilir. Diğer bir ifadeyle, Optimum bitki gelişimi ve yüksek verim, gereksinim duyulan suyun zamanında ve yeterli miktarda karşılanmasıyla elde edilebilir (Doorenbos ve Kassam, 1986).

Dünya nüfusundaki hızlı artış ve gıda kaynaklarının tükenmesi, su kaynaklarının önemini artırmış ve suya duyulan gereksinimi fazlaştırmıştır (Kamber ve ark., 1994).

Kısıtlı su kaynaklarına olan talep sürekli olarak artmış ve suyun etkin bir şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Ayrıca bazı bitki ihtiyacına göre tüketilen suyun kısıtlanması bitki verimi etkilemektedir. Bu nedenle bitki su gereksinimi ve suyun etkin kullanımına ilişkin daha kapsamlı bilgilerin elde edilmesi önemli bir amaç haline gelmiştir.

Sulama programı, sulamanın ne zaman ve ne kadar uygulanması gerektiğinin belirlenmesini amaçlar. Sulama programlamasında kullanılan yöntemleri genel olarak toprak, meteorolojik veriler ve bitkiyi baz alan yaklaşımlar olmak üzere üç grupta toplanılabilir. Bitkiler, toprak ve atmosferik çevrelerinin etkilerini bünyelerinde birleştirmektedir. Bu nedenle sulama programlamasında bitkiyi baz alan ölçümlerin kullanılmasına olan önem artmıştır (Grimes ve ark. 1987). Her hangi bir bitkinin ne zaman sulanması gerektiğini, ne toprak su içeriği ne de atmosferik istem, bitkinin kendi içsel su durumu kadar doğru olarak belirtmez. Bu nedenle, bitkinin içsel su durumunu belirlemeye yönelik yöntemler sulama programlarının hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaya başlanılmıştır (Reginato, 1983). Yapılan araştırmalar, bitki su stresinin kolaylıkla ölçülebilen parametreler kullanılmasıyla niceliksel olarak ifade edilebileceğini göstermiştir. Söz konusu parametreler, bitki tacı ve hava sıcaklığı farkı ile havanın buhar basıncı açığıdır (Jackson ve Idso 1981).

Bitki stresi, bitkinin olağan işlevlerini bozan etmenlerini tanımlamak için kullanılan anlaşılması zor bir terimdir. Bitki su stresinin yaygın nedeni, bitkilerin atmosferik buharlaşma daha az bir hızda terleme yapmasına neden olacak biçimde,

toprak suyunun yetersiz bulunmasıdır. Genellikle, gelişme mevsiminde daha az strese uğrayan bitki daha çok ürün verecektir. Ancak bazı bitkiler meyve oluşturma döneminin başlaması için, bir su stresi periyoduna gereksinim duyabilir (Reginato 1983).

Bitkiler terledikçe yaprak sıcaklığı azalmakta ve hava sıcaklığının altına düşmektedir. Anılan fiziksel özellikten ve psikrometrik ölçümlerden yararlanarak bitki su stresi indeksi (CWSI) belirlenmektedir (Jackson, 1982). Söz konusu yöntem sayesinde ölçümler sırasında bitkiye temas edilmediğinden, bitkilere zarar verilmemekte, hızlı ve doğru ölçümler yapılabilmektedir (Zipoli, 1990).

Tarla koşullarında bitki su stresini niceliksel olarak ifade etmek için, tek bir bitki veya bir bitki parçasının gözlenmesi yoluyla noktasal ölçümlere dayanan çeşitli teknikler kullanılmıştır. Örneğin, bunlardan basınç odacığı tekniği (Grimes ve Yamada 1982; Meron ve ark 1987) bitkinin veya yaprağın kendi büyüme çevresinden ayrılmasını gerektiren porometre tekniği (McDermitt, 1990; İdso ve Reginato, 1982) bitkiye bir tahribat yapmaksızın difüzyon direncini belirler. Küçük araştırma parsellerinde faydalı bilgiler verdikleri halde, tarla koşullarında zaman alıcı ölçümler gerektirdiklerinden her iki yönteminde geniş ölçekli kullanımı sınırlıdır.

Son yıllarda bitki su stresinin izlenmesi için bitki sıcaklığı ölçüm tekniği üzerine olan ilgi artmış ve bu konuda bir çok çalışma yapılmıştır (Jackson ve ark 1981). Anılan teknik yaprak yüzeylerinden transpirasyon yoluyla buharlaşan suyun yaprakları serinlettiği ilkesine dayanır. Bu süreçte kullanılan su sınırlanırsa, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklıkları artar. Buharlaşma çok azsa, absorbe edilen radyasyon nedeniyle yaprak sıcaklığı, çevresindeki atmosferden daha yüksek değerler gösterir (Jackson, 1982).

İlk kez Ehrler (1973), buhar basıncı etkileri dikkate alındığında yaprak sıcaklıklarının, bitki su stresinin iyi bir göstergesi olabileceğini ve sulama programlaması amacıyla kullanılabileceğini ileri sürmüştür. Ancak, teksel yapraklara ilişkin ölçümler daha önce sözü edilen noktasal ölçümlerle aynı sakıncalara sahiptir.

Infrared termometrelerdeki son gelişmeleri, çok sayıda bitkinin hızlı biçimde incelenmesini ve geniş bir alandaki bitki sıcaklıklarının birleştirilmesini sağlamasıyla söz konusu olumsuzlukları en az düzeye indirmiştir.

Idso ve Ark. (1981a), farklı bitkilerde ve değişik yerlerde taç-hava sıcaklığı farkı ile buhar basıncı açığını (VPD, kPa) belirlemek için günlük ölçümler yapmışlardır. Bulutluluk dışında diğer çevre etmenlerini ihmal ederek bitkilerin potansiyel evapotranspirasyon yaptığı koşullarda taç sıcaklığı (Tc) hava sıcaklığı (Ta) farkı ile VPD arasında doğrusal bir ilişki olduğunu öğle saatlerinde yaptıkları ölçümlerle göstermişlerdir. İyi sulanan ve potansiyel hızda transpirasyon yapan (minimum su stresi durumundaki) bitkiler için bu doğrusal ilişki, alt baz çizgisi olarak adlandırılır. Birçok bitki için anılan ilişki güneşli ve tamamen gölgeli koşullarda gelişmiştir (Idso ve Pinter,1990). İlişkinin bitki çeşidine bağlı olmakla birlikte geniş bir coğrafik alanda kabul edilebilir olduğu saptanmıştır (Idso ve ark. 1981b). Buhar basıncı açığından bağımsız, fakat hava sıcaklığına bağımlı olan bitki Ta_c-hava sıcaklığı farkının üst baz çizgisi ise transpirasyon yapmayan (maksimum su stresi durumundaki) bitkilerden belirlenir. Böylece elde edilen temel grafik yardımıyla, genellikle bitkilerin en çok streste olduğu 13:00 - 14:00 saatleri arasında yapılan bitki ta_c, kuru ve ıslak termometre sıcaklığı ölçümleri kullanılarak CWSI hesaplanabilir. CWSI değeri, stres düzeyine bağlı olarak CWSI= 0 (minimum stres) ve CWSI=1 (maksimum stres) arasında değişir (Reginato, 1983).

Jackson ve ark. (1982), Tc-Ta, VPD ve net radyasyon (R_n) arasındaki ilişkiyi göstermek için enerji dengesi kavramını kullanmışlardır. CWSI' nin teorik esaslarını veren araştırmacılar, CWSI' nin $(1 - \frac{ET}{ET_p})$ değerine eşit olduğunu göstermişlerdir. Anılan ilişkinin türetilmesi, diğer bir deyişle CWSI'nin teorik yaklaşımla belirlenmesinin ayrıntısı Jackson (1982) da verilmiştir.

Çok sayıda araştırmacı tarafından, değişik bitkilerde CWSI' nin sulama programlaması için yararlı bir indeks olduğu gösterilmiştir (Pinter ve ark. 1982; Reginato, 1983; Howell ve ark. 1984 ve Niemiera, 1990). Yine farklı iklim koşullarında mevsimlik ortalama CWSI değerlerinin pamuk bitkisinde verimin tahmininde kullanılabileceği belirlenmiştir (Wanjura ve ark. 1980).

Bu çalışmada, Adana koşulları için pamuk bitkisinde bitki su stresi indeksinin büyüme mevsimi boyunca değişiminin belirlenmesi ve anılan indeksin sulama

programlanması ve kütlü pamuk veriminin tahmini amacıyla kullanılabilirliğinin irdelenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ödemiş ve Baştuğ (1996), infrared Termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada bitki su stresi indeksinin Antalya'da tarla koşullarında yetiştirilen pamuk bitkisi için sulama programlaması ve kütlü verimi tahmininde kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla yürütmüşlerdir. Farklı sulama konularında toprak su içeriği ölçümleri haftalık ve her sulamadan önce olmak üzere mevsim boyunca yapmışlardır. Deneme süresince bitki tacı ıslak ve kuru termometre sıcaklıkları ile diğer iklimsel ölçümler haftada üç gün 11:00 – 14:00 saatleri arasında günde 5 kez almışlardır. CWSI değerlerinin saptanmasında deneysel yaklaşım kullanılmış.

Çalışma sonucunda, bitki su stresi indeksi değerlerinden sulama zamanının belirlenmesinde yararlanılabileceği ve bu amaçla CWSI=0.45 değerinin ölçüt olarak alınabileceği saptanmıştır. Ayrıca, mevsimlik ortalama CWSI ile kütlü verimi arasında doğrusal bir ilişki elde etmişlerdir. Anılan ilişki ile CWSI değerlerinden yararlanılarak pamuk veriminin tahmin edilebileceği belirlenmiştir.

Gençoğlan ve Yazar (1996), Birinci ürün mısır bitkisinde infrared termometre değerlerinde yararlanılarak bitki su stresi indeksi (CWSI) ve sulama zamanının belirlenmesi konulu bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, Çukurova koşullarında yetiştirilen birinci ürün mısır bitkisinde infrared termometre (IRT) değerlerinden yararlanılarak bitki su stresi indeksini (CWSI) saptamak, bu indeksi kullanarak sulama zamanı ve mısır dane verimi ile CWSI arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yürütmüşlerdir.

Bu araştırmada farklı düzeylerdeki su stresi, her 10 günde bir 120 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun %100 (I_{100}), %80 (I_{80}), %40 (I_{40}), %20 (I_{20}) ve %0 (I_0)'ının tekrar uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Böylece 6 farklı düzeyde stres içeren sulama konusu meydana getirilmiştir. Her bir deneme konusu için farklı miktarlarda sulama suyu uygulanarak verim araştırması yapmışlardır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarı 120 cm toprak profilindeki kullanılabilir su

ihtiyacına göre belirlemişlerdir. Bitkilerdeki su ihtiyacına karşı gösterdiği strese karşı bitki su stres indeksi belirlenerek (CWSI) verim arasındaki ilişkisi tespit edilmiştir.

Çalışmanın ilk ve ikinci yılında, CWSI hesaplamasında gerekli olan su stresinin olmadığı alt sınır (LL) eşitlikleri sırasıyla $T_c - T_a = 2.9 - 2.66$ VPD ve $T_c - T_a = 2.41 - 2.045$ VPD; bitkinin tamamen su stresinde olduğu üst sınır (UL) değerleri ise sırasıyla 4.25°C ve 3.50°C olarak bulunmuşlardır. Sulama zamanındaki infrared termometre ölçümlerinden, mısır dane veriminin düşmeye başladığı eşik CWSI değeri 0.21 olarak saptanmıştır. CWSI, anılan değerden yüksek olduğunda verimde azalmaların başlayacağı belirlenmiştir. Araştırma yıllarında elde edilen mısır dane verimi ile sulama zamanında IRT gözlemlerinden saptanan bitki su stres indeksi arasında geliştirilen doğrusal ilişkilerden yararlanılarak verim tahmini yapılabileceği sonucuna varılmışlardır.

Barbosa ve ark. (2005), Brezilya'nın kuzey doğusunda yarı kurak bir bölgede pamukta infrared termometre tekniği kullanarak CWSI belirlenmesi konulu bir çalışma yapmışlardır. Çalışma pamukta stresli ve stressiz olmak üzere iki tekerrürlü deneme konusu oluşturmuşlardır. Büyüme mevsimi boyunca deneme konularına stres gösteren alana 437 mm, stres göstermeyen alana ise 671 mm sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konularında bitki tacı sıcaklıklarını İnfrared termometre ile ölçüm yapmışlar ve bu değerlerden faydalananarak CWSI hesaplamışlardır. İnfrared termometre ölçümleri haftada 3 gün saat 10:00 ile 14:00 arası büyüme mevsimi boyunca ölçümler yapmışlardır. Yapılan ölçümler sonucunda Stressiz alanda CWSI 0.05 ile 0.23 değerleri arasında değişmekte, stresli alanda ise CWSI 0.25 ile 0.63 değerleri arasında değişim göstermiştir. Çalışmada Brezilya benzer iklim ve toprak özelliklerine sahip alanlarda infrared termometre tekniği yardımı ile sulama programlaması yapılması durumunda mevsim boyunca CWSI değerinin 0.3 civarında sürdürülmesi gerektiği ve anılan tekniğin bölgede pamuk sulama programlaması amacıyla kullanılabileceği sonuçlarına ulaşmışlardır.

Orta ve ark. (2002), Tekirdağ ili koşullarında ayçiçeğinde bitki su stres indeksinin (CWSI) belirlenmesi ve bitki stres indeksinin verim ilişkisi konulu bir araştırma yapmışlardır. Çalışmaları T1, T2, T3, T4 ve T5 deneme konularına ait 5 deneme parselinde oluşmaktadır. Her bir deneme konusu için farklı sulama suyu

miktarı uygulanmaktadır. Deneme iki yıllık bir çalışma olmak üzere farklı deneme konularında oluşmaktadır. Denemede ilk yıl T1, T3 ve T5 deneme konusu ikinci yıl ise T1, T2, T3, T4 ve T5 deneme konularında çalışma yapmışlardır. Çalışmada 90 cm toprak derinliğinde ayçiçeği bitkisi için gerekli su ihtiyacının sırasıyla %100' ü T1, %75 T2, %50 T3, %25 T4 ve % 0 T5 konularına sulama suyu uygulamışlardır.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bitki su stres indeksi CWSI değerlerine tespit ederek yüksek verimi alabilecek CWSI değeri tespit edilmiş ve sulama programlamasında kullanılmıştır. Sonuç olarak CWSI değeri 0.44 ve 0.48 e ulaştığın en yüksek verimi alabilmek için sulama zamanını belirlemede bir ölçüt olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Ayrıca CWSI ile verim ilişkisini; $Y = 8.28 - 7.36CWSI$ bir eşitlikle ifade edilebileceğini belirtmişlerdir.

Erdem ve ark. (2006), Damla sulama yöntemi ile sulanan fasulyenin, maksimum su stresi (%0) ve tam sulama koşullarında (%100), bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin elde edilmesinde kullanılan bitki tacı-hava sıcaklığı farkı ile buhar basıncı açığı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, beş farklı sulama konusunun (tam sulanan konuda 60 cm toprak derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık % 50' si tüketildiğinde eksik nemin %25, %50, %75 ve %100' ünün karşılandığı) verim ve sayısal yaklaşım ile hesaplanan bitki su stres indeksi değerlerine etkisini araştırmışlardır. En yüksek verim ve su kullanımı bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı konudan elde edilmiştir. CWSI değerlerinin değişimi, toprak nem eksikliğindeki değişimle benzer eğilim göstermiştir. Topraktaki nem eksikliği arttıkça, CWSI değerlerinde artışlar görülmüşlerdir. Verim değerleri ile ortalama CWSI değerleri arasında verim tahmininde kullanılabilecek ' $Y = 2.731 - 2.034 CWSI$ ' doğrusal eşitliği elde edilmiştir. Sonuçta, bitki su stres indeksi değerlerinden sulama zamanının planlanmasında ve fasulyenin verim tahmininde yararlanılabileceği belirlemişlerdir.

Ertek ve Kanber (1994), Damla sulama yöntemi uygulanan farklı sulama programlarının pamuk cıdır randımanına etkileri konulu bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada sulama suyunun belirlenmesin de açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden faydalanmışlardır. Çalışmada, iki farklı sulama aralığı (S1: 5 ve S2: 10 gün), üç bitkikap katsayısı (Kcp1: 0,75; Kcp2: 0,90 ve Kcp3: 1,05) ve iki ıslatma

faktori (P1: 0,70 sabit ve P2: bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanılmıştır. İlk sulama, 120 cm derinlikteki elverişli su % 40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut suyu tarla kapasitesine getirecek miktarda sulama suyu uygulamışlardır.

Sonuçlara göre; sık sulamada ve sulama suyunun daha az uygulandığı konularda cırcır randımanları artmıştır. Ayrıca, birim su başına en yüksek verimin alındığı yılda en yüksek 100 tohum ağırlığı elde edilmiştir.

Dağdelen ve ark. (2003), karık yöntemiyle sulanan pamukta farklı sulama düzeylerinin kütlü Kalitesi ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi konulu yaptıkları çalışmada, pamukta farklı su düzeylerinin kütlü kalitesi (lif inceliği, lif uzunluğu, lif mukavemeti, cırcır randımanı, 100 tohum ağırlığı) ve bazı agronomik özellikler (bitki boyu, bitki başına koza sayısı, odun dalı sayısı, meyve dalı sayısı) üzerine etkisi araştırmışlardır. Bu amaçla, toprak profilinde tüketilen suyun tamamının uygulandığı S1 konusu ve diğer S2, S3, S4 ve S5 konularına da tam konuya uygulanan suyun % 70, % 50, % 30 ve % 0'ı karşılanacak şekilde 5 sulama konusu oluşturulmuş ve karık sulama yöntemi uygulanmıştır. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Araştırma sonuçlarına göre, sulama konularının kütlü kalitesi ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisinin her iki yılda da önemli olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre, konulara uygulanan sulama suyu miktarı 213-710 mm; mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise 257-867 mm arasında değişmiştir. Ortalama kütlü verimi ise 178-549 kg/da arasında değişmiştir.

Gencoğlan ve ark. (1996) Harran ovası koşullarında yetiştirilen pamuğun kısıntılı sulama analizi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı, Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen pamuğun su verim, su gelir ve su maliyet ilişkilerini kullanarak kısıntılı sulama analizi yapmak ve alternatif sulama düzeylerini belirlenmesi. Yaptıkları analizde matematiksel optimizasyon yöntemi kullanmışlardır. Ayrıca bulunan alternatif su düzeyleri ile deneme sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Pamuğun toplam değişken ve toplam maliyeti uygulanan sulama suyu miktarı ile orantılı olarak değişmektedir. Pamuğun değişken maliyeti, sabit maliyetten daha fazla olduğu bulmuşlardır. Doğrusal maliyet ve ikinci dereceden gelir fonksiyonu kullanarak en yüksek sulama suyu ($W_m = 1475$ mm); arazinin

($W_l=1263$ mm) ve suyun kısıntılı ($W_{ew}=1010$ mm) olduğu koşullardaki ekonomik en uygun su seviyeleri; arazinin ($W_{el}= 1052$ mm) ve suyun kısıntılı ($W_{ew} = 692$ mm) olduğu koşullardaki denk gelir su kısıntı seviyeleri hesaplanmıştır. Sulanacak 1 da' lık alanın sulama suyundan kısıntı yapılarak 2.13 da' lık daha fazla alan sulanabilmekte ve toplam üretimde %50'lik artış olmuştur. Suyun bol olduğu yerlerde pamuğa, W_m ve W_l düzeylerinde, kıt olduğu yerlerde ise W_w , W_{ew} ve W_{el} düzeylerinde su uygulanabilir sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, sulama suyu miktarı hem bitki su gereksinimi hem de üretim girdileri göz önünde bulundurularak belirlenmelidir sonucuna varmışlardır.

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 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı 36° 59' K enlemi ve 35° 18' D boylamında yer almakta olup, denizden 20 m yüksekliktedir.

3.1.2 Toprak Özellikleri

Deneme alanı toprakları, Mutlu serisinde yer almakta olup düz ve düze yakın topografyadadır. Bütün profil yüksek oranda şişine özelliği taşıyan kil içerir. Kireç bakımından orta derecede zengin ve, renkleri, koyu kırmızımsı kahverengidir (Özbek ve ark. 1974). Deneme alanı topraklarının sulama yönünden kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma Alanı Topraklarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Katman Derinliği (cm)	TK (g/g)	SN (g/g)	As (g/cm ³)	pH	EC _w (dS/m)	CaCO ₃ (%)	Özgül Ağırlık	Bünye sınıfı
0-30	38.43	24.7	1.34	7.05	0.25	6.63	2.5	C
30-60	38.41	24.5	1.37	7.2	0.18	8.05	2.6	C
60-90	37.31	24.3	1.39	7.05	0.19	8.29	2.6	C
90-120	39.78	25.9	1.36	7.15	0.16	10.66	2.4	C

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 USSS (1954)'de verilen esaslara göre 100 cm³ lük 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, yazları sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Deneme yılına ilişkin iklimsel veriler deneme alanında bulunan iklim gözlem istasyonundan ve Bowen sisteminden alınmıştır. Çukurova da pamuk yetiştirme döneminde (Mayıs–Ekim) sıcaklıklar 15.69–37.92 °C arasında değişmektedir. Bölgede uzun yıllık ortalama 650 mm yağış düşmektedir. Yağış dağılımı türdeş değildir. Yağışın % 90'ı kışın düşmektedir. Yıllık ortalama oransal nem % 66, rüzgar hızı 2.0 m/sn dolaylarındadır.

3.1.4. Bitki Çeşidi

Araştırmada SG-125 pamuk tohumu çeşidi kullanılmış ve 70 cm sıra arası 20 cm sıra üzeri olacak biçimde ekim yapılmıştır. Anılan çeşidin, bitkilerin dik ve uzun boylu oluşu, gelişmesinin kuvvetli, dallanmaların yukarı doğru olması ve meyvelerin genellikle orta kısımlarda tutulması gibi belirgin özellikler göstermektedir. Söz konusu çeşit, bölgede ekimi yapılan diğer standart çeşitlerden daha erkenci ve sulamaya karşı daha duyarlıdır. Ayrıca beyaz sineğe (*Bemissia Tabaci* Genn.) karşı dayanıklılığı, diğerlerine oranla daha yüksektir.

3.1.5. Kullanılan Aygıtlar

Çalışmada kullanılan; sıcaklık, oransal nem, rüzgar hızı, ve solar radyasyon, değerleri deneme alanı yakınına kurulmuş olan meteoroloji istasyonundan anlık ölçüm değerleri olarak alınmıştır. Bitki tacı sıcaklığını ölçmek için portatif infrared termometre (Everest İnterscience Model 210) kullanılmıştır.

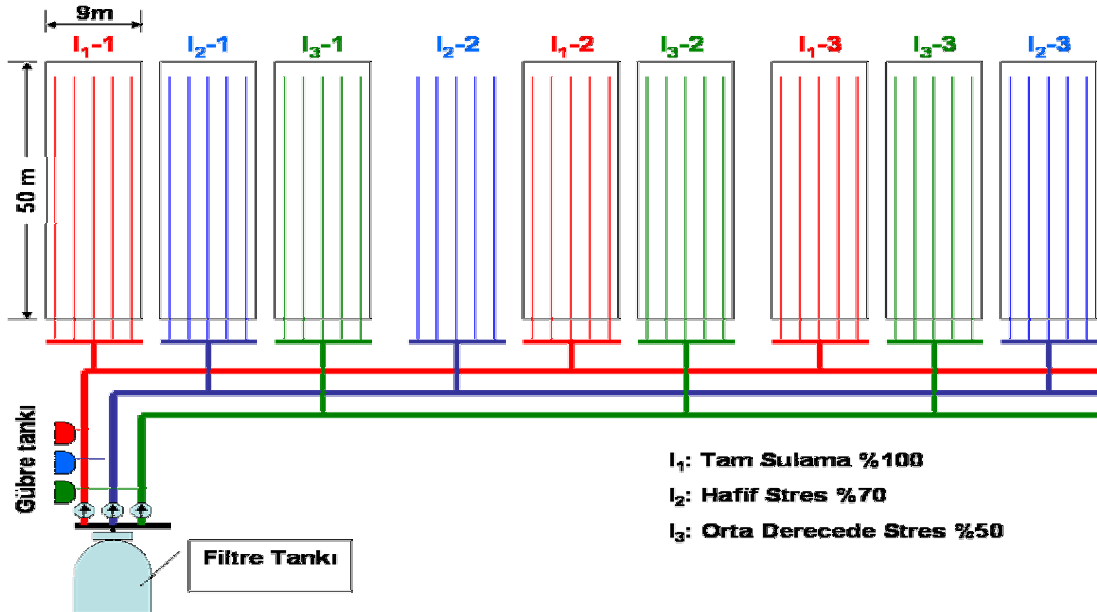
Araştırmada kullanılan damla sulama sisteminin öğeleri, konumu ve deneme planı Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Sistemin denetim biriminde; basınç düzenleyicisi, kum tankı, elek filtre, manometre, vana ve su sayacına yer verilmiştir. İletim biriminde; ise ana boru, yan boru (monifold), lateraller ve damlatıcılar 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 konulara ait su sayaçları ayrıca her

bir konuya farklı dozlarda gübre verebilmek için gübre tankları bulunmaktadır. Deneme parselinde toprak nem kapsamının belirlenmesinde gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Yaprak alanlarının ölçümlerinde ise optik alan ölçer seti kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin Kurulup Yürütülmesi

Deneme, 2005 yılında 100x100 m ölçümlerinde pamuk ekili bir alanda ve aşağıda açıklandığı gibi yürütülmüştür: Çalışma üç farklı düzeyde sulanan ve hiç sulanmayan konulardan oluşmaktadır. I_1 tam sulama konusu: mevsim boyu bitkinin sulama suyu gereksiniminin tamamının karşılandığı konu, I_2 hafif stres konusu: mevsim boyu bitkinin sulama suyu gereksiniminin, tam sulamaya göre %70'inin karşılandığı konu, I_3 orta düzeyde stres konusu: mevsim boyunca sulama suyu gereksiniminin tam sulamaya göre %50'sinin karşılandığı konu ve bunlardan başka birde bütün mevsim boyunca hiç sulanmayan (kuru) konu: bitki su stres indeksi hesaplamalarında üst baz çizgisini belirleyen konudur. I_1 , I_2 ve I_3 sulama konularını kapsayan parseller üç yinelemeli olarak şansa bağlı deneme desenine göre arazide konumlandırılmıştır. Parseller 8.4 m x 50 m (0.70 m sıra aralıklı 12 adet sıra vardır) boyutlu parsellerden oluşmuştur. Deneme planı Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Damla sulama sisteminin parsellere göre kuruluş şeması

3.2.1.1. Tarımsal İşlemler

Ekim, ilkbaharda 5 cm toprak derinliğindeki sıcaklık 15 °C üzerine çıktığı zaman yapılmıştır.(İncekara, 1979). Ekim öncesi toprak pulluk ile sürülmüş ve tarla yüzeyi tapan çekilerek düzeltilmiştir. Toprak ve tohum hazırlığı tamamlandıktan sonra ekim işlemi, toprağın 3-4 cm derinliğine, 70 cm sıra aralığı ve dekara 6-7 kg tohum düşecek şekilde mibzerle 13 Mayıs 2005 günü yapılmıştır. Çalışmada kullanılan gübrelerin tümü sulama suyu ile birlikte uygulanmıştır. Uygulanan gübre miktarları büyüme mevsimi boyunca pamuk bitkisi için gerekli besin elementi ihtiyaçlarına göre; I₁ konusu için 48 kg N, 6.5 kg P₂O₅ ve 16 kg K₂O, I₂ konusu için 30 kg N, 6.5 kg P₂O₅ ve 16 kg K₂O, I₃ konusu için ise 17.4 kg N, 5.6 kg P₂O₅ ve 14.3 kg K₂O olarak yapılmıştır. Pamuğun toprak yüzeyine çıktığı andan başlayarak mevsim boyunca yabancı otlar geliştikçe ve tam örtü oluşuncaya dek sulamalardan sonra el ve makine çapası yapılmıştır.

Çalışmada pamuk bitkisi tüm konularda türdeş bir gelişme göstermiştir. Ayrıca, çalışma sürecince pamuk bitkisinin vejetatif gelişme dönemleri, her parsel için ayrı ayrı gözlemlenmiştir.

Ekimden hasada değin ortaya çıkan hastalık ve zararlılara karşı savaşım, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nün görüşü alınarak sürdürülmüştür.

3.2.1.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi

Deneme alanı topraklarının temel fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptamak amacıyla gerekli analizlerin yapılabilmesi için bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri, Petersan ve Calvin (1965); Benami ve Diskin (1965), tarafından uygulanan sistematik örnek alma esasına göre, önceden belirlenmiş toprak profillerinin 120 cm derinliğe ulaşınca den 30 cm'lik katmanlardan toprak örnekleri alınmıştır.

Toprak örnekleri her deneme parseli için sulamalardan önce ve sonra olmak üzere büyüme mevsimi boyunca alınmıştır. Deneme alanı topraklarının temel fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptamak için alınan torak örnekleri, laboratuarda toprak su içerilini belirlemek amacıyla analiz edilmiştir.

3.2.1.3. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi

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

$$Et=I+R+Cr-Dp-Rf\pm\Delta s \quad (1)$$

Eşitlikte;

Et : Bitki su tüketimi (mm)

I : Sulama Suyu (mm)

R : Yağış (mm)

Cr : Kılcal Yükseliş (mm)

Dp : Derine süzülme kayıpları (mm)

Rf : Yüzey akış kayıpları (mm)

Δs : Toprak profilindeki nem değişimi. (mm)

Eşitlikte sulama suyu (I), her konu için ayrı ayrı su saati aracılığıyla verilmiştir. Yağış (R) değeri, deneme alanındaki iklim gözlem istasyonundan alınmıştır. Deneme alanı topraklarında taban suyu sorunu olmadığından, kılcal yükseliş (Cr) sıfır sayılmıştır. Kök bölgesinde (120 cm) sulama öncesi nem değeri ile, uygulanan su miktarlarının toplamaları, araziye ilişkin tarla kapasitesi değerinin üzerindeki miktarı derine sızma olarak kabul edilmiştir. (Kanber ve ark, 1993). Ancak sulamaların damla sistemiyle yapılmış olması nedeniyle, derine sızma ve yüzey akış (Rf) kayıplarının olmadığı belirlenmiştir.

3.2.1.4. Bitki Gelişimine İlişkin Gözlem ve Ölçümler

Bitki gelişimi için gözlem ve ölçümler, sulama başlangıcından hasada kadar 15' er günlük aralıklar ile yapılmıştır.

a) Yaprak Alan İndeksi (LAI)

Deneme alanını temsil eden bitki sıralarına ilişkin 1 m lik uzunlukları kullanılmıştır. Anılan uzunluk üzerindeki bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek örneklenmiştir. Örneklerdeki tüm yaprakların bir yüzeylerinin alanları, optik yaprak alan ölçer kullanarak, ölçülmüştür (Şekil 3.2) Elde edilen yaprak alanların toplamı

alınan bitkilerin temsil ettiği alana oranlanarak yaprak alan indeksleri hesaplanmıştır (Mitchell, 1970).



Şekil 3.2. Optik yaprak alan ölçeri

b) Kuru Madde Miktarları (Biyomas)

Biomass 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). Daha sonra kurutulan örnekler tartılmış ve anılan bitki örneğinin temsil ettiği alana oranlanarak birim alana düşen kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Gardner ve ark. 1985).

c) Örtü Yüzdesi

Bitkinin örtü yüzdesini ölçmek amacıyla sulama öncesi bitki gölgesinin kapladığı alan ölçümleri yapıldı. Bitki örtü yüzdeleri her deneme parseli için 5-6 ve 7. sıradan baştan ortadan ve sona doğru bitkiler işaretlendi. İşaretli bitkilerin yüksekliği ve taç genişliği ölçüldü. Her konunun bütün tekerrürlerinde toplam 9 bitki, parselde ise toplam 81 bitkinin boyunu ve örtü gelişimi ölçüldü. Bu ölçümler bitki örtü yüzdesi % 100' ulaşınca kadar devam edildi. Bitki örtüsü % 100

ulaştıktan sonra hasada kadar bitki boyu ölçümleri sürdürüldü. Örtü yüzdeleri aşağıdaki eşitlik ile ölçüldü.

$$P_{\text{örtü}} = \frac{a_t}{b_s} \quad (2)$$

Eşitlikte; $P_{\text{örtü}}$, örtü oranı; a_t , bitki taç genişliği; b_s , bitki sıra arasıdır.

d) Kütlü Verim ve Hasat İndeksi

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

$$\text{Hasat indeksi (HI)} = \frac{\text{Verim}(g / m^2)}{\text{Biyomass}(g / m^2)} \quad (3)$$

3.2.1.5. Sulamaların Planlanması ve Uygulanması

Denemde üç farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Her bir deneme konusunda ilk üç sulama farklı yaprak su potansiyeli ölçüm değerlerine göre yapılmıştır. Anılan yaprak su potansiyeli ölçüm değerleri I_1 konusu için 15 bar I_2 konusu için 17 bar ve I_3 konusu için 20 bar değerlerine ulaşıncaya sulama başlatılmıştır. Yaprak su potansiyel değerleri baz alınarak yapılan ilk sulamalar, topraktaki eksik nem değeri tarla kapasitesine getirilecek şekilde uygulanmıştır. Diğer sulamalar açık su yüzeyi buharlaşma kabından (class A pan) elde edilen yaklaşık birer haftalık yığılımlı buharlaşma değerlerinin % 100'nün I_1 konusuna, %70'inin I_2 konusuna ve %50'sinin I_3 konusuna uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Pamuk bitkisinin çimlenmesi için yağmurlama sistemi kullanılarak 17 Mayıs ve 21 Mayıs 2005 tarihlerinde sırasıyla 18 mm ve 9 mm'lik çıkış suyu uygulanmıştır. Sulama konuları oluşturulduktan sonra bitkinin büyüme dönemi boyunca gereksinim duyduğu suyu damla sulama sistemi kullanılarak uygulanmıştır. Her bir deneme konusu için hesaplanan sulama suları lateral başında bulunan sayaçlardan ölçülerek verilmiştir.

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. Sulama süresi, uygulanacak sulama suyu miktarı, damlatıcı debisi ve sayısına bağlı olarak aşağıda verilen eşitlikle hesaplanmıştır.

$$IR = A * Ep * Kcp * P \quad (4)$$

Eşitlikte:

IR : Sulama suyu miktarı (m³)

A : Parsel alanı (da)

Ep : Sulama aralıklarındaki yığışimli buharlaşma (mm, Class A Pan)

P : Örtü yüzdesi (%)

Sulama suyu Kanber (1984)'de verildiği gibi, açık su yüzeyi buharlaşmasından, bitki-pan katsayılarından ve örtü yüzdesi değerlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.1.6. Bitki Su Stres İndeksinin (CWSI) Belirlenmesi

Çalışmada bitki su stresinin izlenmesi amacıyla bitki taç sıcaklıkları, elde taşınabilir bir infrared termometre (Everest Interscience Inc., Model 510B Infrared Ag Multimeter) ile ölçülmüştür. Rüzgar hızı, hava sıcaklıkları, oransal nem ve diğer iklimsel veriler deneme alanındaki otomatik meteoroloji istasyonundan anlık değerler olarak alınmıştır. Elde edilen değerlerden doygun buhar basıncı (ea) ile gerçek buhar basıncı (ed) her ölçüm zamanı için hesaplanarak buhar basıncı açığı (VPD) bulunmuştur.

Infrared termometre ölçümlerine, konulara göre sulamalardan önce ve sonra sulanan ve sulanmayan konulardan 11.00-14.00 saatleri arasında ölçümler yapılmıştır. Alet, 15°'lik görüş alanı açısı (FOV) ile çalıştırılmış ve ölçümler sırasında yatayla 30-40° açı yapacak biçimde tutularak görüş alanına yalnızca bitki tacının girmesine özen gösterilmiştir. Bitki su stres indeksi (CWSI)'nin belirlenmesinde deneysel yaklaşım olarak bilinen (Idso ve ark., 1981a) yönteminden yararlanılmıştır. Bunun için tam sulanan konuda, yapılan ölçümlerden belirlenen

T_c - T_a ve VPD değerlerinin doğrusal regresyonuyla alt baz çizgisi ve sulanmayan konudan, alınan ölçümlerden belirlenen üst baz çizgisi elde edilerek temel grafik oluşturulmuştur.

CWSI değerleri anılan grafikten yararlanılarak belirlenmiştir. CWSI'ni belirlemede kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$CWSI = \frac{[(T_c - T_a) - (T_c - T_a)I]}{[(T_c - T_a)u - (T_c - T_a)I]} \quad (5)$$

Eşitlikte, T_c bitki tacı sıcaklığını, T_a hava sıcaklığı, $(T_c - T_a)I$ alt baz çizgisini ve $(T_c - T_a)u$ ise üst baz çizgisini göstermektedir.

Buhar basıncı açığı Howell ve ark. (1992) bildirdiği temel psikometri eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır. (Eşitlik 5 ve 6.)

$$e_w = 0.61078 \exp [17.27T_w] / [237.3 + T_w] \quad (6)$$

$$e_a = e_w - (AP) (T_a - T_w) \quad (7)$$

Burada;

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

Psikometrik sabite (A), aşağıda verilen eşitlikten hesaplanmıştır.

$$A = [0.000660(1 + 0.00115T_w)] \quad (8)$$

Buhar basıncı açığı (VPD), kuru termometre sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı ile aynı sıcaklıktaki gerçek buhar basıncı farkı alınarak bulunmuştur. (Eşitlik 8)

$$\text{Bu eşitlik: } VPD = (e_w - e_a) \quad (9)$$

Anılan eşitlikte; e_w ıslak termometre sıcaklığındaki doymuş buhar basıncıdır (kPa).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

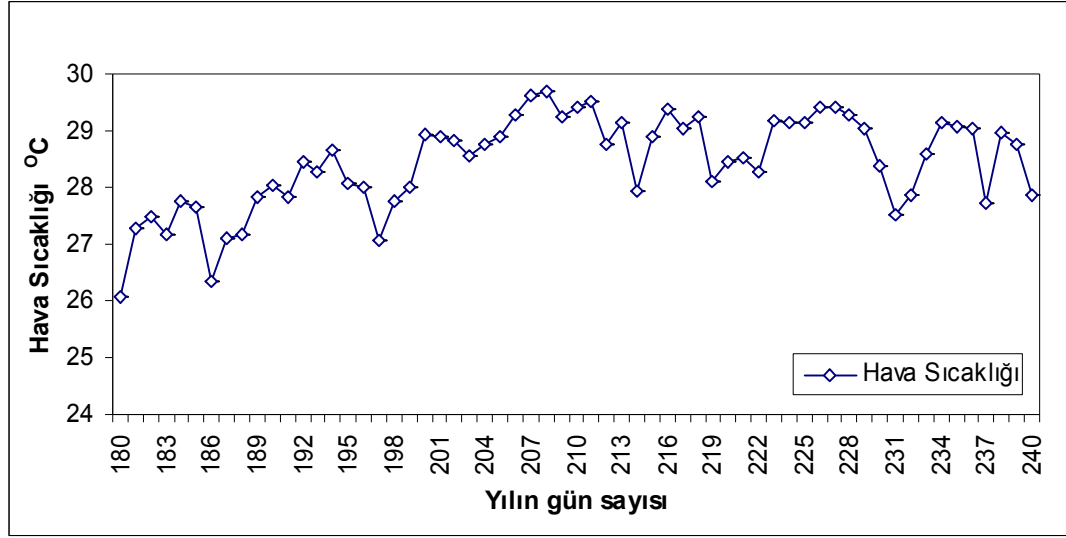
4. 1. Yörenin Atmosferik Koşulları

Deneme boyunca ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları, Ta, oransal nem RH, rüzgar hızı, net radyasyon Rn, ve solar radyasyon (Rs), değerleri deneme alanı yakınına kurulmuş olan meteoroloji istasyonundan anlık olarak ölçülmektedir. Anılan ölçüm değerleriyle buhar basıncı açığı Howell ve Ark'ın List (1984)'den bildirdiği temel psikometre eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır. Yıllık iklimsel değişkenlerin aylık ortalamaları aşağıdaki Çizelge 4.1'de verilmiştir.

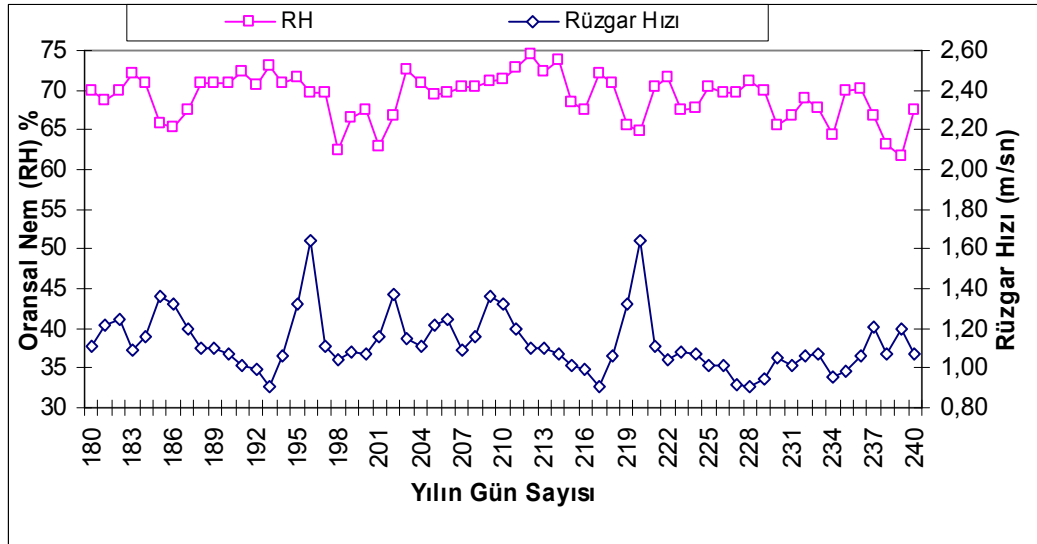
Hava sıcaklıkları meteoroloji istasyonundan alınan anlık ölçümler sonucu büyüme mevsimi boyunca Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi ortalama hava sıcaklıkları 22 °C ile 35 °C arasında değişmektedir. Büyüme mevsimi boyunca deneme alanındaki günlük ortalama oransal nem (RH) ve günlük ortalama rüzgar hızları Şekil 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 2005 Yılı Pamuk Bitkisi Ekim Alanına İlişkin İklim Verileri

	AYLAR											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek.	K	Ar.
Tmax, °C	15.0	14.9	17.8	21.5	26.2	31.7	34.0	35.3	32.5	27.5	20.9	19.0
Tmin, °C	3.8	5.0	7.2	7.4	12.4	17.6	23.2	22.7	18.7	11.6	8.4	7.2
Rs, MJ /m ² /gün	7.8	8.7	12.1	17.8	20.5	26.1	24.4	22.6	18.5	14.9	9.2	7.4
RHma, %	77.3	84.6	86.1	92.1	91.1	91.3	89.7	89.2	89.3	82.7	83.8	86.2
Rhmin, %	32.2	40.1	38.8	36.3	36.1	36.4	45.5	38.9	33.2	24.4	33.8	39.3
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	19.5	143	64.0	56.0	74.0	5.0	0.0	19.0	34.5	37.0	56.0	67.0



Şekil 4.1. Deneme alanındaki hava sıcaklık değerleri.



Şekil 4.2. Deneme alanındaki rüzgar hızı ve oransal nem değerlerinin değişimi.

4. 2. Sulamalar

Çalışma yıllarında Her bir deneme parseli için uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Pamuğun gübrenmesi ölçülü olarak sulama suyu ile birlikte ölçülü olarak verilmiştir. Konulara uygulanan gübre miktarları Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi ilk sulama I_1 konusuna 6 Temmuz 2005 tarihinde, I_2 konusuna 12 Temmuz 2005 tarihinde ve I_3 konusuna ise 18 Temmuz 2005 tarihinde uygulanmıştır. Deneme konularına I_1 ve I_2 ve I_3 için

ilk sulamalar yaprak su potansiyeli değerlerine bakılarak uygulanmıştır. Diğer sulamalar ise haftalık Class A pan değerlerine bakılarak uygulanmıştır. Deneme yılına ilişkin parsellere uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.2 de görüldüğü gibi I_1 konusuna 493 mm uygulanmıştır, I_2 konusuna 316 mm ve I_3 konusuna 163 mm olarak verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisine verilen Sulama Suyu Miktarları

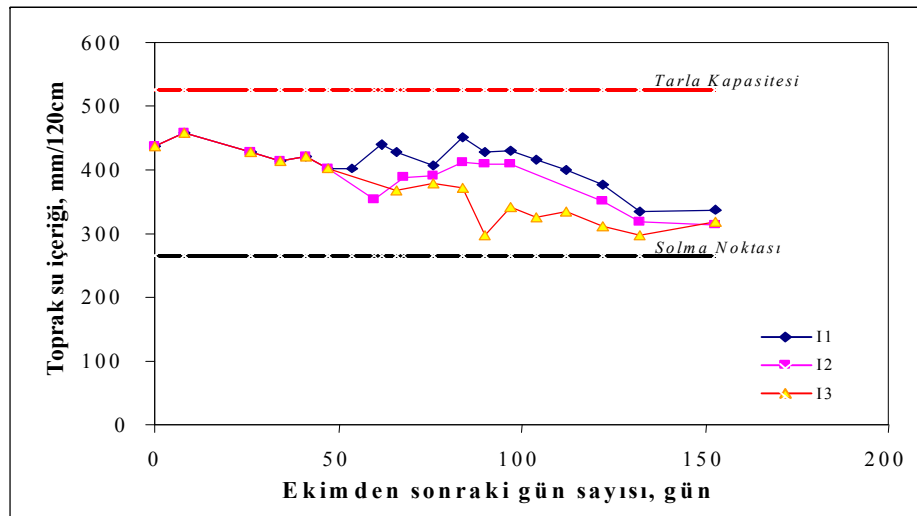
Tarih	Evaporasyon (E_{pan}), mm	Sulama suyu, mm		
		I_1	I_2	I_3
14.05.2005	<u>Çimlenme</u>	18.0	18.0	18.0
17.05.2005	<u>Çimlenme</u>	18.2	18.2	18.2
21.05.2005	<u>Çimlenme</u>	8.7	8.7	8.7
06.07.2005	125	62.5	0.0	0.0
12.07.2005	125	0.0	43.8	0.0
18.07.2005	125	98.8	0.0	49.4
21.07.2005	125	0.0	69.1	0.0
28.07.2005	100	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

Çizelge 4.3. Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisine İçin Uygulanan Gübre Miktarları

Tarih	Gübre miktarları , kg/da								
	N			P			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	0	0.63	0	0	0.94		0
12.07.2005	0	1.75	0	0	0.63	0	0	0.94	0
18.07.2005	3.95	0	1.98	0.99	0	0.99	1.48	0	1.48
21.07.2005	0	2.77	0	0	0.99	0	0	1.48	0
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

4.2.1. Toprak Su Kapsamı Değişimi

Her bir deneme parselinde sulama mevsimi boyunca kök derinliğindeki (120 cm) kök bölgesi su kapsamında mevsim boyu meydana gelen değişim her bir konu için Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Anılan şekilde görüldüğü gibi, deneme konularındaki toprak su içeriliği değerleri ekimden sonraki 50. güne kadar 402 mm, 50. günden sonrada ise farklı değerlerde değişiklikler göstermiştir.

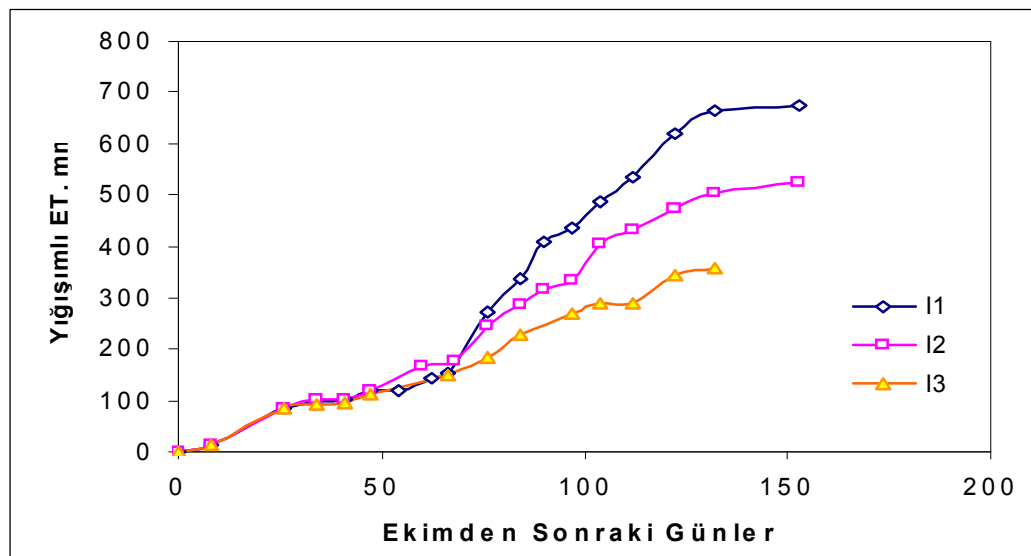


Şekil 4.3. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisine ait toprak su kapsamı

4.3. Pamuk Su Tüketimi

Deneme parsellerinde pamuk su tüketimi değerleri su bütçesi yöntemine göre ölçülmüştür.

Su bütçesi yaklaşımına göre belirlenmiş su tüketimi değerleri her bir deneme konusu için ayrı ayrı ölçülmüştür. Şekil 4.4.'de görüldüğü gibi tam sulama yapılan I₁ konusunda su tüketimi 675 mm, hafif stres koşullarının uygulandığı I₂ konusunda su tüketimi 525 mm, orta derecede stres yaratılan I₃ konusunda su tüketimi 358 mm olarak belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarlarına paralel olarak su tüketimi farklılık göstermiştir. Fazla sulama yapılan I₁ konusunda diğer konulara oranla daha dik bir değişim oluşmuştur. Deneme konularında örtü yüzeyinin tam gelişmediği başlangıç dönemlerinde eğrilerin eğimleri daha düşüktür. Bitkilerin arazi yüzünü tam örttüğü zamanlarda su kaybının diğer dönemlere göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Büyüme mevsiminde sulamaların kesildiği, toprak profilinde kullanılabilir nem miktarının azalmaya başladığı mevsim sonu dönemden itibaren eğrilerin eğimleri düşmektedir. Su tüketimi eğrisi eğiminin yataylaşması aynı zamanda bitki su tüketiminin azaldığını göstermektedir. Su tüketiminin düşük olduğu I₂ ve I₃ konularında açıklanan sonuç çıkmıştır. Stres yaratılan konularda bitkilerin daha erken olgunlaştığı saptanmıştır.



Şekil 4.4. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinin su tüketimi

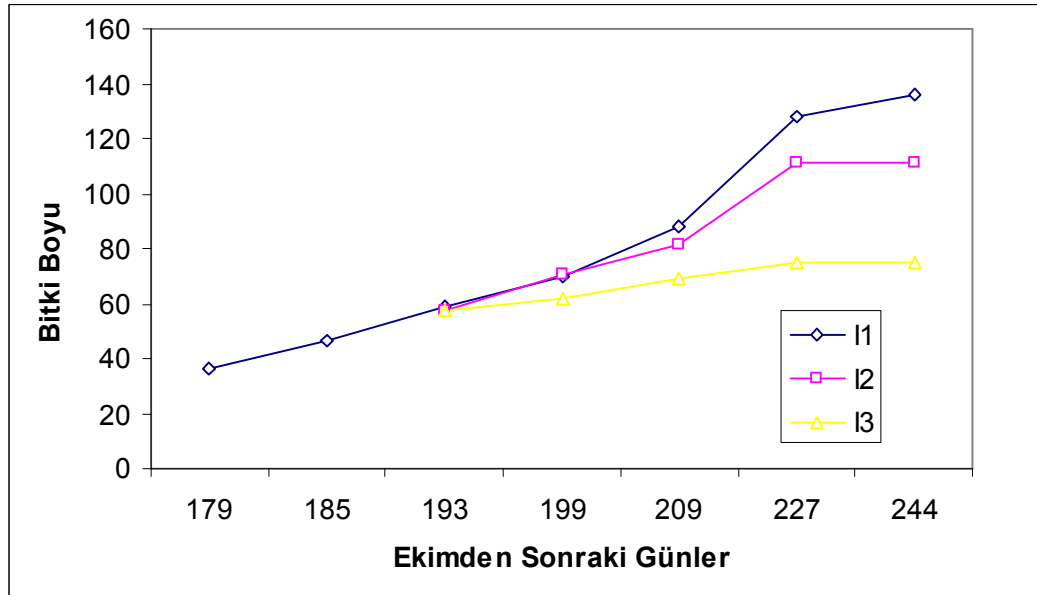
4.4. Bitki Ölçümleri

Yapılan çalışmada her bir deneme parseli için büyüme mevsimi boyunca bitki gelişimini gösteren ölçümler yapıldı. Bu ölçümler; Bitki boyu, yaprak alan indeksi, örtü gelişimi, kuru madde miktarı, bitki taçı hava sıcaklık farkları başlıkları altında toplayabiliriz.

4.4.1. Bitki Gelişimi ile İlgili Sonuçlar

4.4.1.1. Bitki Boyu

Konulardaki büyüme mevsimi boyunca bitki boyuna ilişkin sonuçlar Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Her bir deneme parseline göre bitki boyu, uygulanan sulama koşullarına göre değişmiştir. Deneme konularında ekimden sonra 60. gününe kadar aynı oranda büyüme göstermişlerdir. Denemelerde büyüme ekimden sonra 90. güne dek hızlı artış göstermiş daha sonra durağan bir seyir izlemiştir. Deneme konularında bitki boylarında ki tepe değer, I₁ konusunda 145 cm, I₂ konusunda 115 cm ve I₃ konusunda 74 cm olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada görüldüğü gibi sulama suyu miktarı artıkcı bitki boyu uzadığı görülmüştür.



Şekil 4.5. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinin bitki boyu değişimi

Baştuğ (1987), Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada göllendirmeli karıkla sulanan pamukta 60-110 cm bitki boyları ölçmüştür. Şener (1995), menemen ovası koşullarında yaptığı çalışmada pamukta bitki boylarını 60-106 cm arasında bulmuştur. Bu sonuçlara göre deneme konularımızdaki bitki boyları farklı su tüketimlerden dolayı değişebilmektedir.

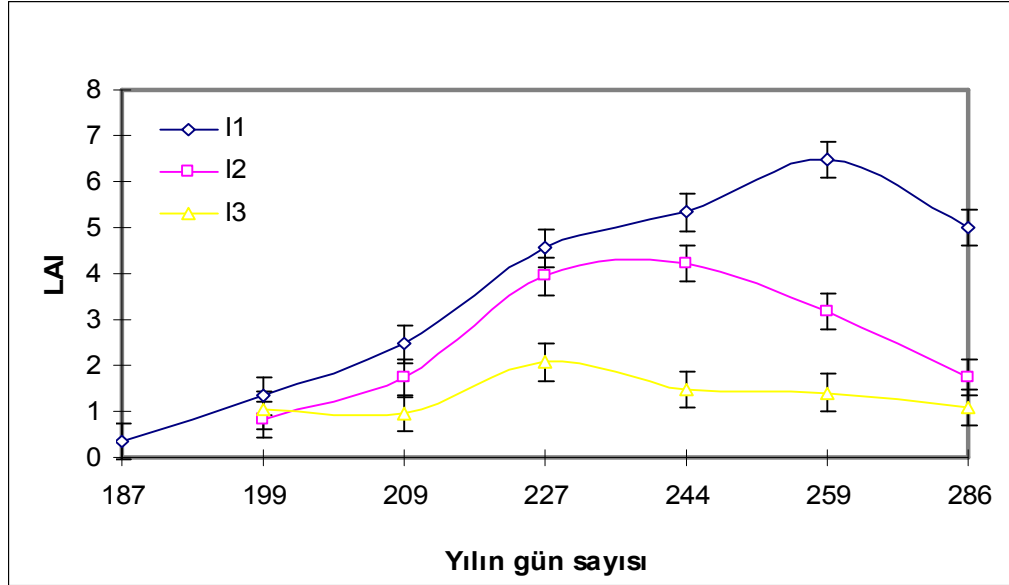
4.4.1.2. Yaprak Alan İndeksi (LAI)

Deneme konularında ölçülen yaprak alan indeksi değerleri, Şekil 4.6.'da gösterilmiştir. LAI değerleri her bir deneme konusu için ekimden elma olgunlaşma dönemine dek artmış, daha sonra azalmaya başlamıştır.

Deneme konuları için en yüksek LAI değerleri; I₁ konusu için ekimden sonra 126. güne dek 6.52 , I₂ konusu için 110. güne dek 4.21 ve I₃ konusu için 94. güne dek 2.07 m²/m² olarak ölçülmüştür. Çok miktarda sulama suyu uygulanan I₁ konusunda en büyük yaprak alan indeksi değerleri elde edilmiştir.

Kanber ve ark (1991), Harran ovası koşullarında yaptıkları çalışmada, pamukta en büyük LAI değerlerini 4-5.8 m²/m² olarak belirlemişler ve yüksek ET değerlerinde daha yüksek LAI değerleri elde etmişlerdir. Constable (1986), yaptığı bir çalışmada pamuk bitkisinin yaprak boyu ve genişliğinin ekim tarihi, bitki yoğunluğu ve yaprak konumları tarafından güçlü biçimde etkilendiği saptanmıştır. Ertek (1998), Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada, pamukta en iyi LAI değerlerinin 3.2-4.4 m²/m² arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

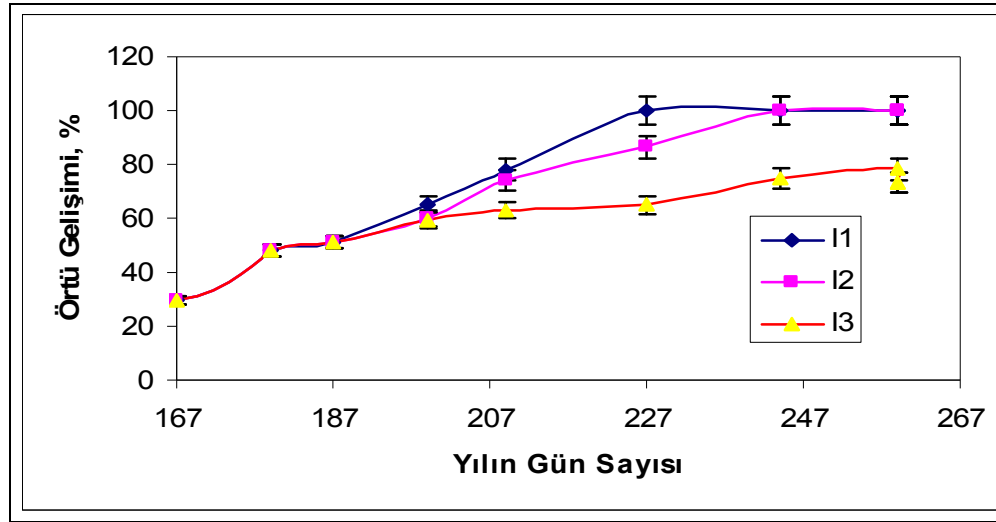
Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda özetlenen çalışmalarla yakınlık göstermektedir. Buradan LAI değerlerinin sulama suyu ve ET' ye bağlı olarak arttığı söylenebilir.



Şekil 4.6. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisine ait yaprak alan indeksi

4.4.1.3. Örtü Gelişimi

Araştırma konularında, yetiştirme dönemi boyunca belirlenen örtü yüzdesi değerleri Şekil 4.7.'de verilmiştir. Deneme konularında örtü; I₁ konusunda ekimden sonra 76 gün, I₂ konusunda 94 gün sonra % 100' ulaşmıştır ve I₃ konusunda ise tam örtü oluşmamıştır. Tam örtüye ulaştıktan sonra I₁ ve I₂ konularında, örtü alanlarında azalmalar meydana gelmiştir. Çünkü yapraklarda kurumalar başlayarak dökülmeler olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre örtü gelişiminin, sulama suyu miktarına bağlı olarak bitki gelişme dönemi başlarında yavaş, vejetatif gelişme döneminde hızla arttığı görülmüştür. Baştuğ (1987) ve Ertek (1998), Çukurova koşullarında pamukta örtü gelişimiyle ilgili benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

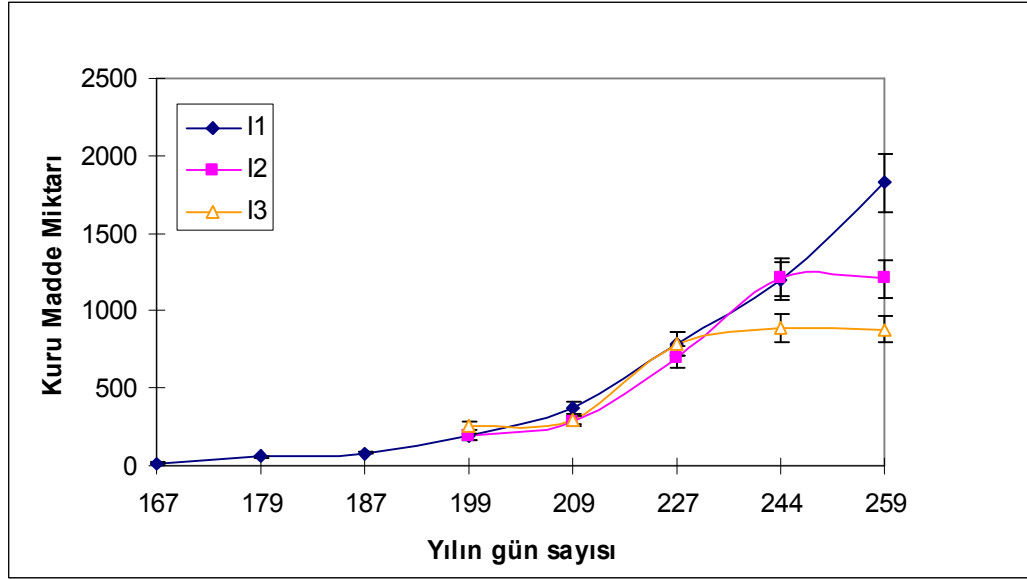


Şekil 4.7. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinin örtü gelişimi

4.4.1.4. Kuru Madde Miktarı

Deneme konularında toprak üstü kuru madde miktarlarının zamana bağlı olarak değişimleri Şekil 4.8 de gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, kuru madde miktarlarının, I₁ konusunda en yüksek değere ekimden sonra 126. gün 1824 g/m² ulaştığı gözlenmiştir. Ayrıca I₂ ve I₃ konularında en yüksek değerler 111 gün sonra ölçülmüştür. Anılan değerler, I₂ için 1215 g/m² ve I₃ için 887 g/m² olarak saptanmıştır. Bu ölçüm değerlerinin alındığı günden sonra kuru madde miktarlarının hasada kadar fazla bir değişiklik göstermediği gözlemlenmiştir. Ertek (1998), Çukurova koşullarında yaptıkları çalışmada pamukta en yüksek kuru madde miktarının 640-780 g/m² olarak elde etmişlerdir. Ayrıca Moreshet ve ark. (1996), İsrail’de pamukta çalışmada tam sulama koşullarında elde edilen kuru madde miktarının, su kısıtlaması yapıldığı koşullara oranla daha yüksek değerde olduğunu belirlemişlerdir.

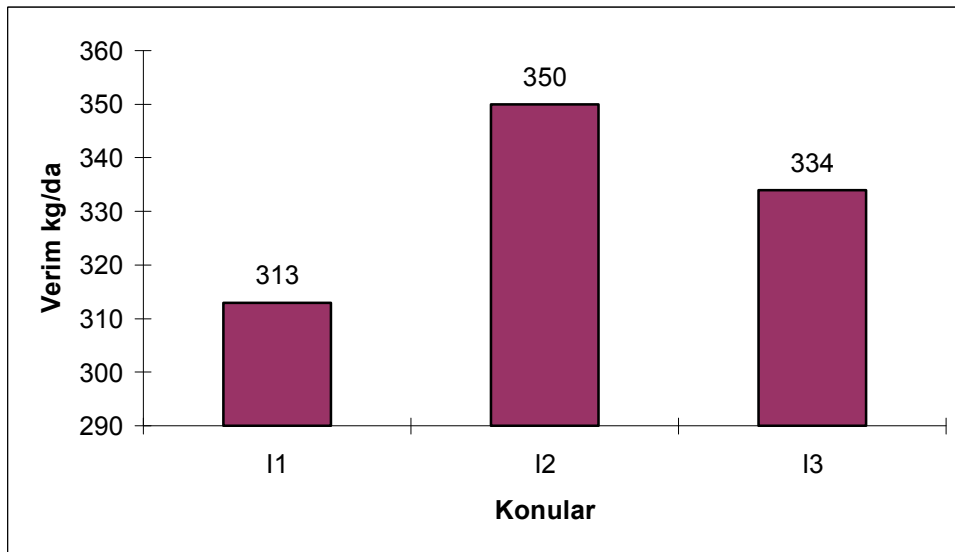
Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, yukarıda özetlenen çalışmalarla yakınlık göstermektedir. Buradan, kuru madde miktarlarının, sulama koşullarına ve sulama miktarına bağlı olarak arttığı söylenebilir.



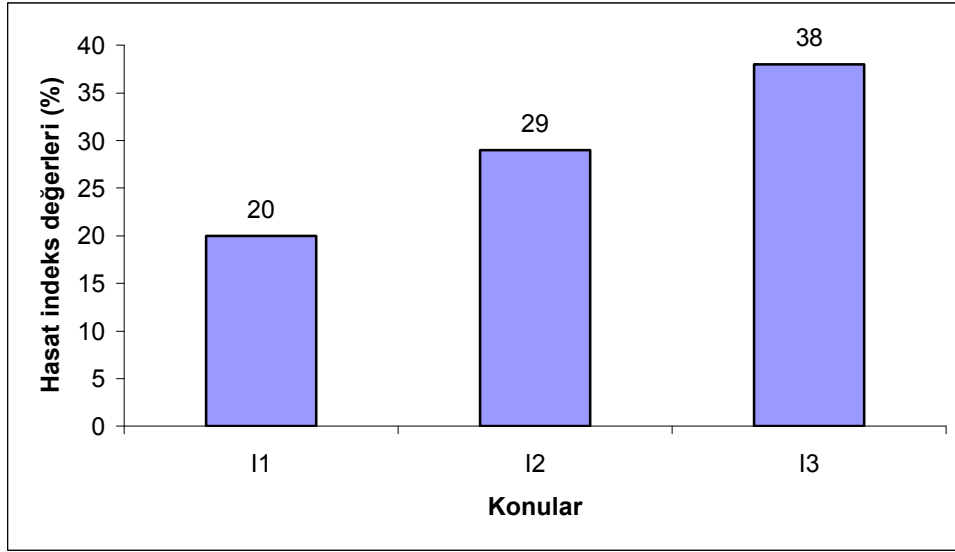
Şekil 4.8. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisine ait kuru madde miktarları

4.4.1.5. Kütlü Verim ve Hasat İndeks Değerleri

Çalışmada uygulanan sulama koşullarına uygun olarak, pamuk bitkisinin kütlü verim miktarları deneme konularında farklı olmuştur. Ayrıca hasat indeks değerleri de deneme konularında elde edilen kütlü verim ve kuru madde miktarlarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Deneme konularında elde edilen kütlü verim ve hasat indeks değerleri Şekil 4.9. a ve b de verilmiştir.



Şekil 4.9.a. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinden elde edilen kütlü verim değerleri



Şekil 4.9.b. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinden elde edilen hasat indeks değerlerinin değişimleri

Şekil 4.9.a'da görüldüğü gibi, farklı sulama suyu uygulanan I_1 , I_2 ve I_3 deneme konularında kütlü verim miktarları sırasıyla 313 kg/da, 350 kg/da ve 334kg/da olarak elde edilmiştir. Ulaşılan sonuçlardan da anlaşılacağı gibi deneme konularından tam sulamanın yapıldığı I_1 konusunda vejetatif gelişme fazla olmuş ve buna bağlı olarak kütlü veriminde azalma meydana gelmiştir. Bunun sonucu olarak mevsim içerisindeki toprak su eksikliğinin vejetatif gelişmeyi azalttığı, büyüme devresini kısalttığı ve elde edilen 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), Ertrek (1998) tarafından da açıklanmaktadır. Aynı şekilde, Yavuz (1993), Çukurova koşullarında yapmış olduğu çalışmada kütlü veriminin 197-334 kg/da değiştiğini bulmuştur.

Şekil 4.9.b' de ise, deneme konularından elde edilen indeks (HI) değerleri I_1 , I_2 ve I_3 konularında sırasıyla 0.20, 0.29 ve 0.38 olduğu belirlenmiştir. Benzer konuda araştırma yapan Hsio (1993), hasat indeksi değerlerinin kimi zamanlarda bitkilere uygulanacak orta derecede su kısıntısıyla artabileceğini belirlemişlerdir.

4.5. Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)

Denemede pamuk sulamasına I_1 , I_2 ve I_3 konularına ekimden sırasıyla 55, 61 ve 67. günler başlanmış, ekimden sonra 113. gün bitirilmiştir. Pamuğa yetiştirme

mevsimi boyunca I_1 ve I_2 konusuna 8, I_3 konusuna 7 sulama olmak üzere sırasıyla 493, 316 ve 163 mm'lik toplam sulama suyu uygulanmıştır. Konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisine Uygulanan Su Miktarları Ve Sayıları

Sulama konuları	Uygulanan Suyu miktarı (mm)	Yağmur (mm)	Sulama sayısı
I_1	493	8.5	8
I_2	316	8.5	8
I_3	163	8.5	7

Araştırma yıllarında pamuk bitkisinde CWSI belirlemek amacıyla bitkinin potansiyel transpirasyon yaptığı koşulu tanımlayan alt sınır (LL) eşitlikleri ile bitkinin tamamen su stresinde olduğu üst sınır (UL) değerleri Şekil 12'de verilmiştir.

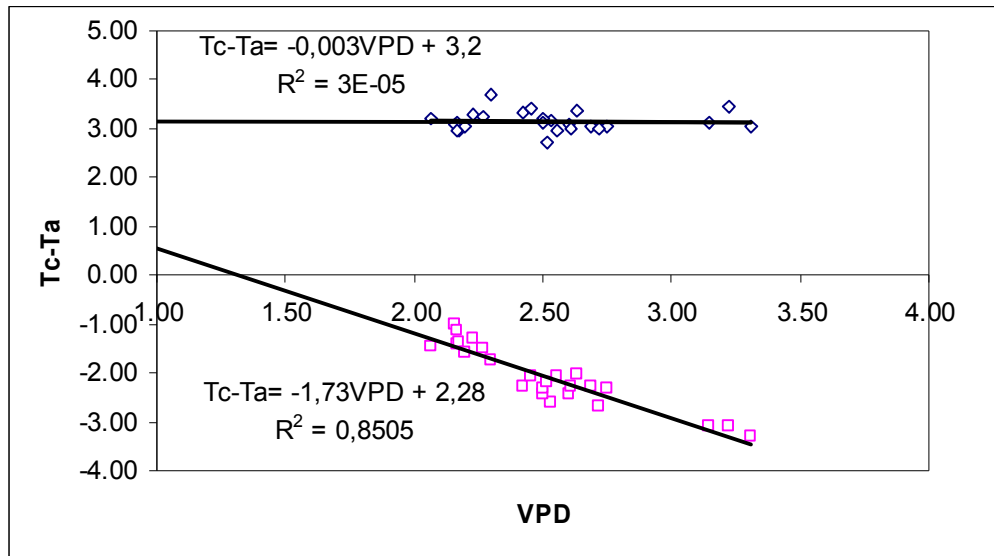
Şekil 4.10'daki alt baz çizgisi ve üst baz çizgisini belirlemede kullanılan infrared termometre ölçümleri 158. takvim günü başlamış ve sulamalar bitene kadar yapılmıştır.

Şekil 4.10'da görüleceği gibi, pamuk bitkisi Adana koşullarında üst baz çizgisinin değeri yaklaşık 3.2 °C lik bir $T_c - T_a$ farkı olarak belirlenmiştir. Pinter ve ark (1982) pamuk bitkisinde anılan değeri Arizona koşulları için 2.9 °C, Reginato (1983) ise 3.1°C olarak saptamışlardır. Howell ve ark. (1984), üst baz çizgisinin, alt baz çizgisi arakesitine ve hava sıcaklığına bağlı olarak genellikle 3-4 °C arasında olduğunu bildirmiştir.

Alt baz çizgisi denklemi $T_c - T_a = 2.51 - 1.83VPD$ olarak belirlenmiştir. Birçok çalışmada (Reginato 1983: Jackson 1981: İdso 1982) alt sınır çizgisinin denklemi benzer biçimde ifade edilmiştir. Alt sınır çizgisi bitki türüne bağlı olduğu gibi, aynı bitki farklı çeşitleri ve farklı gelişme dönemlerine bağlı olarak da değişebilmektedir.

Ödemiş ve Baştuğ (1996), infrared Termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması konulu yaptıkları Çalışmada bitki su stresi indeksinin Antalya tarla koşullarında yetiştirilen pamuk bitkisi için sulama programlaması ve kütlü verimi tahmininde kullanılabilirliğini

değerlendirmek amacıyla yürütmüşlerdir. Farklı sulama konularında toprak su içeriği ölçümleri haftalık ve her sulamadan önce olmak üzere mevsim boyunca yapılmıştır. Deneme süresince bitki tacı ıslak ve kuru termometre sıcaklıkları ile diğer iklimsel ölçümler haftada üç gün 11:00 – 14:00 saatleri arasında günde 5 kez alınmıştır. CWSI değerlerinin saptanmasında deneysel yaklaşım kullanılmış. Pamuğun yetiştirme mevsimi boyunca S1 konusuna 3 kez S2 konusuna 2 kez S3 konusuna 1 kez olmak üzere toplam olarak sırasıyla 218 , 213 ve 167 mm sulama suyu uygulanmıştır. Antalya bölgesinde pamuk bitkisi için üst baz çizgisinin değeri yaklaşık 3.9 °C lik bir $T_c - T_a$ farkı olarak belirlemiştir. Alt baz çizgisinin denklemi $T_c - T_a = 0.257 - 0.413VPD$ olarak bulmuşlardır.



Şekil 4.10. Farklı sulama düzeylerinde pamuk bitkisinde CWSI' nin belirlemede

Kullanılan temel grafiğe ilişkin alt ve üst sınır çizgileri

Nielsen, Gardner ve ark (2000) Colorado' da yürüttükleri mısır denemesinde alta baz çizgisi (LL) eşitliğini $T_c - T_a = 2.67 - 2.059$ şeklinde üst baz çizgisi UL ise 3 °C olarak saptamıştır. Gardner ve Ark (1981), aşırı su stresi olan konularda bitkilerin güneş alan yaprakların sıcaklığının 4.6 °C' den daha fazla olduğu hesaplamışlardır. Toole ve Harfield (1983), yüksek su stresine sahip bitkilerde ölçülen üst baz çizgisindeki ($T_c - T_a$) farkının 2.5- 8.5 °C arasında değiştiğini bulmuşlardır.

İdso (1982), çeşitli bitkilere ilişkin hem deneysel hem de teorik olarak geliştirdiği alt sınır çizgilerinin bitkiye bağlı olduğunu göstermiş ve bazı bitkilerin

değişik fenolojik devreleri için alt sınırının farklı olduğunu da ortaya koymuştur. Horst ve Toole (1989), su stresinin olmadığı alt sınırının bitkinin türüne, çeşidine ve çevre koşullarına bağlı olduğu ayrıca rüzgar hızı, net radyasyon ve bitki tacı değerlerinde etkilendiğini ifade etmişlerdir.

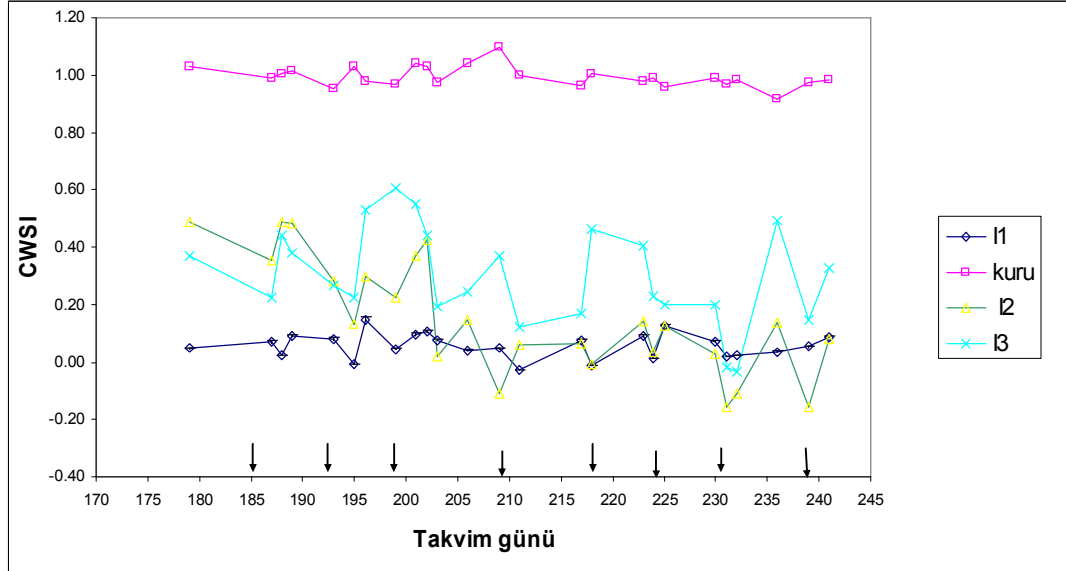
Yapılan çalışmada bitki tacı ile hava sıcaklığı farkını belirlemek için infrared termometre ile öğle saatlerinde ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin öğle saatlerinde yapılmasında ki amaç bu saatlerde bitki stresinin en yüksek seviyeye ulaşmasıdır.

Stockle ve Dugas (1983), düşük buhar basınca koşullarında, CWSI değerlerinin günden güne önemli düzeyde değiştiğini saptamışlardır. Atmosferin buharlaşma isteminin öğle saatlerinde arttığını ve buna bağlı olarak ta günlük CWSI değerlerinin yükseldiğini bulmuşlardır. Braunworth ve Mack (1989), genelde maksimum CWSI değerlerine saat 10:00 ile 17:00 arasında ulaşıldığını ve kullanılabilir suyun azaldığı koşullarda CWSI değerinin daha da yüksek olduğunu gözlemişlerdir. Idso ve Ark (1981b), CWSI değerinin, saat 13:00-14:00 arasında maksimum değerine ulaştığını, anılan periyodun CWSI' belirlemek için en uygun zaman olduğunu belirtmişlerdir.

Deneme konularında ölçülen infrared termometre değerlerinde belirlenen bitki su stresi indeksinin, sulama yapılmayan konuda en yüksek ve tam sulama yapılan I₁ sulama konusunda ise genelde en düşük olduğu görülmüştür. Genellikle su kısıntısının fazla olduğu konularda daha yüksek CWSI değerleri bulunmuştur (Şekil 13). Bu konuda yapılan çalışmalarda, CWSI değerlerinin toprak nemindeki azalmaya bağlı olarak arttığı gözlenmiştir (Reginato ve Howell 1985).

Bitki su stresi sulamalardan önce genelde o dönem için en yüksek değere çıkmakta ve sulamadan sonra yeniden düşmeye başlayarak belirli bir süre sonra en düşük değere ulaşmaktadır. Jackson (1982)' ve Hsio (1993)'nun yaptıkları çalışmalara göre, CWSI'in sulamadan hemen sonra en düşük değere ulaşmadığını ve en düşük değere ulaşması için birkaç gün geçmesi gerektiğini belirtmiştir. Anılan sürenin uzunluğu CWSI nin büyüklüğüne, bitki çeşidine ve gelişme dönemlerine bağlıdır. Ayrıca bitki yapraklarının yeniden turgor kazanması ve su stresi sırasında kuruyan kılcal köklerin yeniden gelişerek normal işlevini yerine getirebilmesi için

zamana gereksinimi olduğu belirtilmiştir. Anılan araştırmacı gereksinim duyulan bu süreyi turgora ulaşma süresi olarak tanımlamıştır.



Şekil 4.11. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinde infrared termometre ölçümleriyle hesaplanan CWSI değerlerinin zamana göre değişimi

Deneme konularında yapılan ölçümlerde CWSI değerlerinde sulama sonrası büyük düşüşler görülmüştür. Şekil 4.11'de görüldüğü gibi sulamanın, 203. takvim gününden önce, I₁, I₂ ve I₃ konusunda CWSI değerleri sırayla 0.11, 0.42 ve 0.55 değerlerine ulaşmış, fakat sulama sonrası I₁, I₂ ve I₃ konularındaki CWSI sırasıyla -0.08, 0.02 ve 0.20 değerlerine düşmüştür.

Deneme konuları için tüm yetiştirme mevsimi boyunca belirlenen ortalama CWSI değerlerinin I₁ sulama konusunda 0.05, I₂ sulama konusunda 0.15 ve I₃ sulama konusunda 0.30 olarak saptanmıştır. Sulama zamanlarında bitki kök bölgesinde kullanılabilir su düzeyinin azalması CWSI değerlerinin artmasına neden olmuştur.

Howell ve ark (1984), pamuk bitkisinde CWSI' nin sulamalardan hemen önceki değerlerinin 0.30 ile 0.50 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Jackson ve ark (1981), buğday bitkisinde benzer bulgulara ulaşmışlardır. Tam sulama yapılan I₁ konusunda CWSI değerlerinin yaklaşık 0.03 ile 0.60 arasında, az sulama suyu uygulanan I₃ konusunda ise CWSI değerlerinin 0.07 ile 1.00 arasında değişimler göstermiştir.

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi I_1 konusundan dekara 312 kg, I_2 konusundan dekara 349 kg ve I_3 konusundan ise dekara 334 kg kütlü verimi alınmıştır.

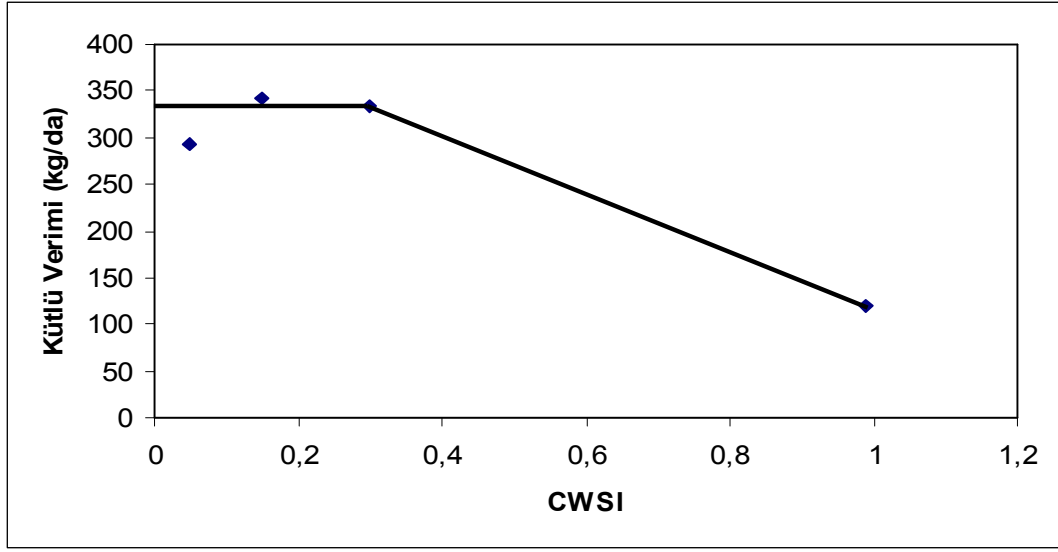
Çizelge 4.5. Farklı Sulama Düzeylerindeki Pamuk Bitkisine İlişkin Kütlü Verimi

Verim kg/da	I_1	I_2	I_3	kuru
Toplam	312	349	334	120

En düşük verimin elde edildiği I_1 konusunda CWSI değeri de çok düşük bulunmuştur (CWSI= 0.05). Anılan konu en yüksek sulama ve gübrenin uygulandığı deneme konusudur. Söz konusu konuda aşırı sulama ve gübreleme pamuk bitkisinde vejetatif gelişmeyi artırarak verimi düşürdüğü söylenebilir. Bunun yanında CWSI değeri sırasıyla, 0.15 ve 0.30’a karşılık gelen I_2 ve I_3 deneme konuları incelendiğinde verimler arasında çok büyük farklılıkların olmadığı görülmektedir.

Sulanan konular birlikte değerlendirildiğinde en az su stresinin I_1 konusundan elde edildiği görülmektedir. Bunun yanında I_2 ve I_3 konularından elde edilen verimlerin birbirlerine çok yakın olması ve bu konuların I_1 konusuna göre daha fazla strese uğramalarına karşın verimlerin daha yüksek olması pamuk bitkisinde gelişme mevsiminin ileri aşamasında su stresinin koza açımını hızlandırması ile açıklanabilir.

Çalışmada farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinin kütlü verimleri ile CWSI değerleri arasındaki ilişki Şekil 4.12.’de gösterilmiştir. Anılan şekilde görüleceği gibi, araştırmada CWSI=0.30 değerine dek en yüksek kütlü miktarı elde edilmiştir. Anılan değerden sonra, kütlü miktarı ile bitki su stres indeksi arasında azalan-doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır. Bu durumda pamuk bitkisi için Aşağı Seyhan Ovası sulanır koşullarında su stressi eşik değerinin 0.30 olduğu söylenebilir. Buradan daha az sulama suyu ve gübre kullanılarak denemede en yüksek pamuk verimine yakın ürün alınan ve CWSI=0.30 olarak saptanan I_3 deneme konusu önerilebilir. Böylece anılan koşullarda pamuk bitkisinde su stres indeksi değeri 0.30 değerine ulaştığında sulamanın başlatılacağı ve bu şekilde sulamaların planlanıp uygulandığında verimde çok önemli kayıpların olmayacağı, küresel ısınmanın su kaynaklarımızı tehdit ettiği günümüzde su artırımını sağlayabilmek için pamuk bitkisinde bu şekilde su kısıtlamasına gidilebileceği söylenebilir.



şekil 4.12. Farklı sulama düzeylerindeki pamuk bitkisinin kütlü verimi ile CWSI ilişkisi

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Farklı su ve gübre sistemlerinin pamuk bitkisinde su stres indeksinin değişimi konulu yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenerek verilmiştir.

- Deneme konularında her konu için farklı miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Konulara yapılan sulamalar açık su yüzeyi buharlaşma kabından (Class A pan) elde edilen yaklaşık birer haftalık yığılımlı buharlaşma değerlerinin % 100 nün I_1 konusuna, %70 inin I_2 konusuna ve %50 sinin I_3 konusuna uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Büyüme mevsimi boyunca konulara uygulanan sulama suyu miktarları; I_1 konusu için 493 mm, I_2 konusu için 316 mm ve I_3 konusu için 163 mm dir. Deneme konularında bitki taçı sıcaklığı (T_c) sulamalar öncesi ve sonrası öğle saatlerinde infrared termometre ile ölçülmüş ve bu anlık, hava sıcaklığı değerleri de (T_a) deneme alanındaki otomatik meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Alınan T_c ve T_a sıcaklıklarının farkları hesaplanmıştır. Ortalama T_c - T_a sıcaklık farkları deneme konuları için I_1 konusunda -2.08, °C I_2 konusunda -1.59 °C ve I_3 konusunda -0.74 °C olarak bulunmuştur. Konularda büyüme mevsimi boyunca hesaplanan VPD değerlerinin değişimi, 2.06 – 3.30 arasında farklılık göstermiştir.
- Çalışmada su bütçesi yaklaşımına göre belirlenmiş büyüme mevsimi boyunca pamuk bitkisindeki su tüketim değerleri, I_1 konusunda 493 mm, I_2 konusunda 316 mm ve I_3 konusunda 163 mm olarak hesaplanmıştır.
- LAI deneme konularında ekimden elma oluşumuna dek artmış daha sonra azalmıştır. Çalışmada en yüksek LAI değerleri ekimden sonra I_1 için 226. gün 6.47, I_2 için 111. gün 4.21 ve I_3 için 94. gün 2.07 olarak ölçülmüştür.
- Yetiştirme mevsimi boyunca bitki taçı genişliğinden yararlanılarak belirlenen örtü yüzdesi değerleri incelenmiştir. Konulara ilişkin örtü yüzdeleri I_1 konusunda ekimden sonra 76 gün sonra I_2 konusunda 94 gün sonra tam örtüye ulaşmıştır. I_3 konusunda ise ekimden sonra 111. günde % 78 örtü değeri elde edilmiştir.
- Konuların toprak üstü kuru madde miktarları belirli zaman aralıklarına bağlı olarak değişimleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kuru madde

miktarları, I₁ konusu için 18.25 ton/ha, I₂ konusu için 12.07 ton/ha ve I₃ konusu için 8.87 ton/ha olduğu saptanmıştır.

- Çalışmada ölçülen Tc-Ta sıcaklık farkı değerleri ile VPD değerlerinin ilişkilendirilmesi sonucunda bitki su stres indeksi (CWSI) değerleri hesaplanmıştır. CWSI değerlerinin belirlenmesi için tam sulanan ve hiç sulanmayan konudan yapılan ölçümler ile bir temel grafik oluşturulmuştur. Bu temel grafikte hiç sulanmayan konudan oluşan üst baz çizgisi değeri 3.1 °C'lık bir doğru ve tam sulama yapılan konuya ait alt baz çizgisi $Tc-Ta = 2.3 - 1.7VPD$ denklemi ile ifade edilebilen bir doğru olarak saptanmıştır. CWSI değerleri her bir deneme konusu için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu CWSI değerleri I₁ için 0.05, I₂ için 0.15 ve I₃ için 0.30 olarak bulunmuştur. Deneme konularında verime dayalı olarak stres eşik değeri hesaplanmıştır. Çukurova koşullarında yetiştirilen pamuk bitkisinde farklı su ve gübre düzeyleri altında verimde çok önemli farklılıklar olmadığından, I₃ konusuna ait 0.30 CWSI değerini stres eşik değeri olarak kabul edilebilir. Çukurova koşullarında yetiştirilen pamukta bitki su stres indeksi değerinin 0.30'a ulaştığında optimum bitki gelişimi ve verim için sulama zamanını belirlemede bir ölçüt olarak alabiliriz.
- Denemede hasat elle ve iki aşamada 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 değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara CWSI nin 0.05 olduğu tam sulama (I₁) konusunda fazla vejetatif gelişme görülmüş ve buna bağlı olarak ta en az kütlü verimi elde edilmiştir. Hafif stres I₂ (CWSI: 0.15) ve orta stres I₃ (CWSI: 0.30) konularında ise mevsim içerisinde toprak su eksikliğinin vejetatif gelişmeyi azalttığı, büyüme devresini kısalttığı ve kütlü verimini arttırdığı söylenebilir.
- Ayrıca, pamuk bitkisinde mevsimlik ortalama CWSI değerleri ile kütlü verimler arasında CWSI'nin 0.30 olduğu eşik değerinde en yüksek kütlü verimin alındığı ve sonraki değerlerde azalan-doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler yapılabilir.

- İnfrared termometre ile ölçülen bitki taç sıcaklığından yararlanılarak belirlenen bitki su stres indeksi (CWSI), sulanır koşullarda yetiştirilen pamukta sulama zamanını belirlemede kullanılabilir.
- CWSI değerlerinin belirlenmesi için infrared termometre ölçümleri yapılırken güneşin tam tepede ve gök yüzünün bulutsuz olduğu zamanlar dikkate alınmalıdır.
- Pamuk bitkisi için farklı sulama konularında CWSI' nin değişimi incelenerek, Aşağı Seyhan Ovası sulanır koşullarında su stressi eşik değerinin 0.30 olduğu ve bu değer anılan yörede sulama zamanına karar vermede bir ölçüt olarak alınabileceği önerilebilir.

KAYNAKLAR

- BARBOSA, B., VENKATA, R., VIEIRA, P., 1995. Moisture Stress Quantification in a Cotton Crop With Infrared Thermometet Revista Brasileira Agrometeorologia, Santa Maria, V. 3, p. 45-51
- BAŞTUĞ, R., 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerinde Bir Çalışma Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Kültür Teknik Anabilim Dalı, Doktora Tezi Adana 120 s.
- BENAMİ, A., DİKSİN, M.H., 1965. Desing Of Sprinkler İrrigation, Low Dermilk Faculty Of Agriculturel Enginerering Technicon Inst Of Technology Haifa Israel 23.
- BRAUNWORTH, W.S., MACK, H.J., 1989. The Possible Use of Crop Water Stress Index as an Indicator of Evapotranspiration Deficits and Yield Reduction in Sweet Corn. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4):542-546.
- CONSTABLE, G.A., 1986. Growth And Light Receipt By Mainstem Cotton Leaves İn Relation To Plant Density İn The Field. Agric. For Meteorol. The Netherlands, 37(4): 279-292
- DAĞDELEN, N., YILMAZ, E., SEZGİN, F., GÜRBÜZ, T., 2003. Karık Yöntemiyle Sulanan Pamukta Farklı Sulama Düzeylerinin Kütlü Kalitesi Ve Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi Aydın. 130 S.
- DOORENBOS. J., KASSAM A.H., 1986. Yield response to water irrigtion and drainage paper no:33 FAO Rome 1-93 s.
- EHRLER, W.L., 1973. Cotton Leaf Temperatures as Related to Soil Water Depletion and Meteorological Factors, Agron. J., 65: 404-409.
- EMİROĞLU, S.H., 1970. Değişik Sulama Gübreleme Ve Ekim Mesafesi Şartları Altında Coker Pamuğun Verimle İlgili Bazı Vasıfları Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. İzmir, 157: 194.

- ERDEM, Y., ŞEHİRALİ, S., ERDEM, T., KENAR, D., 2006. Determination of Crop Water Stress Index for Irrigation Scheduling of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) 195-202 TEKİRDAĞ 110 s.
- ERTEK, A., 1998. Damla Sistemleriyle Pamuk Bitkisinin Sulama Olanakları. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi Adana 140 s.
- ERTEK, A., KANBER, R., 1994. Damla yöntemiyle sulanan pamukta farklı sulama programlarının bitki gelişmesine etkileri, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25, 415-425.
- GARDNER, B.L., BLAD, B.L., WAATS, D.G., 1981. Plant and Air Temperatures in Differentially-Irrigated Corn. Agric. Meteorol., 25: 207-217.
- GARDNER, F.P., PEARCE, R.B., MITCELL, R.L., 1985. Physiology Of Crop Plant Iowa State Univ. Press, 327 s.
- GENÇOĞLAN, C., GENÇOĞLAN, S., KIRNAK, H., AKBAY, C., BOZ, İ., 1996. Harran Ovası Koşullarında Yetiştirilen Pamuğun Kısımlı Sulama Analizi. Kahramanmaraş. 1026 s
- GENÇOĞLAN, C., YAZAR, A., 1996. Çukurova Koşullarında Yetiştirilen I. Ürün Mısır Bitkisinde İnfrared Termometreden Yararlanılarak Bitki Su Stresi İndeksinin(CWSI) Ve Sulama Zamanının Belirlenmesi Türkiye 23,87-95
- GRİMES, D.W., YAMADA, H., 1982. Cotton Growth Related to Plants Water status, Calif. Agriculture., Nov.-Dec., 13-14.
- GRİMES, D.W., YAMADA, H., HUGHES, S.W., 1987. Climate-Normalized Cotton Leaf Water Potentials for Irrigation Scheduling, Agric. Water Management, 12: 293-304.
- HEARN, A.B., 1980. Water Relationship İn Cotton. Outlook Agric. 10:159-166.
- HORST, G.L., TOOLE, J.C., 1989. Faver, K.L., Seasonal and Species Variation in Baseline Functions for Determining Crop Water Stres Indices in Turfgrass. Crop Sci. 29: 1227-1232.

- HOWELL, T.A., HATFIELD, J.L., YAMADA, H., DAVIS, K.R., 1984. Evaluation of Cotton Canopy Temperature to Detect Crop Water Stress, Trans. ASAE, 27: 84-88.
- HOWELL, T.A., YAZAR, A., SCHNEIDER, A.D., DUSEK, D.A., 1992. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. Transaction of ASAE, Vol. 38(6) 1737-1747.
- HSIAO, T.C., 1993. Plant Atmosphere Interactions. Evapotranspiration, and Irrigation Scheduling. Course I.C.A.M.A.S. Bari, Italy, 148s.
- IDSO, S.B., JACKSON, R.D., PINTER, P.J., JR., 1981a. Normalizing the Stress-Degree-Day Parameter for Environmental Variability, Agric. Meteorol., 24: 45-55.
- IDSO, S.B., JACKSON, R.D., PINTER, P.J., REGINATO, R.J., HATFIELD, 1981b. Determining Soil-Induced Plant Water Potential Depressions in Alfalfa by Means of Infrared Thermometry, Agron. J., 73: 826- 830.
- IDSO, S.B., 1982. Non-Water Stressed Baselines: A Key to Monitoring and Interpreting Plant Water Stress, Agric. Meteorol., 27: 59-77.
- IDSO, S.B., REGINATO, R.J. 1982. Leaf Diffusion Resistance and Photosynthesis in Cotton as Related to Foliage Temperature Based Plant Water Stress Index, Agric. Meteorol., 27: 27-34.
- IDSO, S.B., PINTER, P.J., REGINATO, R.J., 1990 Non-Water Stressed Baselines: The Importance of Site Selection for Air Temperature and Air Vapour Pressure Deficit Measurements, Agric. and Forest Meteorol., 53: 73-80.
- İNCEKARA, F., 1979. Endüstri, Bitkileri Ve İslahı Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova İzmir 65:264.
- JACKSON, R.D., IDSO, S.B., REGINATO, R.J., PINTER, P.J., JR., 1982. Canopy Temperature as a Crop Water Stress Indicator, Water Resour. Res., 17: 1133-1138.
- JACKSON, R.D., 1982. Canopy Temperature and Crop Water Stress. Advances in irrigation. Edited by Daniel Hillel Academic Press 1 43-85 New York London.

- JAMES, L.G., 1988. Principles Of Farm Irrigation System Desing. John Wiley And Sons Inc NEW YORK, 543 s.
- KANBER. R., 1977. Çukurova Koşularında Bazı Toprak Serilerinin Değişik Kullanılabilir Nem Düzeylerinde Yapılan Sulamaların Pamuğun Verim Ve Su Tüketimine Etkileri Üzerinde Bir Lizimetre Araştırması (Doktora Tezi). Köyişleri Ve Kooperatifler Bakanlığı TOPRAKSU Gen. Müd. TOPRAKSU Araşt. Enst. Müd. Yayınları. Tarsus, 78(33);1-151.
- KANBER. R., 1984. Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından (Class A Pan) Yararlanarak Birinci Ve İkinci Ürün Yerfistiğinin Sulanması Bölge Toprak Su Araşt. Enst. Müd. Yayınları. Tarsu, 78(33): 1-151.
- KANBER, R., TEKİNEL, O., BAYTORUN, N., ve ARK., 1991. Harran Ovası Koşullarında Pamuk Sulama Aralığı Ve Su Tüketiminin Belirlenmesinde Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yaralanma Olanakları. T.C. Başbakanlık GAP Kalkınma İdaresi Başkanlığı GAP Yayınları. Adana. 44: 15-25.
- KANBER, R., YAZAR, A., ÜNLÜ, M., 1993. Bitki Üretim Fonksiyonlarının Eldesinde Çizgi Kaynaklı Yağmurlama Sisteminin Kullanılması Ç.Ü Ziraat Fak Dergisi Cilt 9 Sayı 1 Adana
- KANBER, R., TEKİNEL, O., KÖKSAL, H., 1994. Çukurova İklim Koşullarında Pamuk Bitkisinin Sulama Mevsimi Uzunluklarının Karşılaştırılması Tr. J. Of Agric And Forestry 18: 81-86.
- MCDERMİTT, D.K., 1990. Source of Error in the Estimation of Stomatal Conductance and Transpiration from Porometer Data, HortScience, 25(21): 1538-1548.
- MERON, M., GRİMES, D.W., PHENE, C.J., DAVIS, K.R., 1987. Pressure Chamber Procedures for Leaf Water Potential Measurements of Cotton, Irrig. Sci., 8: 215-222.
- MİTCHELL, R.L., 1970. Crop Growth And Culture Iowa State Univ. Pres.Usa. 349s.

- MORESHET, S., FUCHS, M., COHEN, Y., 1996. Water Trasport Characteristics Of Cotton As Affected By Drip İrrigation Layout. Argon.J. 88:717-722 s
- NİELSEN, D.G., GARDNER, B. R., 2000. Scheduling Irrigations for Corn With the Crop Water Stress Index (CWSI), Appl. Agr. Res., 2: 295-300.
- NİEMİERA, A.X., GOY, M., 1990. Use of Crop Water Stress Index to Schedule Irrigation of Freeway Landscape plants. HortScience, 25: 302-305.
- ORTA, A.H., ERDEM, T ve ERDEM, Y. 2002. Determination Of Water Stress Index İn Sunflower Helia 37,27-38.
- ÖDEMİŞ B., ve BAŞTUĞ R., 1996. İnfrared Termometre tekniği kullanarak Pamukta Bitki Su Stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması 31-37 Antalya 25 s.
- ÖZBEK, A., DİNÇ, U., KAPUR, S., 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd Ve Haritası. Ç.Ü Ziraat Fakültesi Yayınları. Adana 23(8) 149.
- PETERSEN, D.B, CALVİN L.D., 1965. Sampling Methods Of Soil Analıysis Part 1 Agronomy Series ,Amer Society Of Agric 9.54-72.
- REGİNATO, R.J., 1983. Field Quantification Of Crop Water Stress, Trans. ASAE, 26(3): 772-775/781.
- PİNTER, P.J., JR., REGİNATO, R.J., 1982. A Thermel İnfrared Technique for Monitoring Cotton Water Stress and Scheduling Irrigations, Trans. ASAE, 25: 1651-1655.
- REGİNATO, R.J., HOWELL, J., 1985. Irrigation Scheduling Using Crop Indicators. Journal of and Drainage Engineering ASCE, Vol. 111, No. 2,p: 125-133, Paper No: 19798.
- ROBERTS, M.J., LONG, S.P., TIESZEN,L.L., BEADLE, C.L., 1985. Measurement Of Plant Biomass And Net Primary Production Techniques İn Bioproductivity And Photosynthesis.England, 1:1-24.

- STOCKLE, C.O., DUGAS, W.A., 1983. Evaluating Canopy Temperature and Crop Water Stress.. New York. London, 43-85.
- ŞENER, S., 1995. Menemen Ovası Koşullarında Farklı Sulama Yöntemleriyle Sulamanın Pamuk Verimine Ve Su Kullanımına Etkileri K.H.G.M. Menemen Araştır. Enst Müd Yayınları Menemen, 213(140):1-52.
- TEKİNEL, O., KANBER, R., 1979. Çukurova Koşullarında Kısıntılı Su Kullanma Durumunda Pamuğun Su Tüketimi Ve Verimi. TOPRAKSU Araştır. Enst. Yayınları. Tarsus 98:48.
- TEKİNEL, O., KANBER, R., 1989. Pamuk Sulamasının Genel İlkeleri Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Yardımcı Ders Kitapları. Adana. 18:2-9.
- TOOLE, J.C., HATFIELD, J.L., 1983. Effect of Wind on the Crop Water Stress Index Derived by Infrared Thermometry. Agron. J. Vol. 75: 811-817.
- USSLS., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook. USA, 60: 160 s.
- WANJURA, D.F., KELLY, C.A., WENDT, C.W., HATFIELD, J.F., 1980. Canopy Temperature and Water Stress of Cotton Crops with Complete and Partial Ground Cover, Irrig. Sci., 5: 37-46.
- YAVUZ, M. Y., 1993. Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamukta Verim ve Su Kullanımına Etkileri. Ç.Ü Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Adana, 196 s.
- ZİPOLİ, G., 1990. Remote Sensing for Scheduling Irrigation: Review of Thermal Infrared Approach. Acta Horticulture Volume I(1-442):281-288.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Kayseri de doğdum. İlkokul, Ortaokul, Lise öğrenimimi Kayseri de tamamladım. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünü kazandım. 2002 yılında aynı Bölümünden mezun oldum. 2006 yılında tarım kredi kooperatifinde çalışmaya başladım halen aynı kurumda görev yapmaktayım.