

~~11749~~

71735

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

+

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ

ANTALYA KOŞULLARINDA BERMUDA (*Cynodon dactylon L.*) ÇİMİNDE
BİTKİ SU STRES İNDEKSİNİN(CWSI) DEĞERLENDİRİLMESİ VE SULAMA
PROGRAMLAMASI AMACIYLA İNFRARED TERMOMETRE TEKNİĞİNDEN
YARARLANMA OLANAKLARI

Yaşar EMEKLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

2005

**ANTALYA KOŞULLARINDA BERMUDA (*Cynodon dactylon L.*) ÇİMİNDE
BİTKİ SU STRES İNDEKSİNİN(CWSI) DEĞERLENDİRİLMESİ VE SULAMA
PROGRAMLAMASI AMACIYLA İNFRARED TERMOMETRE TEKNİĞİNDEN
YARARLANMA OLANAKLARI***

Yaşar EMEKLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

2005

* Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir
(Proje No: 2003.02 0121.008).

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA KOŞULLARINDA BERMUDA (*Cynodon dactylon L.*) ÇİMİNDE
BİTKİ SU STRES İNDEKSİNİN(CWSI) DEĞERLENDİRİLMESİ VE SULAMA
PROGRAMLAMASI AMACIYLA İNFRARED TERMOMETRE TEKNİĞİNDEN
YARARLANMA OLANAKLARI

Yaşar EMEKLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 18/01/2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (90) not takdir edilerek Oybirliği ile kabul edilmiştir

Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ (Danışman)

Prof. Dr. Feridun HAKGÖREN

Prof. Dr. Sadık ÇAKMAKÇI

Ruhi Baştuğ
Feridun Hakgören
Sadık Çakmakçı

ÖZET

ANTALYA KOŞULLARINDA BERMUDA (*Cynodon dactylon L.*) ÇİMİNDE BİTKİ SU STRES İNDEKSİNİN (CWSI) DEĞERLENDİRİLMESİ VE SULAMA PROGRAMLAMASI AMACIYLA İNFRARED TERMOMETRE TEKNİĞİNDEN YARARLANMA OLANAKLARI

Yaşar EMEKLİ

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Ocak 2005, 118 Sayfa

Bu araştırmada, Antalya koşullarında Bermuda çimi (*Cynodon dactylon L.*) için bitki su stres indeksinin (CWSI) değerlendirilmesi ve sulama programlaması amacıyla infrared termometre tekniğinden yararlanma olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında tesadüf blokları deneme düzenine göre üç yinelenmeli olarak Bermuda çiminden oluşturulmuş açık tarla parsellerinde yürütülmüştür.

Deneme konuları A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerleri esas alınarak sulanmıştır. İki gün ara ile meydana gelen buharlaşmanın S₁ konusunda %100'ü, S₂ konusunda %75'i, S₃ konusunda %50'si ve S₄ konusunda %25'i kadar sulama suyunun verildiği dört farklı sulama düzeyi uygulanmıştır. Ayrıca, deneme alanı içerisinde araştırma süresince hiç sulanmayan bir susuz parsel de oluşturulmuştur.

Deneme konuları tava yöntemiyle sulanmıştır. Kaynaktan deneme alanına PVC boru sistemiyle iletilen suyun tavalara dağıtımında yumuşak PE borulardan ve suyun

tava içerisine alımında ise giriş kısmında bir sayaç ve üzerinde eşit kesit alanına sahip orifisler bulunan bir PVC borudan yararlanılmıştır

Deneme parsellerinde 0-30 ve 30-60 cm'lik toprak profilindeki nem değişimi günlük olarak bir nötronmetre aleti ile izlenmiş, ayrıca zaman zaman aynı derinliklerden gravimetrik örnekleme yapılarak nötronmetre okumaları denetlenmiştir. Bitki kök bölgesindeki nem tansiyonunun değişimi ise her parselin orta kısmında 10 cm derinliğe yerleştirilen tansiyometrelerle izlenmiştir.

Bitki su stresi indeksinin hesaplanabilmesi için gerekli, bitki ve yöreye özgü olan baz çizgileri tarla koşullarında yapılan infrared termometre ölçümleriyle belirlenmiştir. Baz çizgilerinin oluşturulmasında deneyimsel yaklaşım olarak da bilinen Idso Yöntemi kullanılmıştır. Araştırma süresince infrared termometre ölçümleri her parselde her gün güneşin yeryüzüne dik geldiği 11⁰⁰, 12⁰⁰, 13⁰⁰ ve 14⁰⁰ saatlerinde doğu, batı, kuzey ve güneyden olmak üzere dört farklı yönden alınmıştır.

Baz çizgilerinden üst sınır çizgisi olan "su stresli baz çizgisi" deneme alanı içerisinde mevsim boyunca hiç sulanmayan parselden elde edilen ölçümlerden hesaplanarak bulunmuştur. Alt sınır çizgisi olan "su stressiz baz çizgisi" ise mevsim boyunca en fazla su alan S₁ konusundan deneme ortasındaki dönemde dört farklı günde 9⁰⁰-16⁰⁰ saatleri arasında 30 dakika aralıklarla yapılan ölçümlerden elde edilmiştir.

Çim kalitesinin farklı sulama konularına ve aylara göre değişimini değerlendirmek için Munsell Renk Skalasından yararlanılmıştır. Görsel olarak belirlenen renk ve çim yoğunluğu durumu 1 ile 9 arasında derecelendirilerek her gözlem anında farklı konular için renk derecelendirme numaraları belirlenmiştir.

Araştırma süresince S₁, S₂, S₃ ve S₄ konularına sırasıyla 1168.20, 877.18, 584.10 ve 292.08 mm toplam sulama suyu uygulanmış ve anılan konuların su tüketim değerleri sırasıyla 1185.58, 900.39, 614.39 ve 353.22 mm olarak hesaplanmıştır.

Araştırmada, Antalya koşullarında A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %75'i oranında iki gün ara ile sulama yapılması durumunda Bermuda imi için mevsim boyunca kabul edilebilir renk kalitesinin sürdürülebileceği, infrared termometre tekniği yardımı ile sulama programlaması yapılması durumunda ise mevsim boyunca CWSI değerinin 0.102 civarında sürdürülmesi gerektiği ve anılan tekniğin yörede çim sulama programlaması amacıyla kullanılabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca, anılan yörede tansiyometrelerle sulama programlaması yapılması durumunda ise toprak nem tansiyonunun 10-13 cb civarında tutulmasını sağlayacak şekilde sulamaların yapılması önerilebilir.

ANAHTAR KELİMELELER : Bermuda imi, infrared termometre, bitki su stres indeksi (CWSI), sulama programlaması, bitki yüzey sıcaklığı

JÜRİ : Prof Dr Ruhi BAŞTUğ
Prof Dr Feridun HAKGÖREN
Prof Dr Sadık ÇAKMAKÇI

ABSTRACT

DETERMINING THE INFRARED THERMOMETER TECHNIQUE UTILIZATION POSSIBILITIES FOR CROP WATER STRESS INDEX (CWSI) EVALUATION AND IRRIGATION SCHEDULING OF BERMUDAGRASS (*Cynodon dactylon L.*) UNDER ANTALYA CONDITIONS

Yaşar EMEKLİ

M. Sc. Thesis in Farm Structures and Irrigation

Advisor : Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

January 2005, 118 pages

The aim of this research was to determine the infrared thermometer technique utilization possibilities for crop water stress index evaluation and irrigation scheduling of bermudagrass under Antalya conditions. The experiment was conducted at Akdeniz University Agricultural Faculty Research and Application Field and it's arranged in randomized complete blocks desing with three replications as open field bermudagrass plots.

The experiment consisted of four irrigation treatments: 100, 75, 50 and 25% of class A pan evaporation (S_1 , S_2 , S_3 and S_4) and also an unirrigated plot during the experiment. Irrigation water was applied every other day and the amounts of applied water were measured by a watermeter. The treatments were irrigated by basin irrigation method. Irrigation water was delivered to each treatment by PVC and PE pipelines

Soil moisture changing in 0-30 and 30-60 cm soil profile was monitored by a neutron probe and sometimes neutron readings were checked gravimetrically. On the other hand, soil moisture tension changing in the root zone was monitored by tensiometers which were placed at 10 cm depth. During the experiment, 1168.20, 877.18, 584.10 and 292.08 mm total amount of irrigation water was applied for S_1 , S_2 ,

S₃ and S₄ treatments, respectively. Evapotranspiration from those treatments was computed as 1185.58, 900.39, 614.39 and 353.22 mm, respectively.

Crop and site specific baselines which are necessary for calculation of CWSI, was determined with infrared thermometer measurements which have taken under open field conditions. The CWSI was determined using the empirical method of Idso (Idso et al. 1981). Crop surface temperature was measured daily during the solar noon period at 11⁰⁰, 12⁰⁰, 13⁰⁰ and 14⁰⁰ h from all cardinal directions of plots.

Infrared thermometer measurements for non-water-stressed baseline determination were made in middle of the experiment at four different days from 9⁰⁰ to 16⁰⁰ h at 30 min intervals from S₁ treatment. Water-stressed baseline was determined using daily measurements from unirrigated plot.

Munsell Color Chart was used for evaluation of turfgrass quality changing as regarded by treatments and period of time. Turfgrass color and density was evaluated by visually rating turf plots on a scale of 1 to 9.

The research results showed that during the growing season, bermuda turfgrass was maintained at an acceptable quality and color with every other day application of water equivalent to 75% of class A pan evaporation. In the case of infrared thermometer technique based irrigation scheduling, seasonal mean CWSI value can be taken consideration as 0.102 and the technique can be used for irrigation scheduling for bermuda turfgrass under Antalya conditions. On the other hand, in the case of tensiometer based irrigation scheduling, the turfgrass can be irrigated in the region by keeping the soil water tension about 10-13 cb.

KEYWORDS : Bermudagrass, infrared thermometer, crop water stress index (CWSI), irrigation scheduling, crop surface temperature

COMMITTEE : Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Prof. Dr. Feridun HAKGÖREN

Prof. Dr. Sadık ÇAKMAKÇI

ÖNSÖZ

Doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanımı günümüz toplumlarının öncelikli sorunları arasındadır. Su yaşamsal öneme sahip doğal kaynaklardan birisidir. Dünyada su kullanım oranının en yüksek ancak, kullanım etkinliğinin en düşük olduğu sektör tarımdır. Bu nedenle, tarımda su kullanım etkinliğini artırıcı önlemler, küresel ölçekte büyük bir su tasarrufu sağlayacaktır.

İyi bir sulama programlaması ile su, gübre ve tarımsal ilaç gibi girdilerin etkinliği artırılabilir. Sulama programlaması yaklaşımları içerisinde toprağa ve iklimsel verilere değil de bitkiye dayalı yaklaşımlar son yıllarda ön plana çıkmaktadır. Bu yöntemler içerisinde infrared termometre tekniği kullanılarak belirlenen bitki su stresi indeksi (CWSI) değerinden yararlanılarak sulama zamanının belirlenmesine ilişkin günümüzde birçok çalışma sürmektedir.

Bu çalışmada, Antalya koşullarında çim bitkisinde CWSI'nin değerlendirilmesi ve sulama programlaması amacıyla infrared termometre tekniğinden yararlanma olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yüksek Lisans çalışmam süresince her türlü ilgisini esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ'a, değerli görüşlerinden dolayı hocalarım Sayın Prof. Dr. Feridun HAKGÖREN ve Yard. Doç. Dr. Dursun BUYUKTAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında materyal sağlamada, laboratuvar ve arazi işlerinde yardımlarını gördüğüm çok kıymetli meslektaşlarım Zir. Müh. A. Çağatay DEMİR, Zir. Müh. Akif YENİKALE, Zir. Müh. Berna DEMİR, Zir. Müh. Adnan GÜZELKÜÇÜK ve Arş. Gör. İlker SÖNMEZ'e içten teşekkür ederim.

Ayrıca, tez çalışmam süresince her türlü ilgisini ve desteğini esirgemeyen eşim Arş. Gör. N. Yasemin EMEKLİ'ye sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALIMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1 GİRİŞ	1
2 KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMASI	4
2.1. Çim Su Tüketimi ve Sulama Programlaması	4
2.2. Bitki Yüzeyi-Hava Sıcaklığı İlişkisi ve Etki Eden Etmenler	6
2.3. Bitki Yüzey Sıcaklığı Ölçümlerinde İnfrared Termometrelerin Kullanımı	10
2.4. Bitki Su Stresini Belirtmekte Kullanılan Çeşitli İndeksler	13
2.5. Bitki Su Stres İndeksinin Belirlenmesindeki Temel Yaklaşımlar	15
2.5.1. Enerji dengesi yaklaşımı (Jackson Yöntemi)	15
2.5.2. Deneysel yaklaşım (Idso Yöntemi)	17
2.5.3. Islak termometre sıcaklığı yaklaşımı (Alves Yöntemi)	20
3 MATERYAL ve YÖNTEM	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Araştırma yeri	23
3.1.2. Toprak özellikleri ve topoğrafya	23
3.1.3. İklim özellikleri	24
3.1.4. Araştırmada kullanılan çim bitkisinin özellikleri	25
3.1.5. Sulama suyunun sağlanması	27
3.1.6. Araştırmada kullanılan ölçüm aletleri	27
3.1.6.1. Meteorolojik aletler	27
3.1.6.2. İnfrared termometre aleti	28
3.1.6.3. Nötronmetre aleti	29
3.1.6.4. Tansiyometre aleti	29

3.2. Yöntem	30
3 2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analizi	30
3 2.2. Toprağın infiltrasyon hızının belirlenmesi	31
3.2.3. Sulama suyu analiz yöntemi ve sınıflandırılması	32
3 2.4. Deneme yöntemi ve araştırma konuları	32
3.2.5. Sulama yöntemi	33
3 2.6. Sulama zamanının ve sulama suyu miktarının belirlenmesi	33
3.2.7. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi	34
3 2.8. Kültürel işlemler	35
3.2.9. Bitki su stres indeksinin (CWSI) belirlenmesi	36
3 2.10. Bitki su tüketiminin belirlenmesi	38
3 2.11. Çim kalitesinin belirlenmesi	38
3.2.12. CWSI değerleri ile çim kalitesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi	38
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	41
4 1. Araştırma Alanı Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri	41
4 2. Mevsim Boyunca Toprak Neminin Değişimi	44
4 3. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları	46
4 4. Araştırma Konularında Çim Su Tüketimi	51
4 5. Çim Kalitesine İlişkin Bulgular	54
4 6. Bitki Su Stresi İndeksine (CWSI) İlişkin Bulgular	61
4 6.1. Bitki su stres indeksi baz çizgilerine ilişkin sonuçlar	61
4 6.2. Bitki su stres indeksi (CWSI) değerleri	62
4 6.3. Toprak profilindeki nem ve CWSI arasındaki ilişki	66
4 6.4. CWSI Değerleri ile Çim Kalitesi Arasındaki İlişki	69
4 6.5. CWSI değerine etki eden bazı iklimsel verilere ilişkin bulgular	70
5 SONUÇ ve ÖNERİLER	76
6. KAYNAKLAR	79
7 EKLER	89
Ek Çizelge-1 Araştırma Süresince Ölçülen Bazı İklimsel Veriler	89
Ek Çizelge-2 Araştırma Süresince 60 cm'lik Toprak Profilinde Belirlenen Nem Değerleri (mm)	93

Ek Çizelge-3 Araştırma Konularında 10 cm Derinlikteki Tansiyometre Okumaları (cb)	98
Ek Çizelge-4 Su Stressiz Baz Çizgisi Verileri.....	102
Ek Çizelge-5 Su Stresli Baz Çizgisi Verileri	104
Ek Çizelge-6 Araştırma Konularından Elde Edilen Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) Değerleri	107
Ek Çizelge-7 21.08.2004 Tarihinde Gün Boyunca Yapılan İnfrared Ölçümlerinden Elde Edilen İklimsel Veriler	116
Ek Çizelge-8 21.08.2004 Tarihinde Sulama Konularında ve Susuz Parselde Tc-Ta Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi	117
Ek Çizelge-9 21.08.2004 Tarihinde Sulama Konularında ve Susuz Parselde CWSI Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi	118

ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

- λ : Biçim işlemi
 γ : Psikrometrik sabit
 α : Kalite denklemine bağlı katsayı
 ψ_H : Bitki yüzeyi için atmosferik kararlılık faktörü
 ψ_M : Kıyas düzlemi için atmosferik kararlılık faktörü
 σ : Stefan-Boltzman sabiti
 β : Bowen oranı
 ε : Yüzeyin emissivitesi
 ρ : Havanın yoğunluğu
 Δ : Doymun buhar basıncı eğrisinin eğimi
 A : Görüş alanı
 a : Alt sınır çizgisinin arakesit değeri
 b : Alt sınır çizgisinin eğim değeri
 c_p : Sabit basınçta havanın özgül ısısı
 CR : Sayım oranı
 $CWSI$: Bitki su stres indeksi
 $CWSI_{ort}$: Mevsimlik ortalama $CWSI$ değeri
 D_p : Derine süzülme kayıpları
 d : Yer değiştirme yüksekliği
 E : Yüzeyden yansıyan radyasyon
 ET : Gerçek evapotranspirasyon
 ET_p : Potansiyel evapotranspirasyon
 e : Havanın gerçek buhar basıncı
 e^* : Havanın doymun buhar basıncı
 e_c^* : Bitki yüzeyindeki havanın doymun buhar basıncı
 e_a : Kıyas düzlemindeki havanın gerçek buhar basıncı
 FOV : Görüş alanı açısı
 F_r : Friedman test istatistiği değeri
 f : Görüş alanının uzaklığı

- G : Topraktan veya bitki yüzeyinin alt kısmından olan enerji akısı
 H : Hissedilebilir ısı akısı
 h : Bitki yüksekliği
 I : Sulama suyu miktarı
 k : von Karman sabiti
 l : Görüş alanının boyu
 LE : Gizli ısı akısı
 n : Kalite denklemine bağlı katsayı
 m : Kalite denklemine bağlı katsayı
 Q_{ort} : Mevsimlik ortalama çim kalitesi değeri
 Q_{max} : Mevsim içerisinde belirlenen en yüksek çim kalitesi değeri
 Q_{min} : Mevsim içerisinde belirlenen en düşük çim kalitesi değeri
 P : Yağış
 P_v : Toprağın hacimsel su içeriği (%)
 P_w : Toprağın kuru ağırlık cinsinden su içeriği (%)
 R_n : Net radyasyon
 r_a : Havanın aerodinamik direnci
 r_{aV} : Havanın su buharı iletkenliği aerodinamik direnci
 r_{aH} : Havanın ısı iletkenliği aerodinamik direnci
 r_c : Bitki yüzey direnci
 ΔS : Topraktaki nem değişimi
 T : Mutlak sıcaklık
 T_a : Hava sıcaklığı
 T_c : Bitki yüzey sıcaklığı
 T_w : Islak termometre sıcaklığı
 u_z : Kıyas düzlemindeki rüzgar hızı
 VPD : Buhar basıncı açığı
 VPG : Negatif atmosferik buhar basıncı açığı
 W : Görüş alanının eni
 z : Kıyas düzlemi yüksekliği
 z_{0M} : Devrim için pürüzlülük uzunluğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2 1. Bitki Yüzeyindeki Enerji Dengesinin Bileşenleri	6
Şekil 2 2. Deneysel Yaklaşımındaki Temel Grafik ve Elemanları	18
Şekil 3 1. Antalya İlinin Coğrafik Konumu ve Tarım Alanlarının İl İçerisindeki Dağılımı (Anonim 1993)	23
Şekil 3 2. İnfrared Termometre Aletinin Genel Görünümü	29
Şekil 3 3. Araştırma Alanının Planı	32
Şekil 3 4. Deneme Parsellerine Sulama Suyunun Uygulanması	33
Şekil 3 5. 0-60 cm Derinliğindeki Toprak Profili İçin Nötronmetre Kalibrasyon Eğrisi ve Denklemi	35
Şekil 4 1. Araştırma Alanı Topraklarının Değişik Katmanları İçin Belirlenen pF Eğrileri	42
Şekil 4 2. Araştırma Alanı Topraklarının Su Alma Eğrileri	43
Şekil 4 3. Araştırma Konularında Mevsim Boyunca Toprak Neminin Değişimi	44
Şekil 4 4. Araştırma Konularında Deneme Süresince Yığışimli Su Tüketimleri	52
Şekil 4 5. Araştırma Konularında Çimin Aylık Su Tüketim Değerlerinin Değişimi	53
Şekil 4 6a. S ₁ ve S ₂ Konularında Deneme Süresince Çim Renginin Değişimi	55
Şekil 4 6b. S ₃ ve S ₄ Konularında Deneme Süresince Çim Renginin Değişimi	56
Şekil 4 6c. Deneme Süresince Susuz Parselde Çim Renginin Değişimi	57
Şekil 4 7. Bermuda Çimi İçin Stresli ve Stressiz Koşullarda T _c -T _a ve VPD Arasındaki İlişkiyi Gösteren Temel Grafik	62
Şekil 4 8. Araştırma Konularında Belirlenen CWSI Değerlerinin Mevsim Boyunca Değişimi	63
Şekil 4 9a. Araştırma Süresince S ₁ Konusundaki Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki	66
Şekil 4 9b. Araştırma Süresince S ₂ Konusundaki Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki	67
Şekil 4 9c. Araştırma Süresince S ₃ Konusundaki Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki	67
Şekil 4 9d. Araştırma Süresince S ₄ Konusundaki Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki	68
Şekil 4 9e. Araştırma Süresince Susuz Parselde Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki	68

Şekil 4 10. Mevsimlik Ortalama CWSI ve Çim Kalitesi Değerleri Arasındaki İlişki	70
Şekil 4.11. Bitki Yüzey Sıcaklığı ile Hava sıcaklığı ve Solar Radyasyon Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi	71
Şekil 4.12 Bitki Yüzeyi-Hava Sıcaklığı Farkı ile VPD ve Oransal Nem Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi	71
Şekil 4 13. CWSI Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Özellikleri	24
Çizelge 3.2. Araştırma Alanı Topraklarının Kimyasal Özellikleri	24
Çizelge 3.3. Araştırma Alanına İlişkin Uzun Yıllık Ortalama İklimsel Veriler	26
Çizelge 3.4. Araştırma Alanında Kullanılan Sulama Suyu Kalitesine İlişkin Analiz Sonuçları	27
Çizelge 3.5. Deneme Alanında Uygulanan Gübreleme Programı	35
Çizelge 3.6. Deneme Parsellerinde Biçim Tarihleri	36
Çizelge 3.7. Çim Renginin Değerlendirilmesinde Kullanılan Munsell Renk Skalası Renk İsimleri, Sayfa ve Renk Numaraları ile Denemedeki Derecelendirme Numaraları	39
Çizelge 4.1. Araştırma Konularında Deneme Süresince 10 cm Derinlikteki Tansiyometre Okumalarının Aylık Ortalama Değerleri (cb)	45
Çizelge 4.2a. Deneme Konularına Haziran Ayında Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm) ve Tarihleri	47
Çizelge 4.2b. Deneme Konularına Temmuz Ayında Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm) ve Tarihleri	48
Çizelge 4.2c. Deneme Konularına Ağustos Ayında Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm) ve Tarihleri	49
Çizelge 4.2d. Deneme Konularına Eylül Ayında Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm) ve Tarihleri	50
Çizelge 4.3. Araştırma Konularında Çim Su Tüketimi Değerleri	51
Çizelge 4.4. Araştırma Konularında Çimin Aylık Su Tüketim Değerleri (mm)	53
Çizelge 4.5. Araştırma Süresince Deneme Konularında Çimin Günlük Ortalama Su Tüketim Değerleri (mm)	54
Çizelge 4.6. Çim Renginin Munsell Renk Skalası Kullanılarak Belirlenen Renk Derecelendirme Numaralarının Farklı Sulama Konularında Aylara Göre Değişimi	58
Çizelge 4.7. Parametrik Olmayan Friedman Testi Sonucunda Elde Edilen Farklı Sulama Konuları ve Aylara göre Gözlenen Renk Derecelendirme Numaralarının Medyan Değerleri	60
Çizelge 4.8. Araştırma Konularına İlişkin Aylık Ortalama CWSI Değerleri	65

1. GİRİŞ

Günümüzde nüfus artışı, düzensiz ve yoğun yapılaşma, endüstriyel ve teknolojik gelişmeler, mevcut yeşil örtünün bilinçsizce yok edilmesi gibi nedenler, gerek kentsel gerekse kırsal alanlarda yeşil alan gereksinimini her geçen gün arttırmakta, doğal çevrenin ve yeşil alanların yatay elemanlarından biri olan çim alanlar da estetik ve işlevsel özellikleri ile en sağlıklı çözümü oluşturmaktadır (Gül ve Avcıoğlu 1999).

Çim alanlar; toprak yüzeyini örten, sık bir halde gelişen, homojen bir görünüme sahip, devamlı biçilerek kısa tutulan, genellikle *Graminea* familyasından olan bitki veya bitki topluluklarının bulunduğu yapay alanlar olarak tesis edilen yeşil yüzeylerdir (Orçun 1979)

Çim alanlarda sulama esas olarak toprakta yeterli düzeyde nemi sağlamak üzere yapılır. Ayrıca, gübre ve pestisid uygulamalarının etkili olabilmesi, çimlenmeyi sağlamak için yeterli yüzey neminin sürdürülmesi ve sıcak günlerde çimlerin doku sıcaklıklarının düşürülmesi için de sulama yapılabilir (Turgeon 1980)

Bitki su gereksinimi belirli bir verimi sağlayabilmek için gerek duyulan yağış ve sulama suyunun toplamı olarak tanımlanabilir. Ancak çim alanlarda su gereksinimi, verimden çok kalite ve performans standartlarını karşılamak için gerekli olan suyu ifade eder. Çim alanlarda sulamanın önceliği, kurak iklimlerde çimin canlılığını sürdürebilmesi için zorunlu olan düzeyden, nemli iklimlerde istenilen yeşil rengin sürdürülmesi için gereken düzeye kadar değişebilir (Kneebone vd 1992).

Diğer taraftan, yeryüzündeki su potansiyelinin sınırlı olması, hızlı nüfus artışı ve tarımsal ürünlere olan ihtiyacın giderek artması nedeniyle su pek çok yerde en değerli kaynak olma özelliğini kazanmıştır. Etkin ve yüksek verimli bitkisel üretim için önemli bir girdi olan suyun en iyi biçimde kullanılması gereklidir. Bu ise, farklı yetiştirme koşullarında yağış ve sulama yoluyla sağlanan suyun bitki gelişimi ve verimi üzerindeki etkilerinin iyi anlaşılması ile mümkün olur (Baştuğ 1987)

Sulama programı, her sulamada ne kadar su verileceğini ve ne zaman sulama yapılacağını belirleyen işlemdir. Uygun biçimde oluşturulmuş bir sulama programı ile su, enerji ve gübre gibi üretim girdilerinin etkin kullanımları sağlanır. Ayrıca, böyle bir uygulama sulama ile toprak işleme ve kimyasal savaşım gibi diğer çiftlik etkinliklerinin birleştirilmesine olanak sağlar. Geliştirilmiş bitki verimi ve niteliği, su ve enerji korunumu ve daha düşük üretim maliyetleri gibi işlevler de uygun bir sulama programının yararları arasında sayılmaktadır (Kanber 2002).

Sulama programlamasında kullanılan yöntemleri genel olarak toprağı, meteorolojik verileri ve bitkiyi baz alan yaklaşımlar olmak üzere üç grupta toplamak olasıdır. Bitkiler, toprak ve atmosferik çevrelerinin etkilerini bünyelerinde birleştirmektedirler. Bu nedenle sulama programlamasında bitkiyi baz alan ölçümlerin kullanılması son yıllarda giderek artan bir önem kazanmıştır (Ödemiş ve Baştuğ 1996).

Bitki belirteçlerini esas alan yöntemler bitkinin ne zaman ve ne kadar sulanması gerektiği sorularına en iyi şekilde cevap vermektedirler. Bitkinin su durumunu belirtmede yaprak veya bitki su potansiyeli ölçümleri, yaprak diffüzyonu ölçümleri gibi bir çok belirteç bulunmaktadır. Son yıllarda ise bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesiyle bitki su stresinin belirlenmesi bir çok araştırmaya konu olmuştur.

İnfrared termometreler, yaprak veya taç örtüsü sıcaklığının, bitki yüzeyi tahrip edilmeksizin uzaktan algılanmasına olanak verirler (Jackson ve Idso 1969). Bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesinde infrared termometrelerin kullanılmasına ilişkin bugüne kadar yapılmış bir çok araştırma bulunmaktadır (Fuchs ve Tanner 1966, Fuchs vd 1967, Idso vd 1981, Pinter ve Reginato 1982, Zipoli 1990, Hatfield 1990, Garrot vd 1993, Jones 1999, Baker vd 2001).

İnfrared termometre tekniğinin çim bitkisi için sulama zamanına karar vermek ve su stresini izlemek için kullanılması üzerine yapılan çeşitli araştırmalar, anılan tekniğin çim bitkisi için de kullanılabileceğini göstermiştir (Throssell vd 1987, Jalali-Farahani vd 1993, 1994, Martin vd 1994, Al-Faraj vd 2000).

Akdeniz bölgesi gibi yarı kurak iklim bölgelerinde bitkisel üretim için, suyun maliyeti ve uygunluğu temel kısıtlayıcı faktörlerdir. Antalya ili ülkemizin önde gelen turizm merkezlerinden biri olup, özel ve kamu işletmelerine ait peyzaj alanları, golf ve futbol sahaları, rekreasyon alanları, ve diğer yeşil alanların sulanması ve bakımı işletmelerin önemli bir harcama kalemini oluşturmaktadır. Bu nedenle, çim alanların gereksiz sulamalardan kaçınarak zamanında ve yeterli miktarda sulanması amacıyla hızlı ve güvenilir sulama programları oluşturabilmek çim alan yöneticileri, işletmeler ve üreticiler için bir zorunluluk haline gelmiştir.

Bu çalışmada, Antalya koşullarında çim bitkisinde bitki su stresi indeksinin (CWSI) değerlendirilmesi, Bermuda çiminde en iyi renk kalitesinin sürdürülebilmesi için uygun sulama düzeyinin saptanması ve sulama programlaması amacıyla infrared termometre tekniğinden yararlanma olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMASI

2.1. Çim Su Tüketimi ve Sulama Programlaması

Çimin su tüketimi, bitkiden transpirasyonla (terlemeyle) ve topraktan evaporasyonla (buharlaşmayla) meydana gelen su kaybının toplamı olup evapotranspirasyon (ET) olarak ifade edilir. ET miktarı ile net radyasyon, toprak nem içeriği, hava sıcaklığı, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma, rüzgar hızı, oransal nem ve bitki yüzeyi-hava sıcaklığı farkı arasındaki ilişkiyi gösteren birçok çalışma yapılmıştır (Tan 1993, Olufayo vd 1996, Kjelgaard vd 1996, Al-Faraj vd 2000, Alves vd 2000a,b, Colaizzi vd 2003a,b)

Biran vd (1981), Kneebone ve Pepper (1982) ve Snyder vd (1991), serin iklim çimlerinin sıcak iklim çimlerinden daha yüksek ET düzeyine sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Kneebone ve Pepper (1982), çim su kullanımı ile A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmaya ilişkin verileri incelemişler ve kp kap katsayısının 0.5-0.9 arasında değiştiğini ileri sürmüşlerdir.

Garrot ve Mancino (1994), kurak koşullarda yıllık 834-930 mm su uygulanması durumunda Bermuda çiminin genel çim kalitesi, dayanım, renk ve toprağı örtme yönünden kayba uğramaksızın kalabileceğini bildirmişlerdir.

Çimin su gereksinimine ilişkin değerlerin değişim aralığının geniş olması nedeniyle mm/gün veya mm/hafta birimleriyle önerilerde bulunmak güçtür. İklimsel ve yerel farklılıkların genelleştirilmesiyle, çimin tipik su gereksiniminin A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın sıcak iklim çimlerinde %55-65'i, serin iklim çimlerinde ise %65-80'i kadar olduğu söylenebilir (Kneebone vd 1992, Baştuğ 1999).

Aydınşakir vd (2003), tarla ve mini lizimetre koşullarında Bermuda çimini kullanarak kıyas bitki su tüketimini belirlemek için yaptıkları araştırmalarında Blaney-

Criddle, Radyasyon, A Sınıfı Buharlaşma Kabı ve Penman yöntemlerinin FAO uyarlaması ile Penman-Monteith yöntemlerini kullanmışlar ve tarla koşullarında 10 günlük periyotlar için ortalama gerçek su tüketiminin 8 5-12 0 mm/gün, mini lizimetre koşullarında ise 9 2-14 4 mm/gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, farklı yöntemlerle hesapladıkları kıyas bitki su tüketimleri ise 4.4-11.4 mm/gün arasında değişmiştir.

Çim bitkileri, su yetersizliğine çeşitli biçimlerde tepki verirler. Kuraklık görsel kaliteyi, büyüme hızını ve su tüketimini etkiler. Sulamalarda, bitkilerde kuraklık belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olan gecikmeler, çim bitkisinin su tüketiminde azalmalara yol açar (Gold vd 1987)

Augustin ve Snyder (1984), Bermuda çiminin sulama programlamasında, tansiyometrelerle kontrol edilen parsellerde, geleneksel sulananlara göre %42-95 arasında sulama suyu tasarrufu sağlamışlardır.

Sulama aralıklarının belirlenmesinde tansiyometrelerin, elektronik nem algılayıcılarının, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerlerinin veya bunların birlikte kullanımının gereksiz su kullanımını azaltması olasıdır. Ancak çim alan yöneticileri sulama programlarını bu aygıtlara dayandırmazdan önce yerel araştırma sonuçlarını dikkatle değerlendirmelidirler (Carrow vd 1990)

Throssell vd (1987) bir serin iklim çimi olan çayır salkım otu (*Poa pratensis L.*) için bitki yüzey sıcaklığına dayalı sulama programı indekslerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, bitki yüzeyi-hava sıcaklığı farkının anılan çim bitkisi için su stresinin iyi bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir.

Jalali-Farahani vd (1993), belirlenecek Penman ET (Doorenbos ve Pruitt 1977) miktarının % 66'sı oranında günlük olarak sulama yapılması durumunda Bermuda çimi için kabul edilebilir renk kalitesinin bitki gelişme periyodu boyunca sürdürülebildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca anılan çalışmada Bermuda çiminin sulama zamanının belirlenmesi amacıyla infrared termometre tekniğinden yararlanılabileceği belirtilmiştir.

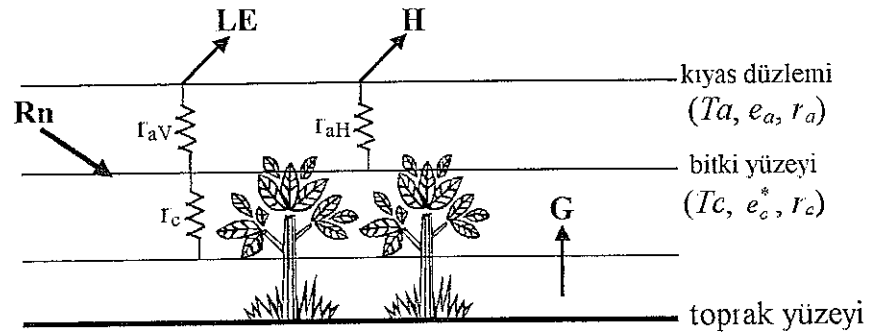
Baştuğ ve Büyüktaş (2003), farklı sulama düzeylerinin çim bitkisi kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %100, 88, 75 ve 50'si oranında dört farklı sulama konusu denemişler ve en iyi çim kalitesinin A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %75'inin uygulandığı konudan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Görüldüğü üzere, çim bitkisi sulama programını geliştirmek için toprağı, iklimsel verileri ve bitkiyi esas alan üç temel yaklaşım bulunmaktadır. Bitkiler, toprak ve atmosferik çevrelerinin etkilerini bünyelerinde birleştirmektedirler. Bu nedenle sulama programlamasında bitkiyi baz alan ölçümlerin kullanılması son yıllarda giderek artan bir önem kazanmıştır (Ödemiş ve Baştuğ 1999)

Bitkiye dayalı yaklaşımlar içerisinde infrared termometre ile bitki yüzey sıcaklığı ölçümlerine dayalı bitki su stresini belirlemeye yönelik yöntemler günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.2. Bitki Yüzeyi-Hava Sıcaklığı İlişkisi ve Etki Eden Etmenler

Bitki yüzeyi-hava sıcaklığı arasındaki ilişkinin açıklanabilmesi için bitki yüzeyindeki enerji dengesi değişiminin iyi anlaşılması gerekir. Şekil 2.1 bitki yüzeyindeki enerji dengesinin bileşenlerini göstermektedir (Alves vd 1998).



Şekil 2.1 Bitki Yüzeyindeki Enerji Dengesinin Bileşenleri

Bitki yüzeyindeki enerji dengesi matematiksel olarak aşağıdaki biçimde gösterilebilir (Guyot 1998)

$$R_n = LE + H + G \quad (2.1)$$

Eşitlikte; R_n : Net radyasyonu (W/m^2), LE : Gizli ısı akısını (W/m^2), H : Hissedilebilir ısı akısını (W/m^2) ve G : Topraktan veya bitki yüzeyinin alt kısmından olan enerji akısını (W/m^2) ifade etmektedir.

Transpirasyon yoluyla bitki yüzeyinden atmosfere su buharı geçişine bitki yüzeyi direnci (r_c) ve havanın aerodinamik direnci (r_a) etki eder. Genellikle, ısı iletkenliği aerodinamik direnci (r_{aH}), su buharı iletkenliği aerodinamik direnci (r_{aV}) ve havanın aerodinamik direnci (r_a) birbirine eşit kabul edilir ($r_{aH} = r_{aV} = r_a$) (Alves vd 1998). Bu durumda, eşitlik 2.1'deki H ve LE aşağıdaki biçimlerde yazılabilir (Jalali-Farahani vd 1993, Wanjura ve Upchurch 1997);

$$H = \rho c_p \frac{(T_c - T_a)}{r_a} \quad (2.2)$$

$$LE = \frac{\rho c_p (e_c^* - e_a)}{\gamma (r_a + r_c)} \quad (2.3)$$

Eşitliklerde; e_c^* : Bitki yüzeyindeki havanın doymuş buhar basıncı (kPa), e_a : Kıyas düzlemindeki havanın gerçek buhar basıncı (kPa), T_c : Bitki yüzey sıcaklığı ($^{\circ}C$), T_a : Hava sıcaklığı ($^{\circ}C$), ρ : Havanın özgül ağırlığı ($kg\ m^{-3}$), c_p : Sabit basınç altında havanın özgül ısısı ($J\ kg^{-1}\ K^{-1}$), γ : Psikrometrik sabit ($kPa\ ^{\circ}C^{-1}$), r_a : Havanın aerodinamik direnci ($s\ m^{-1}$) ve r_c : Bitki yüzeyi direnci ($s\ m^{-1}$)'dir.

Yukarıda verilen 2.1, 2.2 ve 2.3 numaralı eşitlikler birleştirilerek yazılacak olursa aşağıdaki eşitlik elde edilir (Jalali-Farahani 1993)

$$LE = (R_n - G) - \rho c_p (T_c - T_a) / r_a \quad (2.4)$$

Eşitlik 2.4'ün bitki yüzeyi-hava sıcaklığı farkı için yeniden yazılması durumunda ise aşağıdaki eşitlik elde edilir

$$T_c - T_a = \frac{r_a (R_n - G)}{\rho c_p} - \frac{(e_c^* - e_a)}{\gamma(1 + r_c / r_a)} \quad (2.5)$$

Yukarıdaki eşitliklerden de görüleceği üzere $T_c - T_a$ değerine net radyasyon, buhar basıncı açığı (VPD), aerodinamik dirençler ve bitki dirençleri etki etmektedir.

İnfrared termometre ile bitki yüzey sıcaklığının belirlenmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda daha avantajlı kullanıma sahip olan havanın aerodinamik direncine ilişkin denklem aşağıda verilmiştir (Alves vd 2000b, Colaizzi vd 2003a)

$$r_a = \frac{\left\{ \ln \left[\frac{(z-d)}{z_{OM}} \right] - \psi_M \right\} \left\{ \ln \left[\frac{(z-d)}{(h-d)} \right] - \psi_H \right\}}{k^2 u_z} \quad (2.7)$$

Eşitlikte; h : Bitki yüksekliği (m), d : Yer değiştirme yüksekliği(m), z : Kıyas düzlemi yüksekliği (m), z_{OM} : Momentum için pürüzlülük uzunluğu (m), k : von Karman sabiti (0.41), u_z : Kıyas düzlemindeki rüzgar hızı ($m s^{-1}$), ψ_M ve ψ_H : Bitki yüzeyi ile kıyas düzlemi arasındaki momentum ve ısı akısı için atmosferik kararlılık etmenleridir.

Eşitliklerden de görülebileceği gibi rüzgar hızının artması havanın aerodinamik direncini azaltıcı yönde etki etmektedir. Anılan direncin azalması ise $T_c - T_a$ değerini negatif yönde artırıcı bir şekilde etkilemektedir (Clawson vd 1989, Kumar vd 1999, Jones 1999, Cremona vd 2004)

Bitki yüzey direnci aslında tamamıyla bir fizyolojik veri değildir ve genellikle stomanın su akısına direnci olarak kabul edilir. Bitki yüzey direnci Penman-Monteith eşitliğinin kullanılmasıyla aşağıdaki biçimde elde edilebilir (Alves vd 1998)

$$r_c = r_a \left(\frac{\Delta}{\gamma} \beta - 1 \right) + \frac{\rho c_p VPD}{\gamma LE} \quad (28)$$

Eşitlikte;

Δ : Doygun buhar basıncı eğrisinin eğimi,

β : Bowen oranı (H/LE),

VPD : Buhar basıncı açığı (kPa)'dır

Ekili bir alanda net radyasyon, yeryüzüne gelen solar ve uzun dalga boylu radyasyon ile bitki ve topraktan atmosfere doğru olan radyasyon arasındaki farktır. Havanın aerodinamik direnci, bitki yüzeyinin aerodinamik pürüzlülüğü ile rüzgarın karşılıklı etkileşiminin bir sonucudur. Bitki yüzeyinin aerodinamik pürüzlülüğü bitkinin toprağı örtme yüzdesi, bitki boyu ve bitkinin yapısına bağlıdır. Bitkinin yüzey direnci ise toprak ve bitki gövdesinden bitki buharlaşma yüzeyine doğru olan su hareketine dirençtir. Eğer r_c değeri yüksekse bitkinin transpirasyonu azalacak ve yüzey sıcaklığı artacaktır (Wanjura ve Upchurch 1997)

Jalali-Farahani vd (1994) Bermuda çimi için CWSI modellerinin geçerliliğini değerlendirmek üzere yaptıkları çalışmalarında, Penman ET miktarının %100, 66 ve 50'si oranında sulanan kısa Bermuda çimi için r_c değerlerini sırasıyla 95, 125 ve 317 s m^{-1} olarak belirlemişler ve anılan değerlerin su stresine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir

Hatfield (1985), bitki yüzey direncine solar radyasyona bağlı olarak gölgelemenin etkisi olduğunu, fotosentez ve transpirasyon için yapılan tarla denemelerinde enerji dengesi eşitliğinin bitki yüzey direncinin değerlendirilmesinde kullanılabileceğini bildirmiştir

O'toole ve Hatfield (1983), rüzgar hızının; $T_c - T_a$ ve dolayısıyla CWSI değerlerinin hatalı tahminine neden olan birinci faktör olduğunu Wanjura vd (1988) ise genel olarak $T_c - T_a$ 'nın, bitki yüzey alanı ve bitkinin toprak yüzeyinde kapladığı alan artıkça negatif değerler aldığını bildirmişlerdir.

Bitki yüzey sıcaklıklarının, küresel ölçekte yer yüzüne gelen radyasyondaki değişikliklerden (artıştan) etkilenmesi sonucu birkaç dakika içerisinde 6 °C'ye kadar artış gösterdiği saptanmıştır (Jensen vd 1990)

Bitki; su stresinden dolayı stomalarını kapattığında stoma iletkenliği, ısı akısındaki değişim, transpirasyon ve evaporasyonun soğutma etkisi gibi etmenler azalır ve bitki yüzeyi stressiz bitkilere oranla daha sıcak olur. Bu kavram bitki su durumunun belirlenmesinde bitki yüzey sıcaklığı ölçümlerinden yararlanmanın temelini oluşturmaktadır (Stockle ve Dugas 1992).

2.3. Bitki Yüzey Sıcaklığı Ölçümlerinde İnfrared Termometrelerin Kullanımı

İnfrared (IR) termometreler, bitki yüzey sıcaklıklarının bitki yüzeyini tahrip etmeksizin uzaktan algılanmasını sağlayan hızlı ve güvenilir aletlerdir. Aletin tarlanın görünüşüne ve boyutlarına bağlı olarak belirli bir bölgeyi hedef alması, kalibrasyonunun kolay yapılabilmesi gibi özellikleri kullanımını kolaylaştırmaktadır. Belirli bir alanı taraması nedeniyle aletin tarlanın durumunu temsil etme özelliği yüksektir (Geiser vd 1982, Hatfield 1990).

IR termometre aleti ile ölçülen bitki yüzey sıcaklığı değerlerinden yararlanılarak belirlenen bitki su stresi indeksi yardımıyla bitkinin strese girip girmediği belirlenebilmektedir (Baştuğ vd 2001)

IR termometreler algılayıcısına odaklanan yüzeyin yaydığı enerjiyi (radyasyonu) ölçen aletlerdir. Bu ölçülen radyasyonun sıcaklıkla ilişkisi aşağıda verilen Stefan-Boltzman Yasası eşitliği ile ifade edilebilir (Guyot 1998)

$$E = \epsilon \sigma T^4 \quad (2.7)$$

Eşitlikte; E : Yüzeyden yayılan radyasyon (W/m²), ϵ : Yüzeyin emissivitesi (boyutsuz), σ : Stefan-Boltzman sabiti (5.67×10^{-8} W/m² K⁻⁴) ve T : Mutlak sıcaklık (°K)'dir

Anılan yasa, yüzeylerin mükemmel bir soğurucu olduğunu kabul eder. Ancak, hiçbir yüzey mükemmel bir soğurucu değildir. Bu nedenle doğru bir yüzey sıcaklığı ölçümü için, sıcaklık ve radyasyonun bir fonksiyonu olarak yüzeyin emissivitesinin bilinmesi gerekir (Baker vd 2001). Çoğu bitki yüzeyinin 10.5-12.5µm arasında değişen dalga boylarındaki ısısal radyasyon emissivitesi 0.97-0.99 değerleri arasındadır (Hatfield 1990).

IR termometrelerin çoğu yalnızca 8-14µm dalga boylarındaki enerjiyi algılayabilmektedir. Ancak su buharının güçlü absorpsiyon bandından kaçınmak için 10.5-12.5µm dalga bandı daha çok kullanılmaktadır (Jackson 1982).

IR termometrenin algılayıcısına gelen enerji miktarı aletin görüş alanı açısına (FOV) bağlıdır. IR termometre bir yüzeye dik olarak tutulduğunda FOV bir konide tepe açısı ve algılayıcı ise tepe noktası olarak düşünüldüğünde IR termometrenin görüş alanı yarıçapı aşağıdaki ilişki ile verilen bir dairedir (O'Toole ve Real 1984).

$$r = f \times \tan \frac{FOV}{2} \quad (2.8)$$

Eşitlikte; r : Dairenin yarıçapı (m), f : Görüş alanının aletten uzaklığı (m), FOV : Görüş alanı açısı (°)'dir

Eğer IR termometre yüzeye belirli bir açıyla tutulursa görüş alanının şekli değişecektir. Yüzeye yapılan açı (θ) eğer;

$$\frac{FOV}{2} < \theta < 90^\circ \text{ ise görüş alanı bir elips } (A = \frac{\pi}{4} w l),$$

$$\theta = \frac{FOV}{2} \text{ ise görüş alanı bir parabol } (A = \infty),$$

$$0 \leq \theta < \frac{FOV}{2} \text{ ise görüş alanı bir hiperbol } (A = \infty) \text{ şeklini alacaktır}$$

Burada; A : Görüş alanı, w : Oluşan elipsin eni ve l : Oluşan elipsin boyudur.

Yukarıda verilen eşitsizliklerden de görülebileceği gibi IR termometrelerin doğrultulan yüzeye olan açısı 90° ile $\frac{1}{2}$ FOV arasında olmalıdır. IR termometrenin anılan sınırların dışında bir açıyla yüzeye doğrultulması durumunda aletin görüş alanı içerisine yüzey sıcaklığı ölçülmek istenilen objenin dışında farklı objelerde girebilir

IR termometrenin cisimden olan uzaklığı ölçülen yüzey sıcaklığını etkilememekte ancak görüş alanının büyüklüğünü etkilemektedir. Hedefe dik olarak tutulan bir infrared termometrenin gördüğü alan FOV değerine bağlı olarak uzaklığın bir fonksiyonu olarak artar. Yüzey tarafından yayılan ve infrared termometre ile algılanan enerji atmosfer tarafından etkilenmez. Çünkü atmosfer IR termometrenin dalga bandında tümüyle geçirgendir (Yazar 1993)

Bir IR termometre ölçümünün doğruluğunu kontrol etmek için mutlaka aletin kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir. IR termometrenin kalibrasyonu çevre sıcaklığının kısmen sabit ve hedef alınan yüzey sıcaklığının $0-50^\circ\text{C}$ arasında olduğu ortamda en iyi şekilde yapılır. Kalibrasyon için kullanılacak siyah cisim mat siyaha boyalı ince bakır levhadan yapılabilir. Elde edilen siyah cismin dış yüzeyine kalibrasyonu yapılmış sıcaklık algılayıcıları yerleştirilip IR termometre ve anılan algılayıcılarla ölçülen yüzey sıcaklıkları karşılaştırılmak suretiyle kalibrasyon yapılır. Bütün IR termometrelerin günlük kontrolü ve en az yılda bir kez de kalibrasyonlarının yapılması gerekir (Hatfield 1990).

Sadler ve Vanbavel (1982), IR termometrelerin kalibrasyonu için basit bir yöntem geliştirmişlerdir. Araştırmacılar siyah plakalar üzerinde oyuklar oluşturmuşlar ve bu oyukların sıcaklıklarının $5-50^\circ\text{C}$ arasında değiştiği değerlerde termokaplarla ve IR termometreler ile anlık ölçümler yaparak elde edilen değerleri karşılaştırıp buna göre IR termometre değerlerini düzeltmek suretiyle kalibrasyon yapmışlardır.

IR termometre ölçümlerinden güvenilir veriler elde edebilmek için aletin görüş alanı içerisine çevredeki diğer bitkilerin, toprağın ve gökyüzünün girmemesi

sağlanmalıdır. Ayrıca solar radyasyonun doğrudan etkisini en az düzeye indirmek için parsel bazında yapılan çalışmalarda doğu ve batı yönlerden 4'er defa olmak üzere toplam 8 okumanın yeterli olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca doğu, batı, kuzey ve güney olmak üzere tüm yönlerden ölçüm alınması da olasıdır (Idso vd 1981, Reginato ve Howe 1985, Sepaskhah ve Kashefipour 1994).

IR termometre ile yapılan ölçümlerde bitki yüzey sıcaklığındaki değişikliklerin güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olması nedeniyle okumaların çok yinelenmeli alınması gerekir. Hatfield vd (1984), bir tarlanın ortalama durumunu temsil edebilmek için sulanan alanda şansa bağlı olarak yapılacak 10 okumanın yeterli olacağını bildirmişlerdir.

Öte yandan, ölçümlerin güneşin yeryüzüne dik geldiği öğle saatlerinde veya güneş öğlesinden 1-1.5 saat sonra alınması gerekmektedir. Ölçümlerin alınması sırasında gökyüzünün tamamen açık veya çok az bulutlu olması gerekir (Idso vd 1981).

IR termometre ölçümleriyle elde edilen bitki yüzey sıcaklığı değerleri bitkinin stres durumunu belirtmek için geliştirilen indekslerde kullanılarak bitkideki su stresinin niceliksel olarak ifade edilmesine olanak sağlar.

2.4. Bitkideki Su Stresini Belirtmekte Kullanılan Çeşitli İndeksler

Bitki su stresi, maksimum verimin elde edilebilmesi için toprakta bulunması gereken su miktarından daha az miktarda ve nitelikte su bulunması durumunda bitkide meydana gelen olumsuz etki olarak tanımlanabilir.

Bitkilerde dokular aracılığıyla kaybolan su nedeniyle ortaya çıkan su stresinin etkileri çeşitlidir. Su stresi bitki hücrelerinde hidrostatik basıncın azalmasına neden olarak düşük molekül ağırlığına sahip olan makro besin elementlerinin yoğunluğunu artırır ve bitki hücrelerindeki kimyasal tepkimeleri olumsuz yönde etkiler. Dolayısıyla, hücre membranları işlevlerini tam olarak yapamadığından su stresindeki bitkilerde metabolik olaylar olumsuz bir şekilde ve önemli derecede etkilenir (Hakgören 1993).

Reginato (1983), bitki su stresini bitkinin olağan yaşamsal fonksiyonlarını bozarak gelişimini olumsuz yönde etkileyen bir kavram olarak tanımlamış ve stresin, atmosferdeki buhar açığının bitkideki transpirasyon hızından fazla olması sonucu bitkinin topraktan yeterli suyu alamaması nedeniyle meydana geldiğini belirtmiştir.

Bitkiyi esas alan ölçümlerden yararlanılarak bitki su stresini niceliksel olarak ifade eden çeşitli indeksler geliştirilmiştir. Söz konusu indeksler sulama programlaması amacıyla kullanılabilir. Ancak, bu indekslerin uygulanabilirlikleri yersel denemeler ile ortaya konulmalıdır (Yazar 1990)

Bitki yüzey sıcaklığına dayalı olarak farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen stres indekslerini aşağdaki şekilde sıralamak mümkündür (Baştuğ 1994, Kanber 2002, Alves ve Pereira 2000)

- Stresli Gün İndeksi (SDI) (Hiler ve Clark 1971)
- Stres Derece Gün (SDD) (Idso vd 1977, Jackson vd 1977)
- Taç Sıcaklığı Değişkenliği (CTV) (Blad vd 1981, Clawson ve Blad 1982)
- Sıcaklık Stresli Gün (TSD) (Gardner vd 1981)
- Kritik Nokta Modeli (CPM) (Geiser vd 1982)
- Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) (Jackson vd 1981, Jackson 1982)

Anılan indeksler içerisinde en yaygın kullanım alanı bulanı ve en güvenilir olanı CWSI'dır. CWSI, çevresel faktörler nedeniyle bitki kök bölgesinde ve üst aksamında meydana gelen değişimin bir göstergesi olarak tanımlanır (Reginato ve Howe 1985).

Birçok araştırmacı bitki yüzey sıcaklığının kullanılmasıyla elde edilen CWSI değerinin bitki stresinin iyi bir göstergesi olduğunu ve sulama programlaması amacıyla kullanılarak hedeflenen verim, kalite ve su tasarrufunun sağlanabileceğini bildirmişlerdir (Sepaskhah ve Kashefipour 1994, Olufayo vd 1996, Cárcova vd 1998, Irmak vd 2000, Alderfasi ve Nielsen 2001, Orta vd 2003, Yuan vd 2004, Cremona vd 2004)

2.5. Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesindeki Temel Yaklaşımlar

Bitki su stresi indeksinin belirlenmesiyle bitkideki su stresinin niceliksel olarak ifade edilebilmesi için Jackson vd (1981) tarafından geliştirilen enerji dengesi yaklaşımı, Idso vd (1981) tarafından geliştirilen deneysel yaklaşım ve Alves ve Pereira (2000) tarafından geliştirilen ıslak termometre sıcaklığı yaklaşımı olmak üzere üç temel yaklaşım bulunmaktadır.

2.5.1. Enerji dengesi yaklaşımı (Jackson yöntemi)

Enerji dengesi ve aerodinamik ilişkileri kullanarak doğal yüzeyden olan buharlaşmayı net radyasyonun ve buhar basıncı açığının bir fonksiyonu olarak yüzey sıcaklığı ile ifade etmek mümkündür. Bu yaklaşım, bitki su stresini niceliksel olarak ifade eden sıcaklığa dayalı stres indekslerine rehberlik etmektedir (Jackson vd 1981).

$T_c - T_a$ için elde edilen enerji dengesi eşitliğinde (Eşitlik 2.5) G 'nin ihmal edilebilir olduğu düşünülürse ve doygun buhar basıncı-sıcaklık ilişkisini belirten doğrunun eğiminin Δ etkisi anılan eşitlikte belirtilirse, $T_c - T_a$ değerini veren eşitlik aşağıdaki şekli alır (Jackson 1982):

$$T_c - T_a = \frac{r_a R_n}{\rho c_p} \frac{\gamma(1 + r_c / r_a)}{\Delta + \gamma(1 + r_c / r_a)} - \frac{VPD}{\Delta + \gamma(1 + r_c / r_a)} \quad (2.9)$$

Eşitlikteki r_c değerinin herhangi bir kısıtlayıcı faktör olmaksızın artmasına izin verilirse ($r_c \rightarrow \infty$) $T_c - T_a$ 'nın üst sınır değeri elde edilir. Anılan üst sınır değerinin denklemi aşağıda verilmiştir.

$$T_c - T_a = \frac{r_a R_n}{\rho c_p} \quad (2.10)$$

Eğer bitkiden terleme yoluyla oluşan buharlaşmaya bitkinin direnç göstermediği varsayımı yapılırsa (yani bitkiden olan buharlaşmanın açık su yüzeyi buharlaşması gibi düşünüldüğü durumda) Eşitlik 2.9'daki r_c değeri sıfır olur. Bu durumda ise $T_c - T_a$ 'nın

alt sınır değeri, diğer bir ifade ile hiç su eksikliği hissetmeyen ve potansiyel hızda transpirasyon yapan bitkiye ilişkin $T_c - T_a$ değeri elde edilir. Anılan alt sınır değerinin denklemi aşağıdaki gibidir (Jackson 1982):

$$T_c - T_a = \frac{r_a R_n}{\rho c_p} \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} - \frac{VPD}{\Delta + \gamma} \quad (2.11)$$

Eşitlik 2.9 ve 2.11, $T_c - T_a$ ile VPD değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir. Böylece, herhangi bir sıcaklık için alt sınır değerinin büyük ölçüde VPD değerine bağlı olarak değiştiği söylenebilir. Üst sınır değeri ise VPD değerinden bağımsız ve yalnızca r_a ile R_n değerlerine bağlı olarak değişmektedir.

Toprakta yeterli nem ve atmosferik koşulların uygun olması durumunda bitkinin gerçek ET değeri potansiyel değerine (ET_p) eşit olur. Topraktaki nem azaldıkça gerçek ET potansiyel değerinin altına düşer. Buradan gerçek ET değerinin ET_p değerine oranının (ET/ET_p) bitkideki su durumunun bir göstergesi olduğu sonucuna ulaşılabilir. Dolayısıyla 2.1 ve 2.3 no.lu eşitlikler birleştirilip LE için çözümlenirse aşağıda verilen bitki yüzeyi ve aerodinamik dirençler ile ifade edilen Penman-Monteith ET eşitliği elde edilir (Jackson 1982):

$$LE = \frac{\Delta R_n + \rho c_p (e_a^* - e_a) / r_a}{\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} \quad (2.12)$$

Gerçek ve potansiyel ET değerleri birbirine oranlanıp gerekli sadeleştirmeler yapılırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir (Jackson 1982):

$$\frac{ET}{ET_p} = \frac{\Delta + \gamma}{\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} \quad (2.13)$$

ET/ET_p oranı 1'den (stressiz durum) 0'a (maksimum stres durumu) doğru değişir. Bitki stresini belirten bir indeksin ise bu durumu tam tersine yani 0'dan 1'e doğru belirtmesi daha mantıklı olur. Sonuç olarak bitki su stres indeksi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Jackson 1982):

$$CWSI = 1 - \frac{ET}{ET_p} = \frac{\gamma(1+r_c/r_a) - \gamma}{\Delta + \gamma(1+r_c/r_a)} \quad (2.14)$$

CWSI veya ET/ET_p değerlerinin hesaplanması için r_c/r_a oranının bilinmesine gereksinim vardır. Anılan oranın değeri eşitlik 2.9'un yeniden düzenlenmesiyle elde edilir.

$$\frac{r_c}{r_a} = \frac{\gamma r_a R_n / (\rho c_p) - (T_c - T_a)(\Delta + \gamma) - VPD}{\gamma[(T_c - T_a) - r_a R_n / (\rho c_p)]} \quad (2.15)$$

Elde edilen bu denklem eşitlik 2.14'de yerine konulursa CWSI değeri hesaplanabilir.

Enerji dengesi yaklaşımı CWSI'nin hesaplanması için temel bir yaklaşım olup, daha sonraki geliştirilen yaklaşımlara rehberlik etmektedir.

2.5.2. Deneysel yaklaşım (Idso yöntemi)

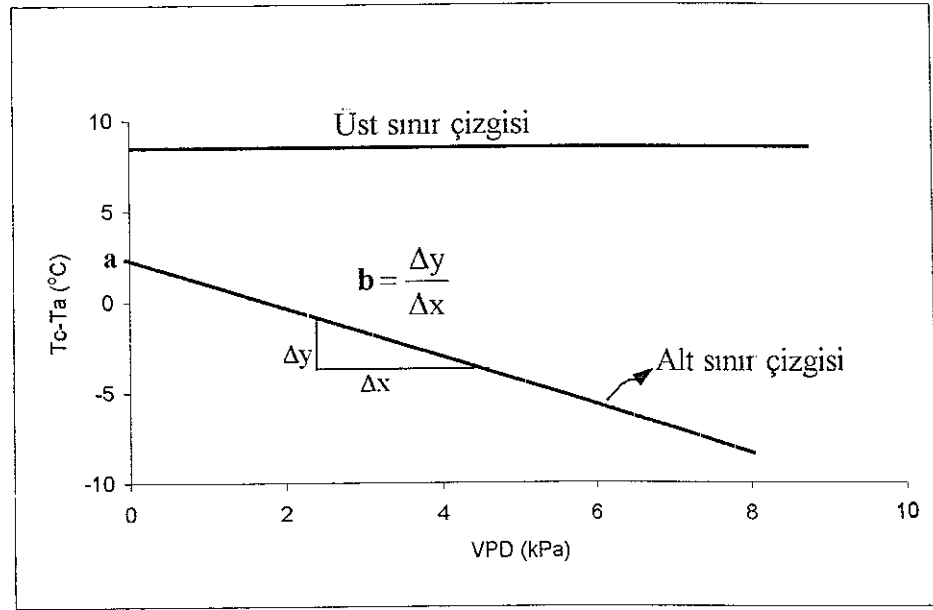
Idso vd (1981) tarafından geliştirilen deneysel yaklaşım, enerji dengesi yaklaşımında belirtilen $T_c - T_a$ ile VPD ilişkisine dayalı CWSI değerinin grafiksel çözümlerle elde edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu amaçla, hiç su eksikliği hissetmeyen ve potansiyel hızda transpirasyon yapan bitkiden eş zamanlı olarak ölçülen $T_c - T_a$ ve VPD değerlerinin karşılıklı işaretlenmesiyle elde edilen alt sınır çizgisi ve hiç transpirasyon yapmayan (tamamen ölmüş veya aşırı stres altında olan) bitkiden elde edilen $T_c - T_a$ ve VPD değerlerinin karşılıklı işaretlenmesiyle elde edilen üst sınır çizgisi belirlenir. Alt ve üst sınır çizgilerinin aynı grafikte gösterilmesiyle temel grafik elde edilir. Örnek olarak temel grafik ve elemanları Şekil 2.2'de gösterilmiştir (Idso vd 1981).

Deneysel yaklaşımda alt sınır çizgisinin matematiksel olarak ifade edilmesiyle aşağıdaki eşitlik elde edilir

$$T_c - T_a = a + b \times VPD \quad (2.16)$$

Eşitlikte; a : Alt sınır çizgisinin arakesit değeri ve b : Alt sınır çizgisinin eğim değeridir.

Eşitlik 2.16, enerji dengesi yaklaşımında $T_c - T_a$ 'nın alt sınırı olarak verilen Eşitlik 2.11'in basitleştirilmiş şeklidir. Deneysel yaklaşımdaki alt sınır eşitliği R_n , G , r_c , r_a , Δ , ve γ gibi parametreleri sabit kabul etmektedir. Ancak, $T_c - T_a$ değerinin anılan parametrelerden etkilendiği yapılan birçok araştırma ile ortaya konmuştur (Walker ve Hatfield 1983, Jalali-Farahani vd 1993, Stockle ve Dugas 1992, Jones 1999, Al-Faraj vd 2001).



Şekil 2.2. Deneysel Yaklaşımdaki Temel Grafik ve Elemanları.

Deneysel yaklaşımda, üst sınır çizgisinin VPD'ye bağlı olmadığı belirtilmiştir. Hiç transpirasyon yapmayan bitki için üst sınır çizgisinin değeri aşağıdaki eşitlikle ifade edilmiştir (Idso vd 1981):

$$T_c - T_a = a + b \times VPD \quad (2.17)$$

Eşitlikteki VPG değeri VPD değerinin sıfır olabilmesi için gerekli negatif atmosferik buhar basıncı açığıdır. VPG değeri aşağıdaki eşitlikle ifade edilmiştir (Idso vd 1981):

$$VPG = e^*(Ta) - e^*(Ta+a) \quad (2.18)$$

Eşitlikte; $e^*(Ta)$: Ta sıcaklığındaki havanın doymun buhar basıncı (kPa), $e^*(Ta+a)$: $Ta+a$ sıcaklığındaki havanın doymun buhar basıncıdır. Eşitlik 2.18'e göre, $Tc-Ta$ 'nın üst sınır çizgisi sadece hava sıcaklığının bir fonksiyonudur.

Deneyimsel yaklaşımdaki CWSI değerinin grafiksel çözümle hesaplanması aşağıdaki eşitlik ile ifade edilebilir (Al-Faraj vd 2001):

$$CWSI = \frac{(Tc - Ta)_m - (Tc - Ta)_{II}}{(Tc - Ta)_{II} - (Tc - Ta)_{ul}} \quad (2.19)$$

Eşitlikte; $(Tc-Ta)_m$: Ölçüm anındaki sıcaklık farkı ($^{\circ}C$), $(Tc-Ta)_{II}$: Ölçüm anındaki VPD değeri için temel grafikten elde edilecek alt sınır değeri ($^{\circ}C$), $(Tc-Ta)_{ul}$: Temel grafiğin üst sınır değeri ($^{\circ}C$)'dir.

Jalali-Farahani vd (1993), Bermuda çimi için deneyimsel yaklaşımla belirlenen CWSI değerlerinin su stresinin düzeyi ve net radyasyon ile tam bir uyum göstermediğini bulmuşlardır. Ayrıca, anılan çim bitkisi için alt sınır çizgisinin tamamıyla doğrusal olmadığını ve üst sınır çizgisinin de hava sıcaklığının basit bir fonksiyonu olmadığını, net radyasyonun çok güçlü bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Al-Faraj vd (2001), uzun yumak çiminde (*Festuca arundinacea* Schreb.) sulama programlaması için kontrollü çevre koşullarında yaptıkları çalışmalarında $Tc-Ta$ değerinin bitki su durumu, radyasyon miktarı ve VPD düzeyinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, anılan çalışmada orta düzeyde ve aşırı stres koşullarındaki bitkiler için $Tc-Ta$ ile VPD arasındaki ilişkinin çok düşük bir korelasyona sahip olduğu,

bu durumun, stresin değişkenliğinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Anılan araştırmacılar, stresin değişkenliğini en iyi şekilde gösterebilecek yeni bir bitki su stres indeksi yöntemine ihtiyaç olduğunu savunmuşlardır.

Öte yandan, deneysel yöntemde enerji dengesi yöntemine göre daha az veri gerekmektedir. Temel grafik bir kez oluşturulduktan sonra her ölçüm zamanı için CWSI değeri kolayca hesaplanabilir.

2.5.3. Islak termometre sıcaklığı yaklaşımı (Alves yöntemi)

Alves ve Pereira (2000), su stressiz baz çizgisi için bitki su stresi indeksinin belirlenmesinde kullanılan Idso ve Jackson yöntemlerine göre aşağıda belirtilen aşamalarla elde edilebilecek daha basit bir denklem geliştirmişlerdir

İlk aşamada, doymuş buhar basıncı eğrisinden aşağıdaki eşitlik elde edilebilir.

$$e \approx e_s(T) - (\Delta + \gamma)(T - T_w) \quad (2.20)$$

Eşitlikte;

T : Kuru termometre sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$),

T_w : Islak termometre sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$),

e ve e_s : Gerçek ve doymuş buhar basınçları (kPa)'dır

Buradan, iki farklı yükseklik arasındaki gerçek buhar basıncı farkı aşağıdaki şekilde yazılabilir

$$e_1 - e_2 = (\Delta + \gamma)(T_{w1} - T_{w2}) - \gamma(T_1 - T_2) \quad (2.21)$$

Bitki yüzeyindeki ıslak ve kuru termometre sıcaklıkları (T_s ve T_o) ile kıyas düzlemindeki ıslak ve kuru termometre sıcaklıklarını (T_w ve T_z) kullanarak bu iki yükseklik arasındaki buhar basıncı farkını belirlemek için anılan değerler Eşitlik 2.20'de yerine konulursa aşağıdaki eşitlik elde edilir

$$e_o - e_z = (\Delta + \gamma)(T_s - T_w) - \gamma(T_o - T_z) \quad (2.22)$$

Eşitlikte; e_0 : Bitki yüzeyindeki buhar basıncı (kPa), e_z : Kıyas düzlemindeki buhar basıncı (kPa)'dır. Eşitlik 2.21 gizli ısı akısı ve hissedilebilir ısı akısı denklemleriyle birleştirilirse aşağıdaki ilişki ortaya çıkar.

$$LE = \frac{\rho c_p}{\gamma} \cdot \frac{e_0 - e_z}{r_a} \quad (2.23)$$

Burada, $(e_0 - e_z)$ yerine Eşitlik 2.21'deki değeri yazılırsa ve enerji dengesinde yerine konursa yapılacak sadeleştirme işlemleriyle aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$T_s - T_w = \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \cdot \frac{r_a}{\rho c_p} (R_n - G) \quad (2.24)$$

Eşitlik 2.24, bitki su stresi indeksindeki su stressiz baz çizgisinin yeni tanımlamasıdır. Potansiyel hızda transpirasyon yapan bitkilerin yüzey sıcaklığı ıslak termometre sıcaklığı olarak kabul edilebilir ve Eşitlik 2.24 bitki yüzey sıcaklığının hesaplanmasında kullanılabilir.

Bu yeni denklemin Jackson'ın denkleminin üstün tarafı bitki yüzey direncinin (r_c) bilinmesine gereksinim olmamasıdır. Ayrıca bu yeni denklem, deneysel yaklaşımda deneme yoluyla elde edilen su stressiz baz çizgisine göre daha esnek bir kullanıma sahip olup daha basit ve iklimsel verilerle kolayca hesaplanabilir nitelik taşımaktadır. Anılan denklemin sahip olduğu diğer üstünlükler aşağıdaki biçimde ifade edilebilir:

- Ölçümler gün doğumundan gün batımına kadar istenilen zamanda alınabilir,
- Havanın tamamen kapalı olduğu günler de dahil olmak üzere tüm iklim koşullarında ölçüm yapılabilir,
- Baz çizgisinin elde edilmesi veya geçerliliği için önceden gözlem yapmaya gerek yoktur.

Sulama programlaması çalışmalarında 2.24 no lu ilişkinin kullanılması Idso yaklaşımındaki alt sınır çizgisi ile benzerlik gösterir. Idso yaklaşımındaki alt sınır çizgisi deneme yoluyla elde edilmek zorundadır ve anılan baz çizgisi farklı iklimsel koşullarda kullanılamaz. Ancak yeni yaklaşım bu güçlükleri ortadan kaldırmakta ve sulamacıların işini kolaylaştırmaktadır.

Alves ve Pereira (2000), geliştirdikleri yaklaşımlarını marul bitkisi için denemişlerdir. Bu amaçla, su stressiz koşullarda infrared termometre ile ölçtükları bitki yüzey sıcaklığı değerleri ile 2.24 no lu ilişki ile elde ettikleri yüzey sıcaklığı değerlerini karşılaştırmışlardır. Anılan bitki için ölçülen ve hesaplanan değerlerin birbirleriyle $R^2 = 0.92$ gibi yüksek bir korelasyonla ve 0.77 °C gibi çok küçük bir standart sapmayla iyi bir uyum gösterdiğini ve yeni denklemin su stressiz baz çizgisini elde etmek için kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Yuan vd (2004), Kuzey Çin Bölgesinde, buğday bitkisi için Idso, Jackson ve Alves yöntemlerine göre bitki su stres indeksini değerlendirmek ve bitkideki su stresini izlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında Idso yönteminin buğday bitkisi için kullanılamayacağını ancak, Jackson ve Alves yöntemlerinin anılan yörede buğdayda su stresini izlemede kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar Alves yönteminin Jackson yöntemine göre çok daha kolay olduğunu, bu yöntemlerden aynı stres düzeyinde elde edilen CWSI değerlerinin birbirinden farklı olduğunu, bunun için sulama programlaması amacıyla kullanılacağına farklı değerlendirilmeleri gerektiği sonuçlarına ulaşmışlardır.

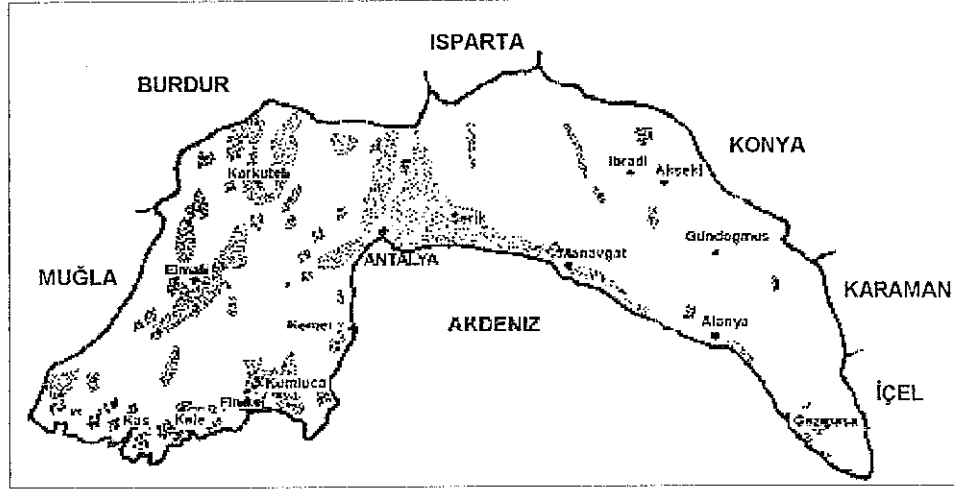
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Araştırma, Antalya il merkezindeki Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında yürütülmüştür. Araştırma alanı $30^{\circ} 38' 30''$ - $30^{\circ}39' 45''$ Doğu boylamları ve $36^{\circ} 53' 15''$ - $36^{\circ} 54' 15''$ Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Araştırma alanının denizden yüksekliği 54 m'dir (Anonim 1998).

Antalya İli, batıda Muğla, doğuda İçel ve Karaman, kuzeyde Burdur, Isparta ve Konya, güneyde ise Akdeniz ile çevrilmiştir. Antalya ilinin coğrafik konumu ve tarım alanlarının il içerisindeki dağılımı Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Antalya İlinin Coğrafik Konumu ve Tarım Alanlarının İl İçerisindeki Dağılımı (Anonim 1993).

3.1.2. Toprak özellikleri ve topografya

Araştırma alanı toprakları Gölbaşı serisine girmektedir. Masif travertenler üzerinde gelişmiş bulunan Gölbaşı serisi toprakları fazla profil gelişimi göstermeyen ve genç topraklar olmaları nedeniyle Entisol ordosuna dahil edilmiştir. Çeşitli yan dere ve yüzey akışlarla yarılmış bulunan Gölbaşı serisi toprakları sığ ve çok sığ toprak

profillerine sahiptir. İyi korunabilmiş, erozyona uğramamış alanlarda dahi toprak derinliği 30-40 cm'yi geçmemektedir. AC horizonlu ve çok genç olan bu seri topraklarının bütün profilleri killi-tın tekstüre sahiptir. Hemen hemen düz ve düze yakın topografyalarda yer alırlar (Sarı vd 1993)

Araştırma alanı topraklarında taban suyuna rastlanmamıştır. Araştırma alanı topraklarına ilişkin belirlenen bazı temel fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3 1 ve Çizelge 3 2'de verilmiştir.

Çizelge 3 1. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Özellikleri

Derinlik (cm)	Bünye Analizi				Doyma (%)	T K. (%)	S.N. (%)	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	pH	Tuz İçeriği (ds/m)
	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye						
0-30	29.28	40.00	30.72	CL	45.96	20.86	13.18	1.37	7.57	0.056
30-60	59.28	24.00	16.72	SL	35.80	13.19	6.35	1.46	7.88	0.058

Çizelge 3 2. Araştırma Alanı Topraklarının Kimyasal Özellikleri

Derinlik (cm)	CaCO ₃ (%)	Organik Madde (%)	N (%)	K (meq/100gr)	Ca (meq/100gr)	Mg (meq/100gr)	P (ppm)
0-30	29.45	2.07	0.0028	0.00169	0.1765	0.171	101.32
30-60	70.98	0.71	0.0266	0.000153	0.0335	0.327	63.02

3.1.3. İklim özellikleri

Araştırma alanı yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Antalya'da yıllık ortalama sıcaklık 18 0 °C, en soğuk ay 9 2 °C ile Ocak ve en sıcak ay ise 28 2 °C ile Temmuz ayıdır. Yıllık ortalama oransal nem % 63, ortalama toplam yağış 1063 5mm ve ortalama toplam buharlaşma 1886.3 mm'dir (Anonim 2000)

Antalya'ya ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel veriler Çizelge 3.3'de, deneme süresince (2004 yılı Haziran-Eylül aylarındaki) ölçülen iklimsel veriler ise Ek Çizelge-1'de verilmiştir

3.1.4. Araştırmada kullanılan çim bitkisinin özellikleri

Araştırmada, Antalya bölgesinde yaz döneminde yeşil alan oluşturmada başarıyla kullanılan, hızlı gelişen ve çok yıllık bir sıcak iklim çimi olan Bermuda (*Cynodon dactylon L.*) çimi kullanılmıştır (Arslan ve Çakmakçı 2004) Bermuda çimi, Akdeniz iklim kuşağı içerisinde yaygın olarak yetiştirilmekte ve 30-40 cm'ye kadar boylanabilmektedir. Bermuda çimi ortalama yıllık sıcaklığı 20 °C civarında olan hemen her yerde yetişebilir (Uzun 1999).

Bermuda çimi en iyi gelişimini ortalama sıcaklığın 25 °C üzerinde olduğu alanlarda yapar. İlkbaharda toprak sıcaklığının 10-12 °C'nin üzerine çıkması ile birlikte yeşil sürgünler görülmeye başlar. Soğuğa karşı dayanımı zayıf olan Bermuda çimi, kışın korunma sistemi gereği uyku dönemine girerek sararır. Bu durum, toprak ısı 15 °C'nin altına indiğinde başlayıp ilkbaharda tekrar söz konusu sıcaklığın üzerine çıktığında sona erer. Basılmaya ve çiğnenmeye karşı dayanımı çok yüksek olan Bermuda çiminin kendini yenileme yeteneği yüksek, gölgeye dayanımı zayıftır (Açıkgöz 1994).

Bermuda çimi hemen hemen her toprakta yetişebilir. Drenajı iyi, bol gübreli, orta bünyeli topraklarda hızlı gelişir. Diğer taraftan ağır bünyeli topraklar ile kumlu kıyı kesiminde, alkali topraklarda ve pH'sı 5.5 olan fazla asit topraklarda da yetişebilir (Uzun 1999).

Uygun koşullarda çok sık, üniform ve yüksek kaliteli bir yeşil örtü oluşturan Bermuda çimi, ılıman iklimlerde hızla yeniden büyüme özelliği nedeni ile parklar, spor alanları, atletizm pistleri, mezarlıklar, bina çevreleri, yol şevleri, golf ve polo alanlarında başarıyla kullanılmaktadır (Avcioğlu 1997).

Çizelge 3.3. Araştırma Alanına İlişkin Uzun Yıllık Ortalama İklimsel Veriler*

Meteorolojik Elemanlar	Aylar												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (°C)	9.2	9.6	11.7	15.6	20.1	25.1	28.2	27.8	24.3	19.4	14.0	10.8	18.0
Maksimum Sıcaklık (°C)	21.6	22.8	28.2	31.8	37.6	41.0	45.0	43.3	41.2	37.7	33.0	23.4	45.0
Minimum Sıcaklık (°C)	-2.0	-3.0	-1.6	1.4	6.7	11.1	14.8	16.5	10.6	5.9	0.8	-1.9	-3.0
Yağış (mm)	195.5	138.8	117.1	52.8	29.9	9.2	2.9	6.3	12.9	77.4	179.4	241.3	1063.5
Buharlaşma (mm)	73.5	79.2	106.3	130.8	177.5	250.3	287.1	264.8	210.3	149.4	89.5	67.6	1886.3
Oransal Nem (%)	66.0	64.0	67.0	69.0	66.0	58.0	56.0	60.0	60.0	60.0	65.0	68.0	63.0
Rüzgar Hızı (m/sn)	3.2	3.5	3.1	2.7	2.4	2.8	2.7	2.5	2.5	2.5	2.8	2.9	2.8
Ortalama Basınç (hPa)	1011.1	1009.8	1007.9	1006.4	1005.5	1002.9	999.9	1000.8	1004.5	1008.3	1010.2	1010.9	1006.5
Güneşlenme Süresi (Saat:Dakika)	05:27	06:06	06:52	08:01	09:47	11:40	11:58	11:28	09:59	08:06	06:05	04:58	08:22
Güneşlenme Şiddeti (cal/cm ² /dak)	220.5	295.7	399.3	489.7	568.6	632.9	614.5	557.5	483.0	350.6	240.8	185.3	419.9

*Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından alınmıştır.

3.1.5. Sulama suyunun sağlanması

Sulama suyu, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında bulunan pompaj sisteminden alınmıştır. Sulama suyunun sulamaya uygunluk yönünden bazı kalite özellikleri Çizelge 3 4’de verilmiştir

Çizelge 3 4 Araştırma Alanında Kullanılan Sulama Suyu Kalitesine İlişkin Analiz Sonuçları

EC (dS/m)	pH	Katyonlar				Anyonlar				SAR	Kalite Sınıfı
		Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄		
0.443	7.35	0.87	0.05	2.85	2.07	-	4.91	0.52	0.41	0.55	C ₂ S ₁

Deneme alanında oluşturulan tavalara su bir PVC boru sistemiyle iletilmiştir. PVC ana borudan tavalara suyun iletilmesinde yumuşak PE borularından yararlanılmıştır.

3.1.6. Araştırmada kullanılan ölçüm aletleri

3.1.6.1. Meteorolojik aletler

Deneme süresince maksimum ve minimum sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı, yağış ve buharlaşma değerleri deneme alanı yakınında oluşturulan meteoroloji istasyonunda ölçülmüştür. Atmosferik basınç ve güneşlenme süresi değerleri ise Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından alınmıştır.

Araştırma alanında günlük yağış miktarlarının ölçülmesinde yayvan tabanlı bir plüviyometreden ve günlük ortalama rüzgar hızının ölçülmesinde ise 2 m yüksekliğe yerleştirilmiş bir anemometreden yararlanılmıştır.

Günlük sıcaklık değerlerinin ölçülmesinde bir termograf, günlük nem miktarlarının ölçülmesinde ise bir higrograf aleti kullanılmıştır. Söz konusu iki alet, deneme alanı kenarında bulunan bir alet siperi içerisine yerleştirilmiştir.

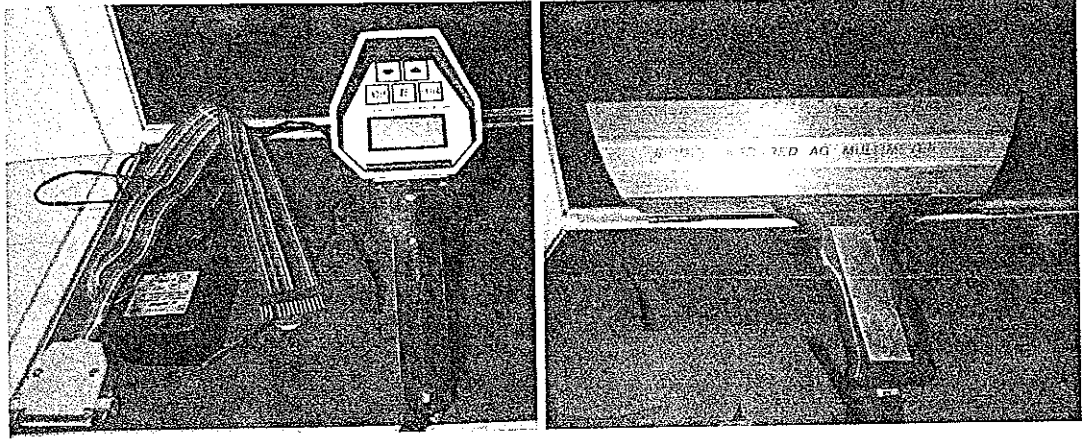
Günlük buharlaşma değerlerinin ölçümünde A Sınıfı Buharlaşma Kabından yararlanılmıştır. Anılan kap, 121 cm çapında, 254 cm yüksekliğinde olup 2 mm kalınlığındaki galvanizli saçtan yapılmış, gümüş grisi renge boyalı, üstü açık bir silindirden oluşmaktadır (Doorenbos ve Pruitt 1977).

Ayrıca, infrared termometre aleti ile ölçüm alınırken, anlık rüzgar hızını ölçmek için bir el anemometresi (Deuta Inc , Anemo Windmeter) kullanılmıştır. Havanın buhar basıncı açığını belirlemek amacıyla ıslak ve kuru termometre sıcaklıklarının ölçülmesinde ise bir sapan psikrometresinden (Lambrecht Inc.) yararlanılmıştır.

3.1.6.2. İnfrared termometre aleti

Araştırmada kullanılan infrared termometre aleti (Everest Interscience, Inc Model 501B Infrared AG Multimeter); bitki yüzeyi sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), kuru termometre sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), bitki yüzeyi-hava sıcaklığı farkı ($^{\circ}\text{C}$), oransal nem (%), buhar basıncı açığı (kPa) ve solar radyasyon (Watt/m^2) gibi parametreleri ölçebilen gelişmiş bir alettir. Aletin genel görünümü Şekil 3.2'de verilmiştir.

Aletin görüş açısı (FOV) 15° olup istenildiğinde 4° 'ye ayarlanabilmektedir. Alet sıcaklık değişimlerine bir saniyeden daha az bir sürede tepki göstermektedir. Alet 8-14 μ dalga boylarındaki radyasyona duyarlıdır ve emissivite değeri 0.98'dir. Alet gerçek zaman durumunda çalıştırılarak el ile kayıt yapılabilirdiği gibi veri kaydetme durumunda çalıştırılarak tarlada ölçülen değerleri belleğine kaydedebilmektedir. Ayrıca, aletin hafızasına baz çizgisi arakesit ve eğim değerleri girilerek ölçüm anındaki CWSI değeri de elde edilebilmektedir.



Şekil 3.2. İnfrared Termometre Aletinin Genel Görünümü

3.1.6.3. Nötronmetre aleti

Araştırmada, toprak nem içeriğinin saptanması amacıyla bir nötronmetre aletinden yararlanılmıştır (Troxler Model 4300 Depth Moisture Gauge). Alet, toprak nem içeriğini değişik birimlerde (% hacim, sayım oranı C_r , inç/foot, km/m^3 , gr/cm^3 , m^3/m^3 , mm/m ve cm/m) ölçebilme, sayım süresini ayarlayabilme (15-999 sn aralıkta) ve uzaktan kontrol edilebilme özelliklerine sahiptir.

Alette nötron kaynağı olarak yarılanma süresi 432 yıl olan Amerikyum-241 : Berilyum ve yavaşlayan nötronların sayımı için Helyum-3 algılayıcı bulunmaktadır. Araştırmada kullanılan nötronmetre akses tüpleri 1.5 m uzunluğunda alt uçları kapalı alüminyum malzemedendir yapılmıştır.

3.1.6.4. Tansiyometre aleti

Araştırmada bitki kök bölgesindeki toprak suyu tansiyonu, her konuda 10 cm derinliğe yerleştirilen tansiyometre aletleri (Soil Moisture marka, standart tip) yardımıyla ölçülmüştür.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analizi

Araştırma alanı topraklarının bazı temel fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Bozulmuş toprak örnekleri Kacar (1995) tarafından verilen sistematik örnek alma esasına göre 0-30 ve 30-60 cm derinliklerdeki katmanlardan toprak burgusu yardımıyla alınmıştır.

Bozulmamış toprak örnekleri, arazinin farklı noktalarında açılan profil çukurlarından Richards (1954)'de verilen esaslara göre, 100 cm³'lük bozulmamış örnek alma silindirleri kullanılarak alınmıştır. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde ise aşağıda verilen yöntemlerden yararlanılmıştır.

Toprak Bünyesi : Bouyoucus (1951) tarafından esasları belirtilen Hidrometre Yöntemi ile belirlenmiştir.

Hacim Ağırlığı : Bozulmamış toprak örneklerinde Richards (1954)'de verilen esaslara göre belirlenmiştir.

Tarla Kapasitesi ve Solma Noktası : Basınçlı plaka aleti kullanılarak, bozulmuş toprak örneklerinin sırasıyla 1/3 ve 15 atmosfer basınçta tuttıkları nem miktarlarının saptanmasıyla bulunmuştur (Tüzüner 1990).

Doyma Yüzdesi : Richards (1954)'de verilen esaslara göre belirlenmiştir.

Toprak Katmanları İçin pF Eğrilerinin Çıkarılması : Bozulmuş toprak örneklerinin, 0 - 15 bar arasındaki değişik basınç değerlerinin cmSS cinsinden karşılıklarının logaritmaları ile anılan basınçlarda toprağın tutabildiği nem içerikleri karşılıklı noktalanarak her katman için pF eğrileri elde edilmiştir (Özbek 1990).

pH : Analize hazır hale getirilmiş topraklarda 1/2 5 oranında toprak su karışımında cam elektrotlu pH ölçer kullanılarak belirlenmiştir (Kacar 1995)

Tuz İçeriği : Saturasyon çamurunda Standart Weatstone Köprüsü Yöntemi ile belirlenmiştir (Richards 1954)

Kireç : Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiş, sonuçlar % CaCO₃ olarak ifade edilmiştir (Anonim 1988)

Organik Madde : Uyarlanmış Walkley-Black yöntemine göre tayin edilmiş ve sonuçlar % Organik Madde olarak hesaplanmıştır (Anonim 1988)

Toplam Azot : Toprak örneklerinde toplam azot belirlemesi için Kjeldahl yakma balonlarında toprak örnekleri yakılmış ve elde edilen toprak çözeltisinin tamamı makro Kjeldahl destilasyon cihazında destilasyona tabi tutulmuştur (Kacar 1995).

Kullanılabilir Potasyum : Richards (1954)'de açıklanan amonyum ekstraksiyon yöntemi ile belirlenmiştir

Kullanılabilir Fosfor : Olsen ve Sommers (1982) tarafından belirtilen esaslara göre hesaplanmıştır

Sodyum, Kalsiyum ve Magnezyumun Belirlenmesi : Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrik Yöntemle belirlenmiştir (Kacar 1995)

3.2.2. Toprağın infiltrasyon hızının belirlenmesi

Araştırma alanı topraklarının infiltrasyon hızı Bertrand (1965) ve Gungör vd (1996) tarafından belirtilen esaslara göre Çift Silindir İnfiltrometre Yöntemi ile belirlenmiştir

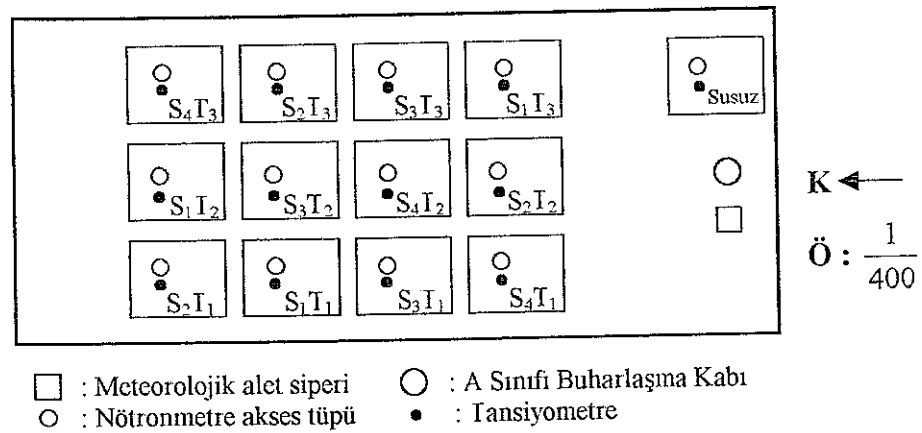
3.2.3. Sulama suyu analiz yöntemi ve sınıflandırılması

Sulamada kullanılan suyun, sulamaya uygunluk yönünden sınıfını belirlemek için A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarı (U.S.S.L.) tarafından geliştirilen analiz yöntemleri ve sınıflandırma abakları kullanılmıştır (Richards 1954)

3.2.4. Deneme yöntemi ve araştırma konuları

Araştırmanın yürütüldüğü arazide deneme parselleri tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiş ve dört farklı sulama konusu üç tekerrürlü olarak denenmiştir. Deneme parselleri 4x5 m boyutunda olup 20 cm yüksekliğinde üzeri çimlendirilmiş toprak seddelerle çevrilmiştir. Ayrıca bloklar ve parseller arasında 1 m genişliğinde tampon alanlar bırakılmıştır. Deneme alanının planı Şekil 3.3'de verilmiştir.

Araştırmada, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın S₁ konusunda %100'ü, S₂ konusunda % 75'i, S₃ konusunda % 50'si, ve S₄ konusunda % 25'i uygulanarak 4 farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Ayrıca, deneme alanı içerisinde, bitki su stresi indeksini belirlemek için üst sınır çizgisini saptamak amacıyla deneme süresince hiç sulanmayan bir parsel (susuz parsel) de oluşturulmuştur

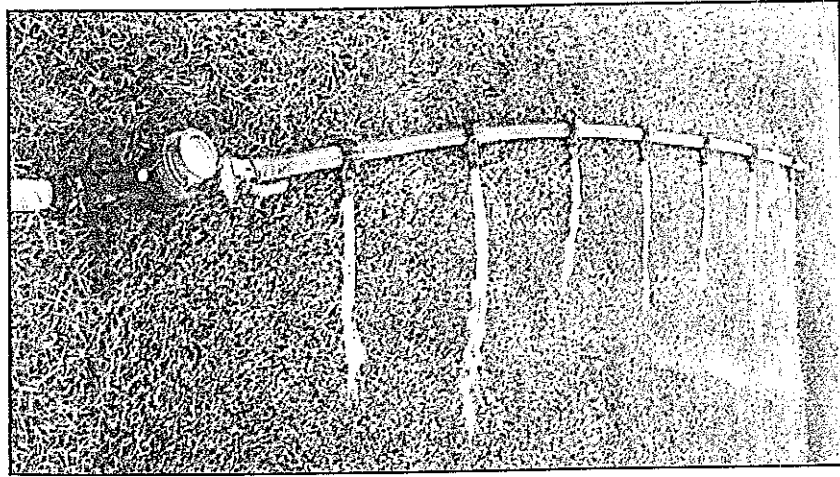


Şekil 3.3. Araştırma Alanının Planı

3.2.5. Sulama yöntemi

Çalışmada deneme parselleri göllendirmeli tava yöntemiyle sulanmıştır. Tavalara PE borularla iletilen sulama suyu bir su sayacından geçirilerek parsellere üzerinde kesit alanları eşit orifisler bulunan bir PVC boru yardımı ile kontrollü bir şekilde uygulanmıştır. Anılan boru \varnothing 40 mm çapında 3.5 m uzunluğunda olup, üzerinde çapları 1.5 cm olan daire kesitli 0.5 m aralıklı 7 adet orifise sahiptir.

Anılan PVC boru tavanın uzun kenarı boyunca eşit aralıklarla ve her aralığa eşit miktarda su gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Özellikle az su alan konularda PVC borunun su giriş kısmındaki vanadan yararlanılarak su daha düşük debiyle ve daha kısa aralıklarla tava içerisinde hareket edilerek uygulanmıştır. Böylece, suyun parsel içinde eş miktarda dağılımına özen gösterilmiştir. Deneme parsellerine sulama suyunun uygulanması Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Deneme Parsellerine Sulama Suyunun Uygulanması

3.2.6. Sulama zamanının ve sulama suyu miktarının belirlenmesi

Sulamalar deneme süresince iki gün ara ile uygulanmıştır. Sulamalarda A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerleri esas alınmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından mm olarak ölçülen iki günlük buharlaşma değerlerinin toplamı sulama konuları için belirlenen oranlarla çarpılarak konular için gerekli sulama suyu miktarı

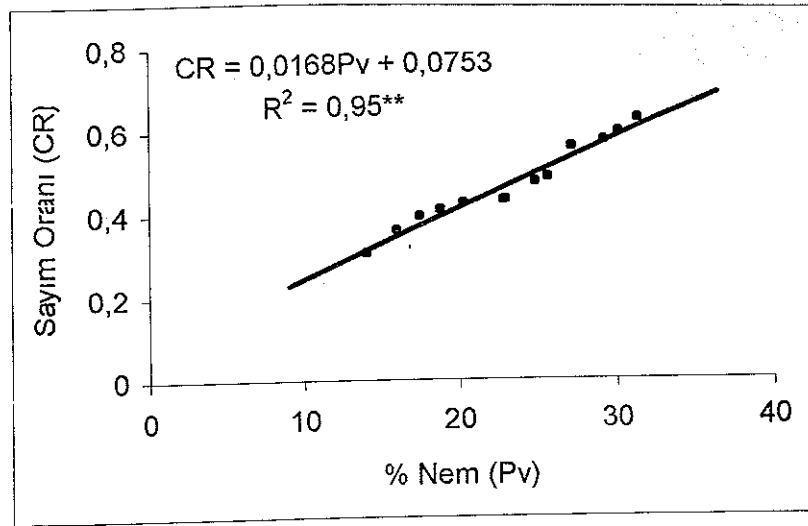
mm olarak hesaplanmış ve parsel boyutları ile çarpılarak m³'e dönüştürülüp, ölçülü bir biçimde uygulanmıştır

3.2.7. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi

Deneme süresince 30 cm derinliğindeki toprak profilinin nem içeriği, tüm parsellerin ortasına yerleştirilen nötronmetre akses tüplerinin 15 cm derinliğinde nötronmetre okumaları yapılarak bir nötron prob aleti ile izlenmiştir. Ayrıca ortalama olarak her 15 günde bir kez aynı derinliklerden gravimetrik örnekleme yapılarak nötronmetre okumaları denetlenmiştir.

Deneme öncesinde, deneme alanı toprakları için nötronmetre aletinin kalibrasyonu yapılmıştır. Bu amaçla, üç farklı parselde nötronmetre akses tüpleri yerleştirilmiş ve parseller sulanarak toprak profili suya doygun hale getirildikten sonra parsellerdeki toprak nemi solma noktasına ulaşmaya kadar, 1-2 gün aralıklarla 15cm derinlikte nötronmetre okumaları yapılmış, aynı anda söz konusu derinliklerden toprak nem örnekleri alınmıştır. Aletin doğru çalışıp çalışmadığı aletin el kitabında belirtilen İstatistiksel Stabilite Testi yapılarak denetlenmiş ve her okuma gününde nötron okumalarından önce alette standart sayım yapılmıştır. Toprak nem örneklerinin laboratuvarında belirlenen nem içerikleri, aletten elde edilen sayım oranı ($Cr = \text{Gerçek Sayım/Standart Sayım}$) değerlerine karşı grafiklenerek 0-30 cm derinliğindeki toprak profili için kalibrasyon eğrisi ve denklemi elde edilmiştir (Şekil 3.5). Nötron okumaları için her sulama konusuna ilişkin elde edilen sayım değerlerinin ortalaması alınmıştır (Snyder 1989, Chanasyk ve Naeth 1996, Nakayama ve Reginato 1982, Zapata 2003)

Ayrıca, deneme alanında bitki kök bölgesindeki nem değişiminin izlenebilmesi için, deneme öncesinde, her bir parselin orta kısmına yaklaşık 10 cm derinliğe tansiyometre aleti yerleştirilmiştir.



Şekil 3.5. 0-30 cm Derinliğindeki Toprak Profili İçin Nötronmetre Kalibrasyon Eğrisi ve Denklemi

3.2.8. Kültürel işlemler

Deneme süresince çim alanda gerekli bakım, gübreleme ve bitki koruma işlemleri uygun bir şekilde yürütülmüştür. Deneme süresince, deneme parsellerine ayda bir defa m²'ye 5 gr saf azot gelecek şekilde gübre uygulanmıştır (Oral ve Açıkgöz 1999). Deneme alanında uygulanan gübreleme programı Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Bermuda çimi için, biçim sonrasında dip kısımların sarı renkli bir görünüme sahip olduğu ancak çok kısa sürede açık yeşil renge dönüştüğü ve özellikle yaz aylarında ayda iki kez biçim yapılmasının yeterli olabileceği bildirilmiştir (Gül ve Avcioğlu 1999).

Çizelge 3.5. Deneme Alanında Uygulanan Gübreleme Programı

Gübreleme Tarihi	Kullanılan Gübre Çeşidi	Uygulanan Saf Azot Dozu (gr/m ²)
27.05.2004	Kompoze Gübre (15-15-15 NPK)	5
29.06.2004	Amonyum Sülfat	5
31.07.2004	Amonyum Nitrat	5
30.08.2004	Amonyum Nitrat	5

Deneme alanında çimler, boyları yaklaşık 10-12 cm'ye ulaşınca, düzenli olarak çim biçme makinası ile 4 cm yükseklikten biçilmiştir (Uzun 1999) Biçim işlemi, parsel içerisinde ve çevresinde çim biçme makinasıyla, seddelerde ise çim biçme makasıyla yapılmıştır. Tüm parseller aynı tarihlerde biçilmiş ve biçim tarihleri Çizelge 3.3'de verilmiştir. Anılan çizelgeden de görüleceği üzere deneme süresi boyunca toplam 10 kez biçim yapılmıştır. İklim ve bitki gelişim dönemine bağlı olarak biçim aralığı 9 ile 16 gün arasında değişmiştir.

Deneme alanında yabancı ot kontrolü ise, yabancı ot gelişiminin fazla olmaması nedeniyle el ile yapılmıştır.

Çizelge 3.6. Deneme Parsellerinde Biçim Tarihleri

Biçim No	Biçim Tarihleri	Yılın Günü
1	27 05 2004	149
2	11 06 2004	163
3	25 06 2004	177
4	07 07 2004	189
5	16 07 2004	198
6	29 07 2004	211
7	12 08 2004	225
8	25 08 2004	238
9	07 09 2004	251
10	23 09 2004	267

3.2.9. Bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi

Çim bitkisinde bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi için bitkinin gelişme periyodu içerisinde 02 Haziran – 30 Eylül 2004 tarihleri arasında her gün infrared termometre ile bitki yüzey sıcaklığı ölçülmüştür. Ölçümler, güneşin yeryüzüne dik geldiği 11⁰⁰, 12⁰⁰, 13⁰⁰ ve 14⁰⁰ saatlerinde alınmıştır. Her ölçüm saatinde her parselin doğu, batı, kuzey ve güney yönlerinden olmak üzere dört tekerrürlü olarak ölçüm yapılmıştır. Sulama konularına ilişkin günlük ortalama CWSI değerleri ise her

bir konuya ilişkin 3 farklı parselde ölçülen toplam 48 değerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır

Her ölçüm öncesinde el anemometresi ile anlık rüzgar hızı, sapan psikrometresi ile de ıslak ve kuru termometre sıcaklıkları belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlerden buhar basıncı açığı (VPD) standart psikrometrik formülle elde edilmiştir (Orta vd 2003, Kanber 2002)

Bitki su stres indeksinin hesaplanmasında deneysel yaklaşım olarak da bilinen Idso Yöntemi (Idso vd 1981) kullanılmıştır. Bunun için önce stresli ve stressiz koşullarda bitki yüzeyi-hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) ve buhar basıncı açığı (VPD) ilişkisini gösteren temel grafik elde edilmiştir. Anılan grafikte alt sınır çizgisinin belirlenmesi amacıyla, mevsim ortasındaki 06.07.2004, 14.07.2004, 22.07.2004 ve 07.08.2004 tarihlerinde S_1 konusundan, saat 9⁰⁰'dan başlanarak yarım saat ara ile saat 16⁰⁰'a kadar ölçümler alınmış ve bu ölçümlerden elde edilen değerler kullanılmıştır. Anılan ölçümler sulamadan sonraki günde alınmıştır.

Üst sınır çizgisinin belirlenmesi amacıyla ise bitkinin hiç transpirasyon yapmadığı ve çim alanda açık toprak yüzeyinin olmadığı dönem içerisinde 20.06.2004 ile 20.07.2004 tarihleri arasında bir ay süreyle susuz parselden her gün saat 11⁰⁰, 12⁰⁰, 13⁰⁰ ve 14⁰⁰'de yapılan ölçümlerden elde edilen değerlerin ortalamaları kullanılmıştır. İnfrared termometrenin görüş alanı içerisine açık toprak yüzeyinin girmesi istenilmediğinden dolayı anılan tarihten sonraki ölçümler dikkate alınmamıştır.

İnfrared termometre ile ölçümlerde aletin 15°'lik görüş açısı (FOV) kullanılmıştır. Okumalar sırasında alet yerden 1 m yükseklikte ve yatayla 30°-45°'lik bir açı yapacak şekilde tutulmuştur. Böylece aletin görüş alanı, eni ~0.260-0.487 m, boyu ~0.464-1.107 m olan ~0.095-0.423 m² arasında değişen bir elipsten oluşmuştur (O'Toole ve Real 1984).

3.2.10. Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Deneme konuları için çim bitkisi su tüketiminin hesaplanmasında aşağıda verilen (Eşitlik 3.1) su bütçesi eşitliğinden yararlanılmıştır (Kırda vd 1996, Kanber 2002)

$$ET = I + P - D_p \pm \Delta S \quad (3.1)$$

Eşitlikte; ET : Bitki su tüketimini (mm), I : Sulama suyunu (mm), P : Yağışı (mm), D_p : Derine süzülme kayıplarını (mm) ve ΔS : Toprak profilindeki nem değişimini (mm) göstermektedir.

Tarla koşullarında derine süzülme kayıpları ihmal edilmiş, toprak profilindeki nem değişimi ise deneme başlangıcında ve sonunda belirlenen toprak nem içerikleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.

3.2.11. Çim kalitesinin belirlenmesi

Araştırmada, çim kalite kriteri olarak renk durumu ve görsel yoğunluk dikkate alınmıştır. Deneme süresince çim renginin değerlendirilebilmesi için Munsell Renk Skalası'ndan yararlanılmıştır. Munsell Renk Skalası'nın renk değerlendirme sistemi renklerin bilimsel bir kavram olarak tanımlanması ve analizi için renk, renk tonu ve sayısal değer olarak belirlenmesi esasına dayanmaktadır (Wilde ve Voigt 1977)

Deneme süresince tüm parsellerde ortalama 10 gün aralıklarla çim rengi anılan renk skalasındaki renkler ile karşılaştırılarak skaladaki sayfa ve renk numaraları saptanmıştır. Renk değerlendirmesinde kullanılan Munsell Renk Skalası renk isimleri, skaladaki sayfa ve renk numaraları ile denemedeki derecelendirme numaraları Çizelge 3.7'de gösterilmiştir.

Denemedeki derecelendirme numaralarında 9 ile gösterilen renk koyu yeşil rengi, 1 ile gösterilen renk ise uyku dönemindeki veya tamamen ölmüş bitkinin renk

durumunu ifade etmektedir. Aradaki değerlerde ise büyükten küçüğe doğru gidildikçe renk kalitesi koyu yeşilden açık yeşil, sarıya dönüşmektedir. Genel olarak çim bitkisi için kabul edilebilir en küçük derecelendirme numarası değerinin 60 olduğu söylenebilir (Kopp ve Guillard 2002, Karcher ve Richardson 2003)

Arazide derecelendirme numarası belirlenirken, sadece renk değeri değil aynı zamanda parselin genel görünüşü ve parsel içindeki çim yoğunluğu (parseldeki açılmalar) da görsel olarak dikkate alınmıştır (Throssell vd. 1987).

Deneme sonunda, çim rengine ilişkin elde edilen derecelendirme numarası bulgularının istatistiksel açıdan değerlendirilmesinde Parametrik Olmayan Friedman Testi kullanılmıştır (İkiz vd 1996)

Çizelge 3 7 Çim Renginin Değerlendirilmesinde Kullanılan Munsell Renk Skalası Renk İsimleri, Sayfa ve Renk Numaraları ile Denemedeki Derecelendirme Numaraları

Munsell Renk Skalası Renk İsmi	Skaladaki Sayfa Numarası	Renk Numarası (Değer/Renk)	Denemedeki Derecelendirme Numarası	Açıklama
Sarı Yeşil	5GY	3/4	9	↓ Koyu Yeşil
Sarı Yeşil	5GY	4/4	8	
Sarı Yeşil	5GY	4/6,8	7	
Sarı Yeşil	5GY	5/4,6,8,10	6	
Sarı Yeşil	5GY	6/4,6,8,10	5	
Sarı Yeşil	5GY	7/4,6,8,10	4	
Sarı Yeşil	2 5GY	7/4,6,8	3	
Sarı Yeşil	2 5GY	8/4,6,8	2	
Sarı	2 5Y - 5Y	Tüm Renkler	1	Sarı

3.2.12. CWSI değerleri ile çim kalitesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Araştırma konularına ait mevsimlik ortalama CWSI ile çim kalitesi değerleri arasında eğrisel bir ilişki elde edilmiş ve bu ilişkiye van Genuchten vd (1991) tarafından

verilen toprak-su karakteristik eğrisinin denklemi uyarlanmıştır. Elde edilen yeni denklem MS Excel çözücü fonksiyonu kullanılarak optimize edilmiştir (Walsh ve Diamond 1995). CWSI değerleri ile çim kalitesi arasındaki ilişkiyi gösteren denklem aşağıda verilmiştir (Eşitlik 3.2)

$$Q_{ort} = Q_{min} + [(Q_{max} - Q_{min}) \times [1 + (\alpha CWSI_{ort})^n]^m] \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

Q_{ort} : Mevsimlik ortalama çim kalitesi değeri,

Q_{max} : Mevsim içerisinde belirlenen en yüksek çim kalitesi değeri,

Q_{min} : Mevsim içerisinde belirlenen en düşük çim kalitesi değeri,

$CWSI_{ort}$: Mevsimlik ortalama CWSI değeri,

α , n ve m : Denkleme bağlı katsayılarıdır

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanı Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri

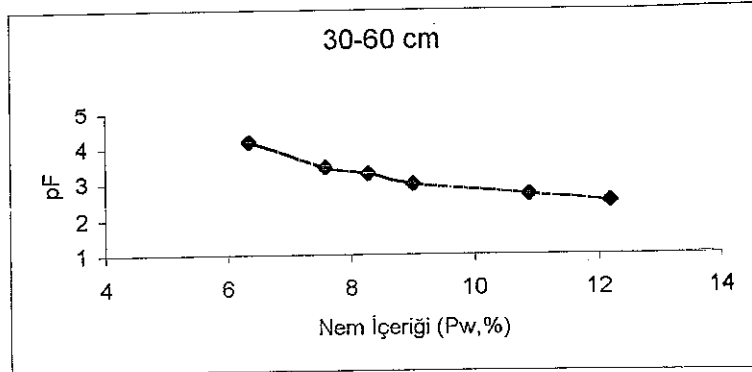
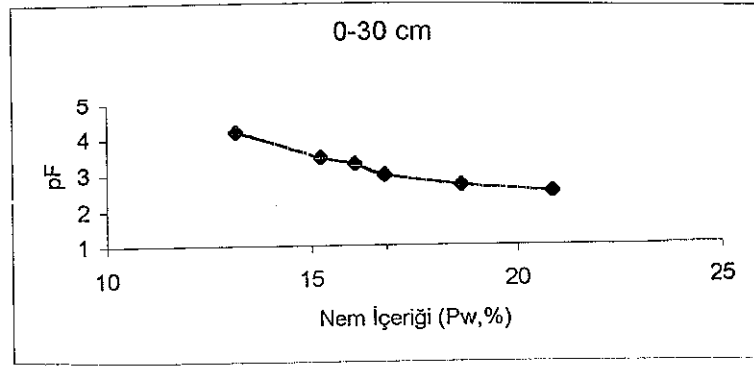
Çizelge 3 1 'de verilen araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri incelendiğinde, toprak katmanlarının 0-30 cm'sinin killi-tın ve 30-60 cm'sinin kumlu tın bünyeye sahip olduğu görülür. Toprak katmanlarında tarla kapasitesi %13 19-20 86, solma noktası %6 35-13 18 arasında değişmektedir. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri Israelsen ve Hansen (1962)'de killi-tın ve kumlu-tın bünyeye sahip topraklar için verilen değişim sınırları içerisinde.

Toprak katmanlarının hacim ağırlıkları 1 37-1 46 gr/cm³ arasında olup Israelsen ve Hansen (1962)'de anılan toprak bünyeleri için verilen değişim sınırları içerisinde.

Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri incelendiğinde (Çizelge 3 2) ise pH hafif alkali özellik göstermekle birlikte pH ve tuzluluk yönünden bir sorun bulunmadığı görülmektedir (Saatçi 1975). Toprakların CaCO₃ içeriği toprak yüzeyinden alt atmanlara doğru inildikçe artmaktadır. Alt toprak katmanlarında kireç miktarının yüksek olması üst toprak katmanlarındaki kirecin yıkandığını göstermektedir (Özbek 1990).

Çizelge 3 2'den görüldüğü gibi, üst ve alt toprak katmanlarında organik madde içeriği farklıdır. Bu durum, biçim artıklarının toprağa karışması, havalanma ve nem durumunun ayrışma için daha uygun olması nedenleriyle üst toprak katmanında daha yüksek olan organik madde içeriğinin alt katmanlara inildikçe azalmasıyla açıklanabilir (Özbek vd 1993).

Araştırma alanı topraklarının 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerindeki toprak katmanları için belirlenen pF eğrileri Şekil 4 1'de ve toprağın su alma hızının belirlenmesi amacıyla deneme alanında yapılan infiltrasyon testi sonucunda elde edilen veriler ise Şekil 4 2'de grafiklenmiştir.



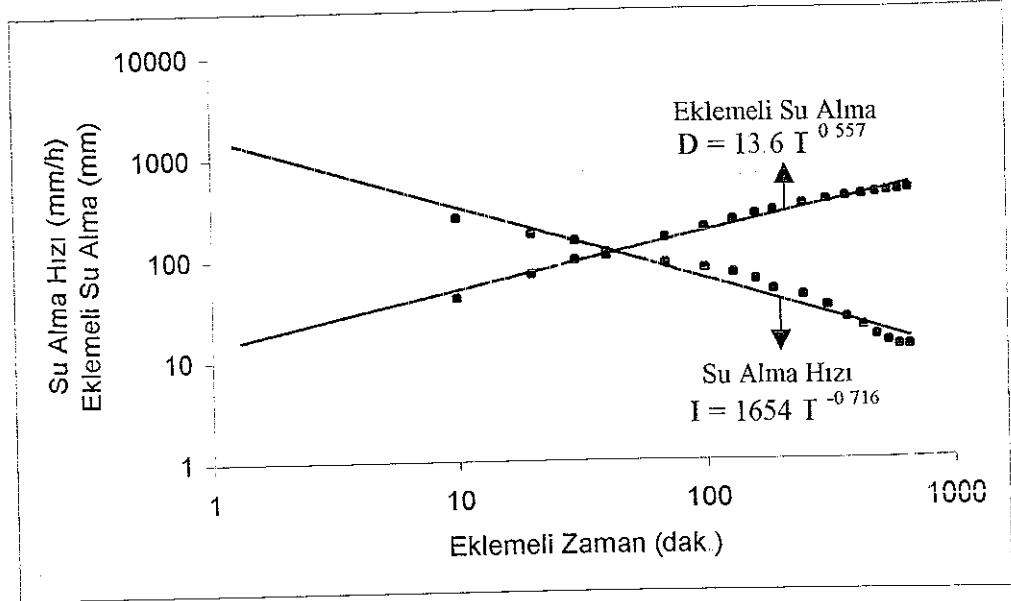
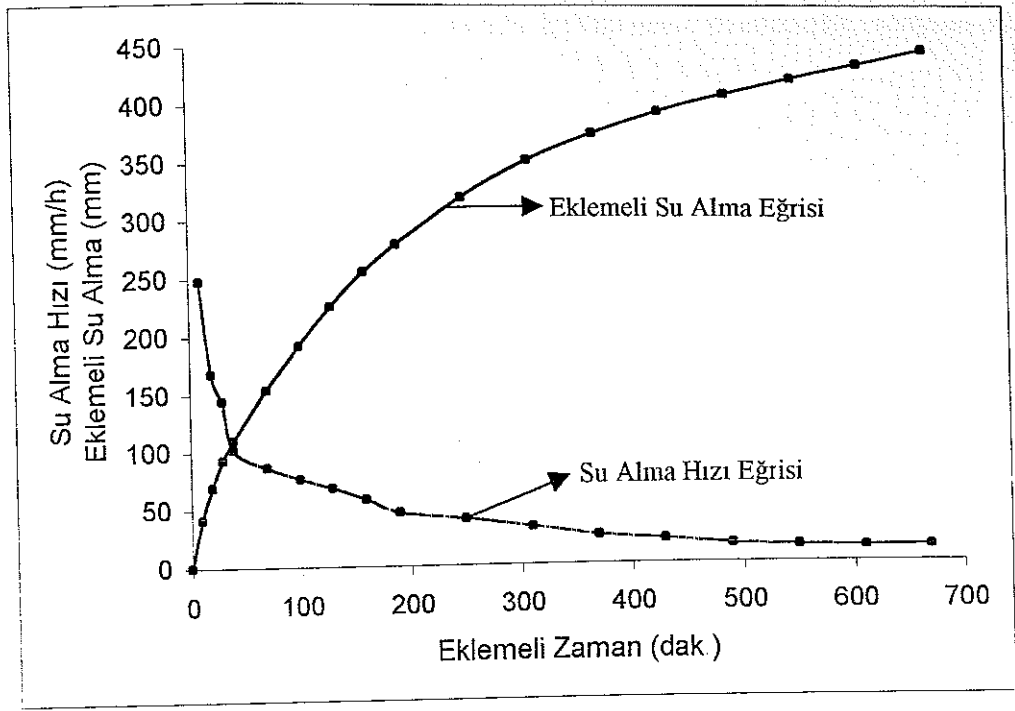
Şekil 4 1. Araştırma Alanı Topraklarının Değişik Katmanları İçin Belirlenen pF Eğrileri

Şekil 4 2'den yararlanılarak toprağın gerçek su alma hızı 15 0 mm/h olarak saptanmış olup bu değer killi-tın bünyeli topraklar için verilen değişim sınırları arasında bulunmaktadır (Israelsen ve Hansen 1962). Elde edilen su alma hızı denklemleri ise Eşitlik 4 1 ve 4 2'de verilmiştir.

$$I = 1654 T^{-0.716} \quad (4 1)$$

$$D = 13.6 T^{0.557} \quad (4 2)$$

Denklemlerde I :su alma hızı (mm/h), D : eklemeli su almayı (mm) ve T ise eklemeli zamanı (dak) göstermektedir



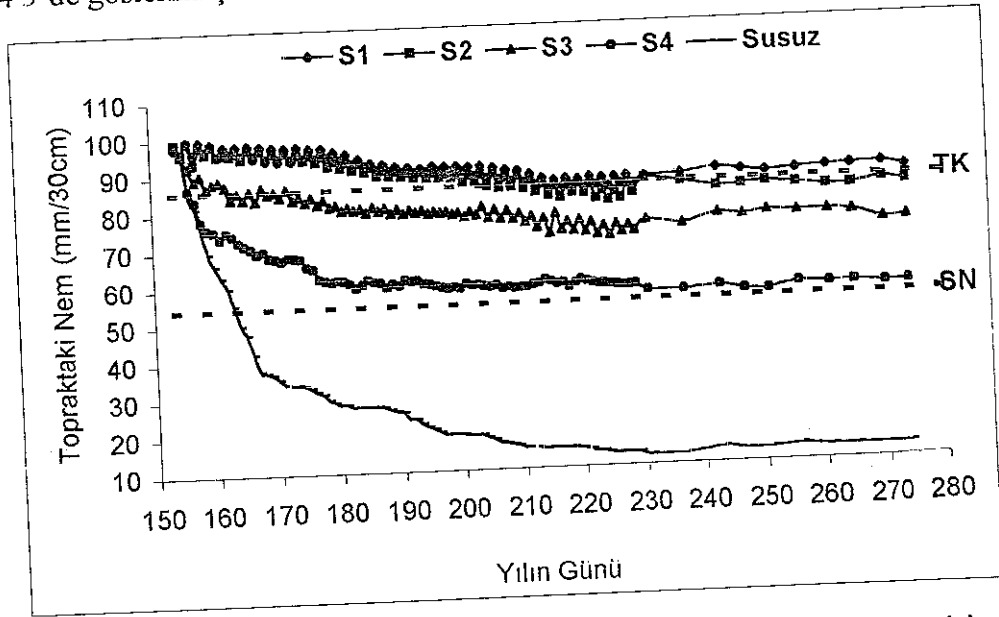
Şekil 4 2 Araştırma Alanı Topraklarının Su Alma Eğrileri

Çizelge 3.4'ün incelenmesinden görüleceği üzere, araştırma alanındaki sulama suyu kaynağı olan pompaj tesisi suyunun sulamaya uygunluk yönünden kalitesi C_2S_1 sınıfında olup araştırma alanındaki çim dokusunu oluşturan Bermuda çimi gibi tuza orta

düzeyde dayanıklı olan bitkiler için rahatlıkla kullanılabilir özelliktedir, sodyum zararı ise söz konusu değildir (Kanber vd 1992).

4.2. Mevsim Boyunca Toprak Neminin Değişimi

Araştırma konularında deneme süresince 30 cm'lik toprak profilinde belirlenen nem değerleri Ek Çizelge 2'de verilmiştir. Anılan çizelgedeki değerler grafiklenerek Şekil 4 3'de gösterilmiştir



Şekil 4 3. Araştırma Konularında Mevsim Boyunca Toprak Neminin Değişimi

Deneme başlangıcında (yılın 154 gününde) tüm parsellerdeki toprak profili doymun durumdadır S₁ konusunda toprak nemi yılın 210 gününe kadar tarla kapasitesinin üzerindeki bir doymunlukta, anılan günden sonra ise tarla kapasitesi civarında kalmıştır S₂ konusunda ise toprak nemi yılın 200 gününe kadar tarla kapasitesinin biraz üzerinde, anılan günden sonra ise tarla kapasitesinin bir miktar altında olmak üzere tüm deneme süresince yaklaşık olarak tarla kapasitesinde kalmıştır

S₃ konusunda ise toprak nemi deneme başlangıcından sonuna kadar tarla kapasitesine yakın bir düzeyde devam etmiştir S₄ konusunda deneme başlangıcından itibaren yılın 180 gününe kadar toprak neminde hızlı bir azalma olmuş ve söz konusu günden sonra toprak nemi solma noktası düzeyinde kalmıştır. Deneme süresince hiç

sulanmayan susuz parseldeki toprak neminde S₄ konusuna benzer hızlı bir azalma olmuş ve yılın 170 gününden itibaren toprak nemi tümüyle solma noktasının altında devam etmiştir

Öte yandan, deneme süresince bitki kök bölgesindeki toprak nem tansiyonunu izlemek için 10 cm derinliğe çakılan tansiyometrelerden okunan tansiyon değerlerini gösteren çizelge Ek Çizelge-3'de, anılan çizelgeden yararlanılarak hesaplanan aylık ortalama değerler ise Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1'den de görüleceği gibi deneme süresince S₁, S₂ ve S₃ konularında genel olarak düşük bir toprak nem tansiyonu olduğu söylenebilir. Ancak S₄ konusu ve Susuz parselde ise deneme başlangıcından denemenin sonuna kadar yüksek bir toprak nem tansiyonu görülmektedir. Bu durumun Şekil 4.3'de verilen bulguları destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. Araştırma Konularında Deneme Süresince 10 cm Derinlikteki Tansiyometre Okumalarının Aylık Ortalama Değerleri (cb)

Konular	Aylar				Mevsimlik
	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ortalama
S ₁	9 172	9 387	9 774	9 633	9 491
S ₂	9 931	10 258	10 354	10 166	10 177
S ₃	18 620	19 000	18 903	18 366	18 722
S ₄	53 517	80 000	80 000	80 000	73 379
Susuz	61 793	80 000	80 000	80 000	75 448

Toprak bünyesine bağlı olarak 0-10 cb'lık tansiyometre okumaları doymun toprak koşullarını, 11-40 cb'lık okumalar tarla kapasitesi durumunu, 50-60 cb okumalar genel olarak sulama zamanını ve 70-80 cb okumalar ise kuru toprak durumunu belirtmektedir. Öte yandan 80 cb'lık toprak nem tansiyonu tansiyometre okumalarının üst sınırdır (Kanber 2002). Kırdı ve Tekinel (1981), tansiyometre değerlerine dayanarak sulamaların planlanması durumunda çim bitkisi için sulamanın yapılması gereken toprak nemi tansiyonunun 30 cb olduğunu bildirmişlerdir.

Baştuğ ve Büyüktaş (2003), Antalya koşullarında serin iklim çimleri için bitki kök bölgesindeki nem tansiyonunun 8-11 cb arasında tutulması durumunda en iyi çim kalitesine ulaşılabilceğini bildirmişlerdir.

4.3. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları

Araştırma süresince deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama tarihleri Çizelge 4.2 a, b, c ve d'de verilmiştir.

Anılan çizelgelerin incelenmesinden görüleceği üzere araştırma süresince S₁, S₂, S₃ ve S₄ deneme konularında sırasıyla 1168.20, 877.18, 584.10 ve 292.08 mm toplam sulama suyu uygulanmıştır. Buna göre, S₂, S₃ ve S₄ konularında S₁'e göre uygulanan su miktarları oranı konuları gereği sırasıyla %75, %50 ve %25 oranlarında gerçekleşmiştir. Araştırma süresince günlük ortalama olarak uygulanan sulama suyu miktarları ise S₁, S₂, S₃ ve S₄ konularında sırasıyla 9.73, 7.30, 4.86 ve 2.43 mm olmuştur.

Meyer ve Gibeault (1986), iki yıllık çalışmalarında sıcak iklim çimleri için belirledikleri ET düzeylerinin %100, 80 ve 50'si oranında kısıntı yapılarak A sınıfı buharlaşma kabından olan toplam buharlaşmanın 1397 mm olduğu ilk yıl sırasıyla 1097, 889 ve 676 mm, toplam buharlaşmanın 1413 mm olduğu ikinci yıl ise anılan konularda sırasıyla 864, 696 ve 549 mm toplam sulama suyu uygulamışlardır.

Baştuğ ve Büyüktaş (2003), Antalya koşullarında A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarının sırasıyla %100, 88, 75 ve 50'si düzeyinde sulanan serin iklim çimleri için sırasıyla 895.8, 809.0, 710.7 ve 524.7 mm toplam sulama suyu uygulandığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen toplam buharlaşma miktarının buharlaşma düzeylerinin en yüksek olduğu aylardan elde edildiği göz önünde bulundurulursa, konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarlarının literatürdeki verilere benzer olduğu söylenebilir.

Çizelge 4 2a. Deneme Konularına Haziran Ayında Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm) ve Tarihleri

Tarih	Konular			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
03.06.2004	16.30	12.23	8.15	4.08
05.06.2004	16.30	12.23	8.15	4.08
07.06.2004	14.30	10.73	7.15	3.58
09.06.2004	17.30	12.98	8.65	4.33
11.06.2004	27.30	20.48	13.65	6.83
13.06.2004	24.00	18.00	12.00	6.00
15.06.2004	17.40	13.05	8.70	4.35
17.06.2004	22.8	17.10	11.40	5.70
19.06.2004	15.20	11.40	7.60	3.80
21.06.2004	10.80	8.10	5.40	2.70
23.06.2004	17.00	12.75	8.50	4.25
25.06.2004	14.20	10.65	7.10	3.55
27.06.2004	23.30	17.48	11.65	5.83
29.06.2004	28.00	21.00	14.00	7.00
Toplam	264.20	198.18	132.10	66.08
Günlük Ort *	9.43	7.07	4.71	2.36

* 28 günün ortalamasıdır

Çizelge 4.2b Deneme Konularına Temmuz Ayında Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm) ve Tarihleri

Tarih	Konular			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
01.07.2004	28.00	21.00	14.00	7.00
03.07.2004	19.00	14.25	9.50	4.75
05.07.2004	31.00	23.25	15.50	7.75
07.07.2004	26.00	19.50	13.00	6.50
09.07.2004	19.00	14.25	9.50	4.75
11.07.2004	29.00	21.75	14.50	7.25
13.07.2004	31.00	23.25	15.50	7.75
15.07.2004	22.00	16.50	11.00	5.50
17.07.2004	20.00	15.00	10.00	5.00
19.07.2004	30.00	22.50	15.00	7.50
21.07.2004	27.00	20.25	13.50	6.75
23.07.2004	26.00	19.50	13.00	6.50
25.07.2004	23.00	17.25	11.50	5.75
27.07.2004	16.00	12.00	8.00	4.00
29.07.2004	14.00	10.50	7.00	3.50
31.07.2004	16.00	12.00	8.00	4.00
Toplam	377.00	282.75	188.50	94.25
Günlük Ort *	11.78	8.81	5.89	2.94

*32 günün ortalamasıdır

Çizelge 4 2c. Deneme Konularına Ağustos Ayında Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm) ve Tarihleri.

Tarih	Konular			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
02 08 2004	20.00	15.00	10.00	5.00
04 08 2004	15.00	11.25	7.50	3.75
06 08 2004	11.00	8.25	5.50	2.75
08 08 2004	13.00	9.75	6.50	3.25
10 08 2004	15.00	11.25	7.50	3.75
12 08 2004	26.00	19.50	13.00	6.50
14 08 2004	23.00	17.25	11.50	5.75
16 08 2004	13.00	9.75	6.50	3.25
18 08 2004	15.00	11.25	7.50	3.75
20 08 2004	21.00	15.75	10.50	5.25
22 08 2004	25.00	18.75	12.50	6.25
24 08 2004	26.00	19.50	13.00	6.50
26 08 2004	23.00	18.25	11.50	5.75
28 08 2004	15.00	11.25	7.50	3.75
30 08 2004	16.00	12.00	8.00	4.00
Toplam	277.00	208.75	138.50	69.25
Günlük Ort *	9.23	6.95	4.61	2.30

*30 günün ortalamasıdır.

Çizelge 4 2d Deneme Konularına Eylül Ayında Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm) ve Tarihleri

Tarih	Konular			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
01 09 2004	15 00	11 25	7 50	3 75
03 09 2004	14 00	10 50	7 00	3 50
05 09 2004	21 00	15 75	10 50	5 25
07 09 2004	23 00	17 25	11 50	5 75
09 09 2004	22 00	16 50	11 00	5 50
11 09 2004	22 00	16 50	11 00	5 50
13 09 2004	22 00	16 50	11 00	5 50
15 09 2004	15 00	11 25	7 50	3 75
17 09 2004	12 00	9 00	6 00	3 00
19 09 2004	15 00	11 25	7 50	3 75
21 09 2004	14 00	10 50	7 00	3 50
23 09 2004	13 00	9 75	6 50	3 25
25 09 2004	9 00	6 75	4 50	2 25
27 09 2004	13 00	9 75	6 50	3 25
29 09 2004	20 00	15 00	10 00	5 00
Toplam	250 00	187 50	125 00	62 50
Günlük Ort *	8 33	6 25	4 16	2 08
Mevsimlik Toplam	1168 20	877 18	584 10	292 08
Günlük Ort (Mevsimlik)	9 73	7 30	4 86	2 43
S ₁ 'e Göre Uyg. Su (%)	100	75	50	25

*30 günün ortalamasıdır.

4.4. Araştırma Konularında Çim Su Tüketimi

Deneme süresince araştırma konularında 30 cm profil derinliği için belirlenen çim su tüketimi değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Araştırma Konularında Çim Su Tüketimi Değerleri

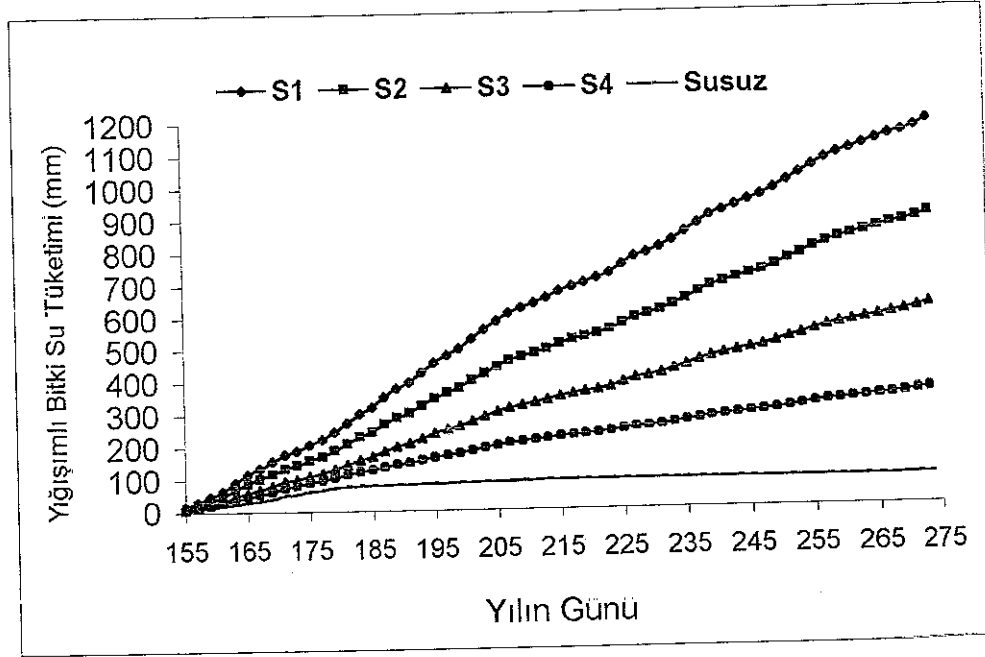
Bitki Su Tüketimi Unsurları	Konular				Susuz Parsel
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
Sulama Suyu (mm)	1168 20	877 18	584 10	292 08	0 00
Yağış (mm)	8 50	8 50	8 50	8 50	8 50
Topraktan Kullanılan Su (mm)	8 88	14 71	21 79	52 64	84 23
Toplam (mm)	1185 58	900 39	614 39	353 22	92 73
S ₁ Konusuna Göre Su Tüketim Oranı (%)	100	75 9	51 8	29 7	7 8

Çizelge 4.3'den görüleceği üzere A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın sırasıyla %100, 75, 50 ve 25'i oranında sulanan S₁, S₂, S₃ ve S₄ konularında deneme süresince meydana gelen su tüketimleri sırasıyla 1185 58, 900 39, 614 39 ve 353 22 mm olmuştur. S₂, S₃, S₄ konularının en fazla su alan S₁ konusuna göre su tüketim oranları ise sırasıyla % 75 9, 51 8 ve 29 7 olarak saptanmıştır. Susuz parselde deneme süresince 92 73 mm su tüketimi gerçekleşmiş ve S₁ konusuna göre su tüketimi oranı ise %7 8 olmuştur. Anılan oranların, konular için belirlenen A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın referans alındığı sulama oranlarına çok yakın olduğu görülmektedir.

Ayrıca, Çizelge 4.3'den görüleceği üzere deneme süresince 8 50 mm yağış meydana gelmiş ve topraktan kullanılan su miktarları ise S₁, S₂, S₃, S₄ konularında ve susuz parselde sırasıyla 8 88, 14 71, 21 79, 52 64 ve 84 23 olarak sulama suyu azaldıkça artış göstermiştir.

Araştırma konularında deneme süresince yığışlımlı su tüketimleri Şekil 4.4'de verilmiştir. Anılan şekil incelendiğinde, sulama konularına ilişkin yığışlımlı su tüketim eğrileri deneme başlangıcından sonuna kadar doğrusal bir artış göstermektedir.

Denemenin yürütüldüğü yaz aylarındaki iklimsel parametrelerde fazla değişim olmaması nedeniyle bu doğrusallığın olağan olduğu söylenebilir. Ayrıca, doğrusal artış gösteren yığışlımlı su tüketim eğrilerinin eğimi, uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak değişmiştir. En yüksek eğimli eğri S₁ konusunu, en düşük eğimli eğri ise S₄ konusunu temsil eden eğri olmuştur.



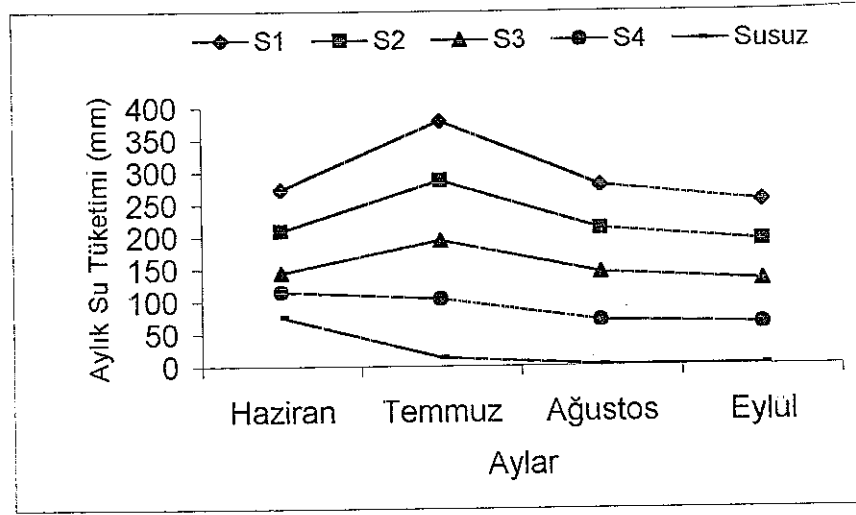
Şekil 4.4 Araştırma Konularında Deneme Süresince Yığışlımlı Su Tüketimleri

Yığışlımlı su tüketim eğrilerinden yararlanılarak belirlenen araştırma konularının aylık su tüketim değerleri Çizelge 4.4'de verilmiş, anılan değerler grafiklenerek Şekil 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.5 incelendiğinde, deneme süresince S₁, S₂ ve S₃ konularında en yüksek su tüketiminin Temmuz ayında, en düşük su tüketiminin ise Eylül ayında gerçekleştiği görülmektedir. Anılan konulardaki su tüketimleri iklimsel parametrelere bağlı olarak Haziran ayından Temmuz ayına kadar artmış Temmuzdan sonra ise Eylül ayına kadar düzenli bir biçimde azalma göstermiştir. S₄ konusunda ve susuz parselde ise deneme başlangıcından itibaren toprak nemindeki eksilmeye bağlı olarak su tüketim değerleri düzenli bir biçimde azalma göstermiştir.

Çizelge 4 4. Araştırma Konularında Çimin Aylık Su Tüketim Değerleri (mm)

Aylar	Konular				Susuz Parsel
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
Haziran	273.27	208.61	144.18	114.8	76.30
Temmuz	379.37	286.67	194.31	104.06	13.28
Ağustos	279.22	212.43	143.95	69.77	0.80
Eylül	253.72	192.68	131.95	64.59	2.35
Aylık Ortalama	296.40	225.10	153.60	88.30	23.18



Şekil 4 5. Araştırma Konularında Çimin Aylık Su Tüketim Değerlerinin Değişimi

Araştırma süresince deneme konularında çimin günlük ortalama su tüketim değerleri Çizelge 4 5’de verilmiştir.

Çizelge 4 5’den görüldüğü gibi A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerlerinin %100, 75, 50 ve 25’i düzeyinde sulanan S₁, S₂, S₃ ve S₄ konularında günlük ortalama olarak bitki su tüketimi değerleri sırasıyla 9.77, 7.42, 5.06 ve 2.92 mm/gün olmak üzere yaklaşık olarak 3-10 mm/gün arasında değişmiştir.

Çizelge 4.5. Araştırma Süresince Deneme Konularında Çimin Günlük Ortalama Su Tüketim Değerleri (mm)

Aylar	Konular				Susuz Parsel
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
Haziran	9.42	7.19	4.97	3.95	2.63
Temmuz	12.23	9.24	6.26	3.35	0.42
Ağustos	9.00	6.85	4.64	2.25	0.02
Eylül	8.45	6.42	4.39	2.15	0.07
Mevsimlik Ortalama	9.77	7.42	5.06	2.92	0.78

Kneebone vd (1992), çimin olağan su kullanımının 2.5-7.5 mm/gün arasında değiştiğini, Carrow vd (1990) ise ET düzeylerine göre yaptıkları sınıflamada sınırlı değerlerini 40 – 90 mm olarak belirtmişlerdir.

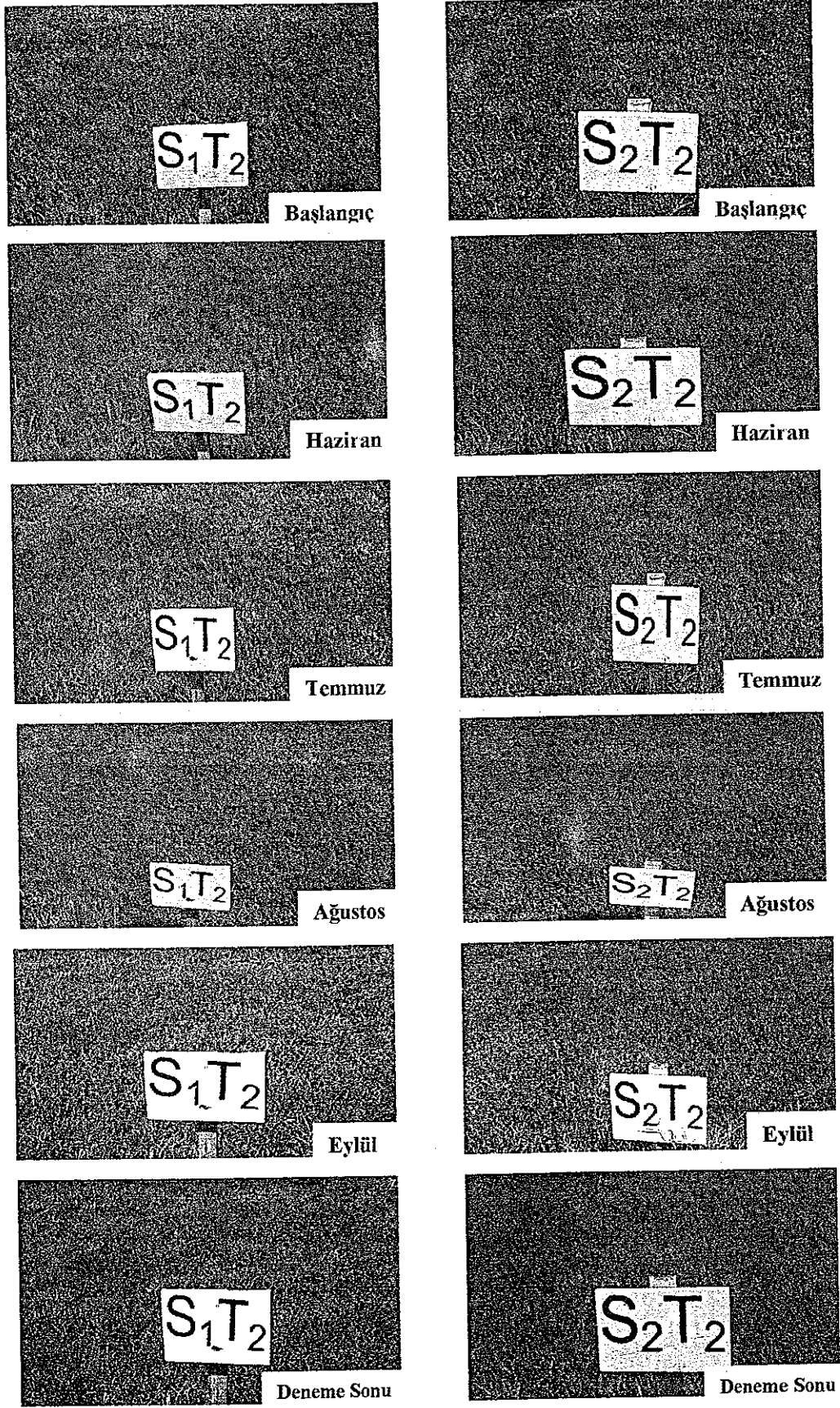
Phene vd (1996), çim bitkisinin su tüketimini lizimetreleri kullanarak 9.3 mm/gün olarak belirlerken, A sınıfı buharlaşma kabı yöntemiyle elde edilen bitki su tüketimi değerinin 8.9 mm/gün olduğunu bildirmişlerdir.

Baştuğ ve Büyüktaş (2003), Antalya koşullarında Nisan-Temmuz döneminde A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerlerinin sırasıyla %100, 88, 75 ve 50'si düzeyinde sulama suyu uyguladıkları üç serin iklim çimi karışımından oluşan çim alanında ortalama günlük bitki su tüketimi değerlerinin sırasıyla 7.3, 6.6, 5.8 ve 4.3 mm/gün olduğunu bildirmişlerdir.

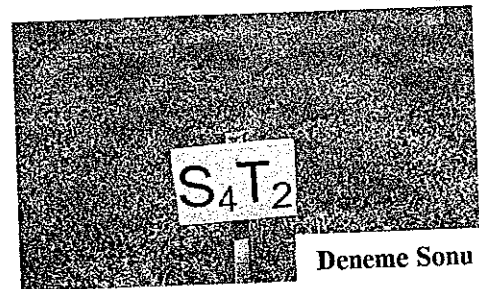
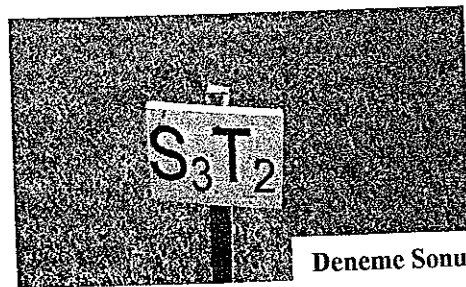
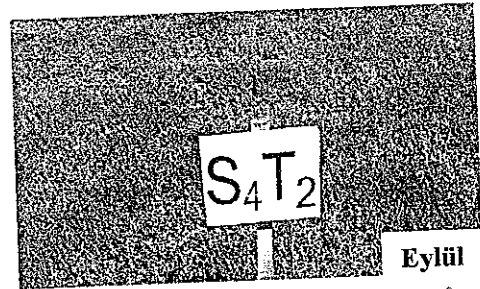
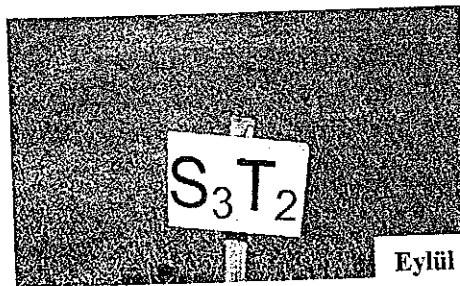
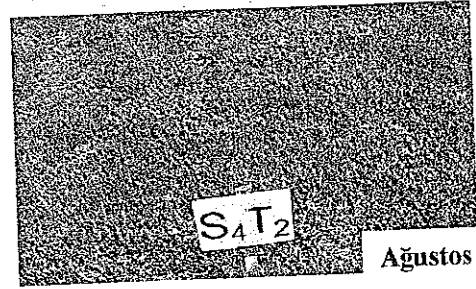
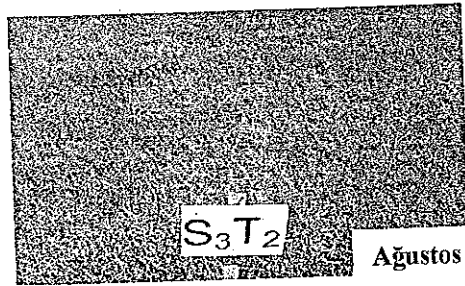
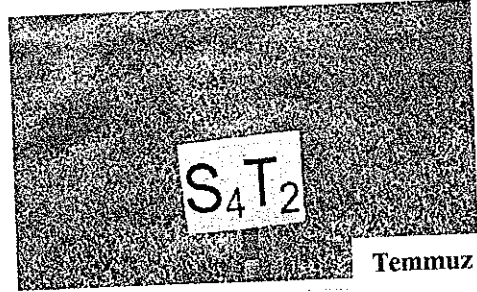
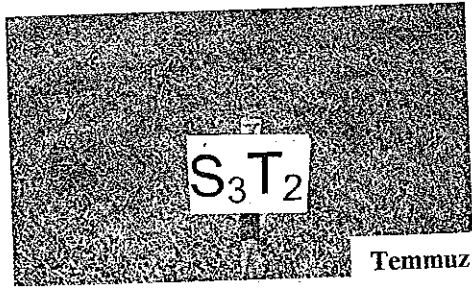
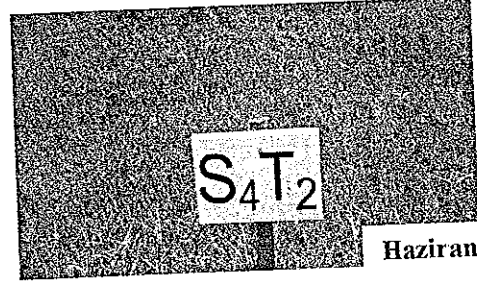
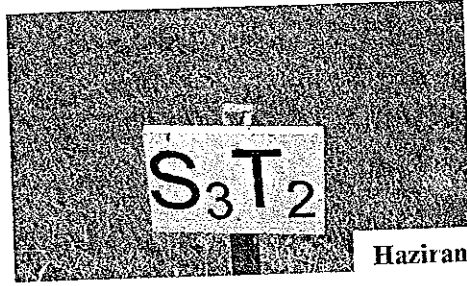
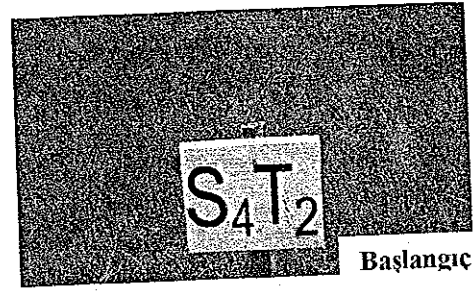
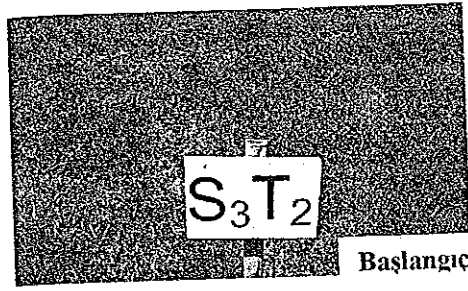
Deneme konularına uygulanan sulama düzeylerinin A sınıfı buharlaşma kabı değerlerine dayandırılarak belirlendiği ve denemenin, buharlaşmanın en yüksek düzeylerde meydana geldiği yaz aylarında yapıldığı göz önüne alınırsa denemede elde edilen bitki su tüketimiyle ilgili sonuçların olağan olduğu söylenebilir.

4.5. Çim Kalitesine İlişkin Bulgular

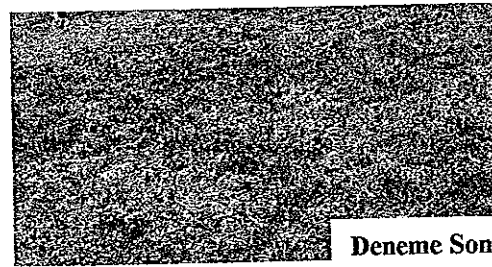
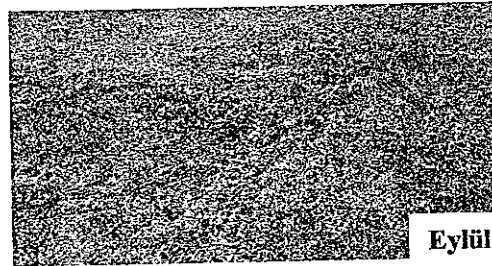
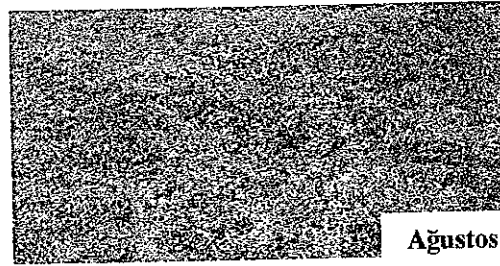
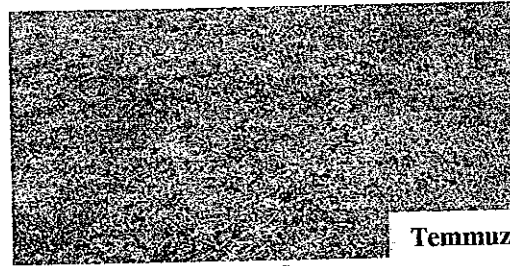
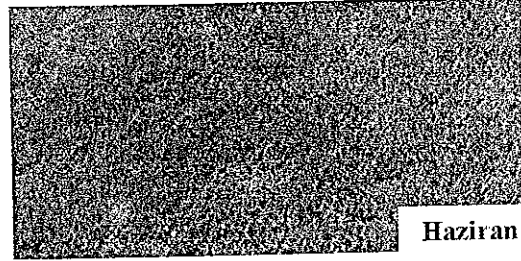
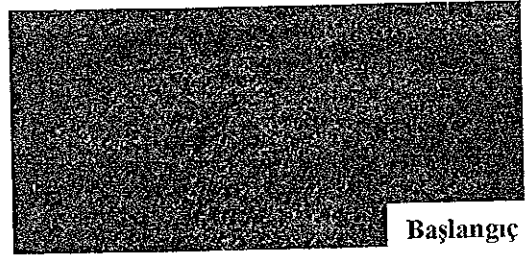
Araştırma süresince farklı sulama konularının II tekerrürlerinin uygulandığı parsellerde aylara göre çim renginin görsel olarak değerlendirilmesi için çekilen fotoğraflar Şekil 4.6 a, b ve c'de verilmiştir.



Şekil 4.6a S₁ ve S₂ Konularında Deneme Süresince Çim Renginin Değişimi



Şekil 4.6b. S₃ ve S₄ Konularında Deneme Süresince Çim Renginin Değişimi.



Şekil 4.6c. Susuz Parselde Çim Renginin Değişimi.

Araştırma süresince çim rengi değişiminin sayısal olarak değerlendirilebilmesi için Çizelge 3 7'de verilen Munsell Renk Skalasına göre mevsim boyunca saptanan renk derecelendirme numaralarının aylara göre değişimi Çizelge 4 6'da verilmiştir. Söz konusu değerlendirmede renk durumuyla beraber görsel olarak parseldeki çim yoğunluğu da dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.6 Çim Renginin Munsell Renk Skalası Kullanılarak Belirlenen Renk Derecelendirme Numaralarının Farklı Sulama Konularında Aylara Göre Değişimi.

Konular	Belirlenen Renk Derecelendirme Numarası					
	Başlangıç	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ortalama
S ₁	7	7	6	6	7	6.5
S ₂	7	7	6	6	7	6.5
S ₃	7	6	5	5	6	5.5
S ₄	7	5	3	3	3	3.5
Susuz	7	4	1	1	1	1.75

Çizelge 4.6'dan deneme başlangıcında tüm konulardaki renk derecelendirme numarasının 7 olduğu görülmektedir. S₁ ve S₂ konularındaki renk değişimi araştırma süresince aynı olarak belirlenmiştir. Bu durum her iki konuda da mevsim boyunca toprak neminin birbirine çok yakın düzeyde devam etmesi ile açıklanabilir (Şekil 4.3). Öte yandan, S₂ konusundaki sulama düzeyinin en iyi renk kalitesinin elde edilmesi için yeterli olduğu sonucuna da ulaşılabilir.

Baştuğ ve Büyüktaş (2003), A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %75'i düzeyinde sulama yapılması durumunda Antalya koşullarında serin iklim çimleri için en iyi renk kalitesinin elde edilebileceğini bildirmişlerdir. Buradan, Antalya koşullarında iklimden dolayı serin ve sıcak iklim çim türlerinin iyi bir renk kalitesi için aynı düzeyde (buharlaşmanın %75'i) sulanabileceği sonucu çıkarılabilir.

Buharlaşmanın %50'si düzeyinde sulanan S₃ konusunda başlangıçtan itibaren Temmuz ayına kadar düzenli bir biçimde azalma (7'den 5'e) gösteren renk kalitesi derecelendirme numarası Temmuz ve Ağustos ayında aynı (5) olarak kalmış, Eylül ayında ise tekrar yükselerek 6 olmuştur (Çizelge 4.6).

Bu durum, Temmuz ve Ağustos aylarında iklimsel verilere bağlı olarak atmosferik nem açığının artmasına karşın, bu dönemde anılan konudaki toprak nem içeriğinin atmosferik nem açığını karşılayamayacak düzeyde olmasıyla açıklanabilir. Bunun sonucu olarak, Temmuz ve Ağustos aylarında S₃ konusundaki çim bitkisinin karakteristik olarak bir su stresine girdiğinden dolayı renk kalitesinde azalma olduğu ve Eylül ayında ise anılan durumun ortadan kalkmasıyla renk kalitesinin tekrar yükseldiği söylenebilir (Reginato 1983)

Buharlaştırmanın %25'i düzeyinde sulanan S₄ konusunda başlangıçta 7 olan renk kalitesi derecelendirme numarası Haziran ayında 5'e, Temmuz ayında ise 3'e düşerek deneme sonuna kadar bu değerde kalmıştır.

Susuz parselde ise deneme başlangıcından itibaren renk kalitesi hızla azalmıştır. Anılan parsel içerisindeki çim bitkisi Haziran ayı sonunda tamamen kurumuş ve renk kalitesi derecelendirme numarası 1'e düşmüştür.

Genel olarak değerlendirme yapıldığında deneme süresince S₁ ve S₂ konularından susuz parselde doğru gidildikçe görsel kalitede azalma olmuştur. Mevsimlik ortalama olarak S₁ ve S₂ konularında renk derecelendirme numarasının 6.5 ile aynı, S₃ konusunda 5.5, S₄ konusunda 3.5 ve susuz parselde ise 1.75 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6)

Renk kalitesi derecelendirme numarasının 1 ile 9 arasında değiştiği geleneksel görsel kalite değerlendirmesinde kabul edilebilir minimum renk derecelendirme numarasının 6 olduğu söylenebilir (Throssell vd 1987, Kopp ve Guillard 2002, Karcher ve Richardson 2003)

Bu bulguların incelenmesinden, S₁ ve S₂ sulama konularında kabul edilebilir bir görsel kalitenin sürdürüldüğü, S₃ ve S₄ konularında ise çimde görsel kalite açısından tatmin edici bir sonuç alınmadığı sonuçlarına ulaşılabilir.

Çizelge 4.6'daki değerlerin Parametrik Olmayan Friedman Testi kullanılarak yapılan istatistiksel değerlendirmesi farklı sulama konuları ve aylara göre Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Parametrik Olmayan Friedman Testi Sonucunda Elde Edilen Farklı Sulama Konuları ve Aylara göre Gözlenen Renk Derecelendirme Numaralarının Medyan Değerleri

		N	Medyan	Sıra No ları Toplamı	Serbestlik Derecesi	P	Fr
Konular	S ₁	4	6 50	18 00	4	0 004 0 003	15 20 16 00
	S ₂	4	6 50	18 00			
	S ₃	4	5 50	12 00			
	S ₄	4	3 50	8 00			
	Susuz	4	1 50	4 00			
Aylar	Haziran	5	6 00	18 50	3	0 035 0 008	8 64 12 00
	Temmuz	5	5 00	8 50			
	Ağustos	5	5 00	8 50			
	Eylül	5	6 00	12 50			

Anılan test sonuçlarına göre, sulama konuları arasında renk kalitesi bakımından istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.05$) farklılıkların olduğu görülmektedir. Ayrıca, aylar arasında da renk kalitesi bakımından istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.05$) farklılıklar bulunmuştur.

Test sonuçlarından da anlaşılacağı gibi sulama konuları arasındaki farklılık aylar arasındaki farklılıktan daha belirgin ve önemlidir. Öte yandan, aylar ilerledikçe S₃, S₄ ve S₀ konularındaki renk kalitesinde belirgin bir düşüş olmuştur. S₁ ve S₂ konularında ise denemenin yürütüldüğü dönemdeki en kurak ay olan Temmuz ayında renk kalitesinde bir birim azalma olmuş ancak, Eylül ayında tekrar deneme başlangıcındaki renk kalitesi söz konusu olmuştur.

Renk kalitesindeki azalmanın nedeni, kurak koşullarda kuruma, aşırı sulak koşullarda ise kök bölgesinde oksijenin azalması ve karbondioksit gibi zehirli gazların artması olarak açıklanabilir (Beard 1991)

Fry and Butler (1989), potansiyel ET'nin %100, 75 ve 50'si düzeyinde iki gün ara ile sulanan bir serin iklim çimi olan uzun yumak çiminde (*Festuca arundinacea Schreb.*) sulama düzeyindeki kısıntıya bağlı olarak renk kalitesinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Çizelge 4.6 incelendiğinde benzer durumun bu araştırma için de söz konusu olduğu görülmektedir

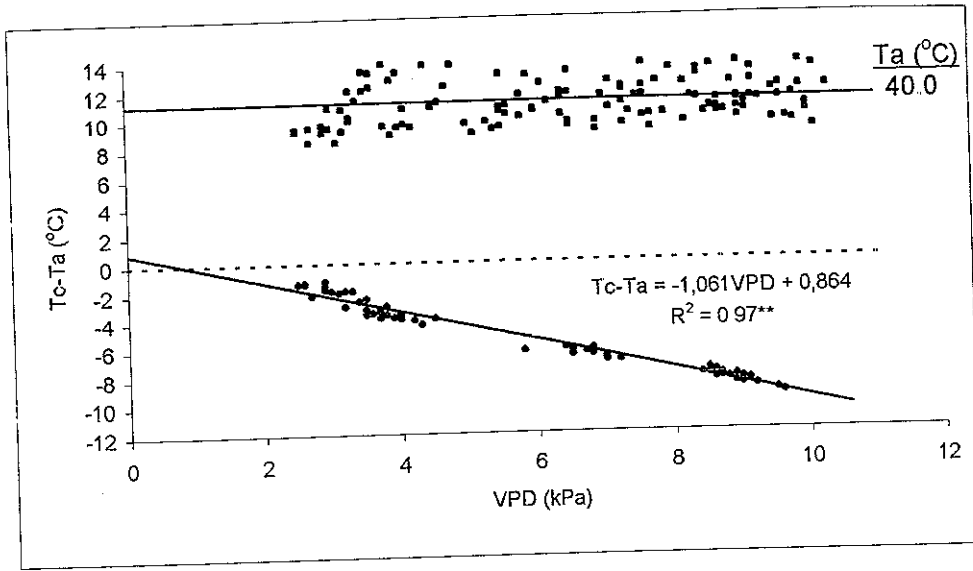
Bonos ve Murphy (1999), yaz sıcağına bağlı olarak çim bitkisinde meydana gelen stresin görsel kaliteyi etkilediğini bildirmişlerdir. Buradan, hava sıcaklığının en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında deneme konularında meydana gelen renk kalitesindeki azalmanın nedeninin yaz sıcağına bağlı stresten meydana gelmiş olabileceği de söylenebilir (Çizelge 4.6)

4.6. Bitki Su Stresi İndeksine (CWSI) İlişkin Bulgular

4.6.1. Bitki su stresi indeksi baz çizgilerine ilişkin sonuçlar

Araştırmada, CWSI'ni hesaplamada kullanılan su stresli ve su stressiz koşullarda bitki yüzeyi-hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) ve buhar basıncı açığı (VPD) ilişkisini gösteren temel grafiğin alt ve üst baz çizgileri için yapılan ölçüm sonuçları sırasıyla Ek Çizelge-4 ve Ek Çizelge-5'de, anılan çizelgelerdeki değerlerden yararlanılarak oluşturulan temel grafik ise Şekil 4.7'de verilmiştir. Şekil 4.7'de görüleceği gibi su stresli baz çizgisinin değeri ortalama hava sıcaklığı $T_a = 40$ °C olduğunda, ortalama bir değer olarak $T_c - T_a = 11.22$ °C olarak belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada Throssell (1987), üst baz çizgisinin değerini bir serin iklim çimi olan çayır salkım otu için 12.71 °C olarak saptamıştır.

Su stressiz baz çizgisi doğrusunun denklemi ise $T_c - T_a = -1.061VPD + 0.864$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7). Anılan ilişki Idso (1982) tarafından yonca ve Jalali-Farahani vd (1993) tarafından bermuda çimi için benzer denklemlerle ifade edilmiştir



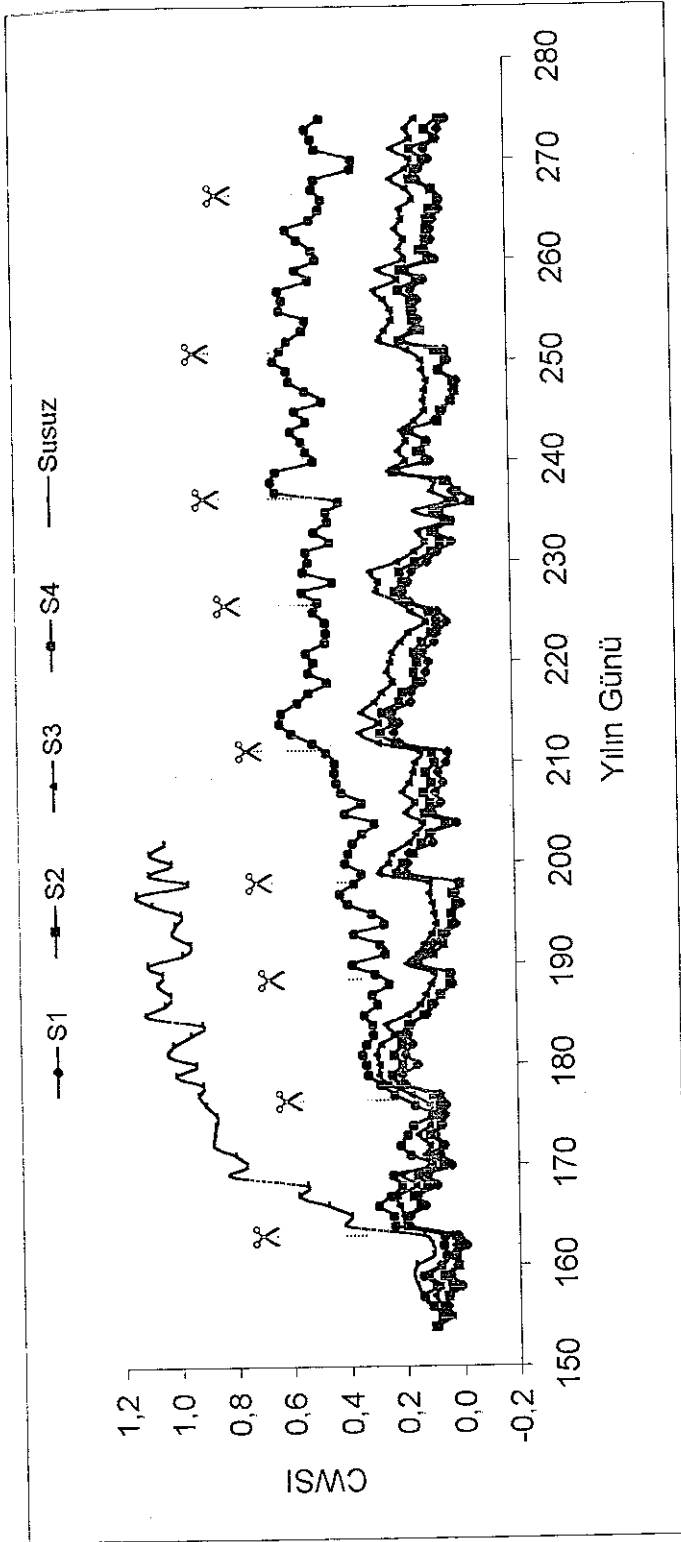
Şekil 4.7. Bermuda Çimi İçin Stresli ve Stressiz Koşullarda T_c-T_a ve VPD Arasındaki İlişkiyi Gösteren Temel Grafik

4.6.2. Bitki su stresi indeksi (CWSI) değerleri

Araştırma konuları ile susuz parselde belirlenen günlük ortalama CWSI değerleri Ek Çizelge-6'da verilmiştir. Ayrıca anılan değerler farklı sulama konularındaki CWSI değerlerinin araştırma süresince değişimini göstermek amacıyla grafiklenerek Şekil 4 8'de gösterilmiştir.

Şekil 4 8'in incelenmesinden de görülebileceği gibi S_1 ve S_2 konularındaki CWSI değerleri mevsim boyunca düşük değerlerde ve birbirine çok yakın olarak devam etmiştir. S_3 konusundaki CWSI değerleri ise uygulanan sulama suyuna bağlı olarak S_1 ve S_2 konularının biraz üzerinde olmuştur. S_4 konusunda ilk günlerde düşük olan CWSI değeri ilk biçim işlemi ile artmaya başlamış ve mevsim sonuna kadar da uygulanan sulama suyunun yetersizliğinden dolayı sürekli yüksek değerlerde devam etmiştir. Susuz parseldeki CWSI değerleri ise denemenin başlangıcından itibaren artmaya başlamış ve Haziran ayının sonunda en yüksek değerine ulaşmıştır.

S_1 , S_2 ve S_3 konularındaki CWSI değişimleri sulama uygulaması ile azalma göstermiştir. Ancak günler arasındaki sulama uygulamasının etkisi, biçimden birkaç gün sonraki günlerde belirgin olmuştur. Biçim işlemi ile bitkide transpirasyon yapan yüzey



Şekil 4.8. Araştırma Konularında Belirlenen CWSI Değerlerinin Mevsim Boyunca Değişimi

alanı dolayısıyla transpirasyonun serinletici etkisi azaldığından, biçim işleminden sonraki ilk günlerde CWSI değerlerinde artışlar gözlenmiştir.

Genel olarak bitkinin biçiminden sonraki ilk günlerde sulama uygulamasının CWSI üzerine etkisi belirgin olmamıştır. Biçimden ortalama 3 gün geçtikten sonra (bitki biçim stresinden kurtulduktan sonra) sulamaların etkisi belirgin olarak görülmeye başlanmıştır.

Biçimden sonra bitki yüzey alanının artmasının CWSI değerini azalttığı, azalmanın biçimin ardından gelen sulama uygulamalarından sonraki günlerde daha belirgin olduğu söylenebilir.

S₄ konusunda ise deneme başlangıcından itibaren diğer sulanan konulara göre çok daha yüksek CWSI değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Anılan konuda biçim işleminin ve günler arasındaki sulama uygulamasının CWSI üzerine etkisi denemenin ilk günlerinde daha belirgindir. Bu durum, anılan konuda uygulanan sulama düzeyine bağlı olarak büyük bir su stresinin yaşanması ve dolayısıyla iki biçim işlemi arasında bitkinin yüzey alanında önemli bir değişikliğin olmamasıyla açıklanabilir (Baştuğ 1999). Dolayısıyla, S₄ konusundaki CWSI değerleri sulama uygulamalarından çok iklimsel verilere bağlı olarak değişmiştir.

Susuz parselde CWSI değeri özellikle 2. biçim işleminden sonra hızla artmış ve Haziran ayı sonunda en yüksek değerine ulaşmıştır.

Deneme süresince günlük CWSI değerlerinin S₁ konusunda -0.018 ile 0.226 arasında, S₂ konusunda -0.065 ile 0.266 arasında, S₃ konusunda 0.028 ile 0.333 arasında, S₄ konusunda 0.059 ile 0.628 arasında ve susuz parselde ise 0.066 ile 1.141 arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4.8).

Normal olarak 0 ile 1 arasında olan CWSI değerlerinin S₁ ve S₂ konusunda sıfırın biraz altında, susuz konuda ise 1'in biraz üzerinde olduğu birkaç gün söz konusu olmuştur. İklimsel verilerdeki değişimden dolayı CWSI değerinin olağan sınırları dışına

çıkabildiği yapılan birçok araştırmada belirtilmiştir (Jalali-Farahani vd 1993, Throssell vd 1987, Cárcova vd 1998, Yuan vd 2004).

Araştırma konularına ilişkin CWSI değerlerinin aylık ortalama değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Araştırma Konularına İlişkin Aylık Ortalama CWSI Değerleri

Aylar	Ortalama CWSI				
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₀
Haziran	0.094	0.101	0.151	0.185	0.562
Temmuz	0.087	0.101	0.163	0.363	1.033
Ağustos	0.096	0.114	0.181	0.515	1.000*
Eylül	0.066	0.081	0.165	0.513	1.000*
Mevsimlik Ortalama	0.086	0.102	0.165	0.394	0.899

Anılan aylarda bitki tamamen öldüğü için CWSI değeri 1 olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4.8'den görüleceği gibi, sulanan konularda en yüksek CWSI değeri Ağustos ayında elde edilmiştir. S₁ konusunda Temmuz ayında Haziran ayına göre azalma meydana gelmiştir. Bunun nedeni Temmuz ayında havanın VPD değerinin daha yüksek olmasıyla transpirasyonun artması ve toprak neminin yeterli olmasıyla da transpirasyon süreci kısıtlanmadığından T_c-T_a farkının negatif yönde artmış olmasıyla açıklanabilir. Ancak Ağustos ayında Temmuz ayına göre havanın VPD değeri azalmış ve CWSI biraz yükselmiştir.

Eylül ayındaki CWSI değerlerindeki azalmanın nedeni ise anılan aydaki iklimsel verilerde meydana gelen değişimden kaynaklanmaktadır.

Genel değerlendirme yapıldığında sulanan konularda biçim işleminin hemen ardından CWSI'nin arttığı, ancak izleyen günlerde CWSI'nin azalma gösterdiği ve mevsim boyunca farklı düzeyde sulanan konulardan elde edilen CWSI değerlerinin de farklı olduğu, S₄ konusunda ve susuz parselde ise CWSI değerinin sulama ve biçim işleminden çok havanın VPD değeri, solar radyasyon ve hava sıcaklığı gibi iklimsel parametrelere bağlı olarak değiştiği söylenebilir.

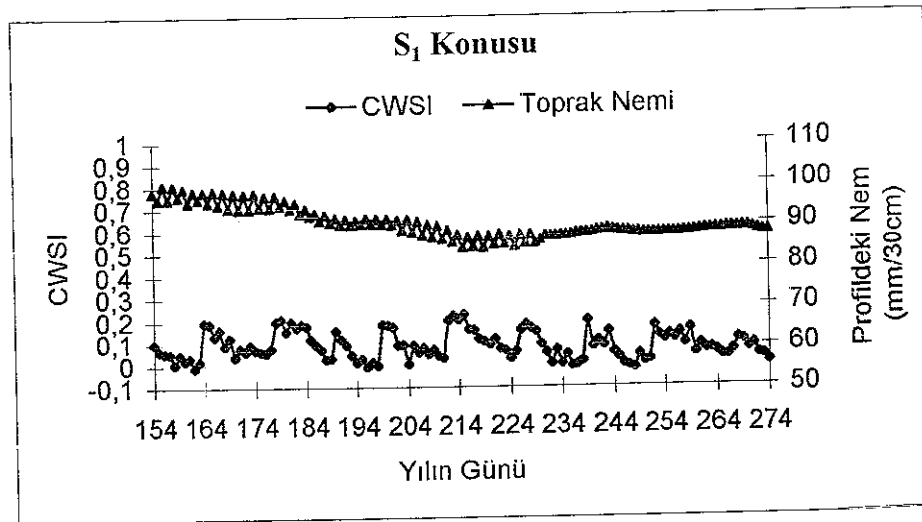
Throssell vd (1987), Ağustos-Eylül döneminde yaptıkları çalışmalarında, çayır salkım otu (*Poa pratensis L.*) için toprak nem tansiyonunun sırasıyla 40, 70 ve 400 cb civarında tutulduğu konular için deneysel yaklaşımı kullanarak mevsimlik ortalama CWSI değerlerini sırasıyla 0,1, 0,25 ve 0,5 olarak belirlediklerini bildirmişlerdir

Jalali-Farahani vd (1993), Bermuda çiminde yaptıkları çalışmalarında, sulamada Penman ET miktarının %100, 66 ve 50'sini günlük olarak uyguladıkları konulardaki deneysel yaklaşım kullanılarak hesaplanan mevsimlik ortalama CWSI değerlerini sırasıyla -0,02, 0,16 ve 0,5 olarak belirlemişlerdir.

Yöresel, mevsimsel ve çim çeşidi gibi farklılıklar göz önüne alınırsa Çizelge 4.8'de verilen mevsimlik ortalama CWSI değerlerinin literatürdeki çalışmalarla uyum gösterdiği söylenebilir

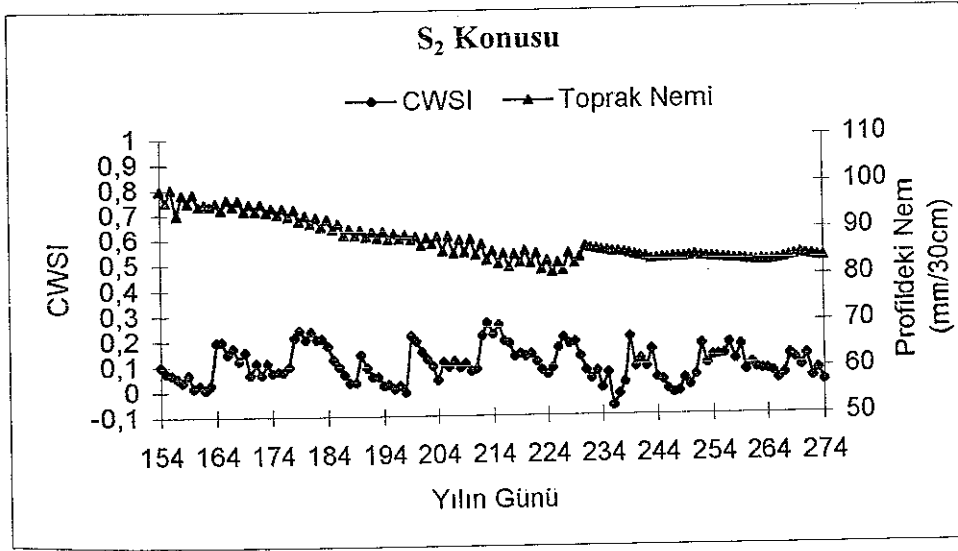
4.6.3. Toprak profilindeki nem ve CWSI arasındaki ilişki

Araştırma süresince deneme konularında 30 cm derinliğindeki toprak profilinde toprak nem içeriğinin değişimi ile CWSI değerlerinin değişimi Şekil 4.9 a, b, c, d ve e'de gösterilmiştir

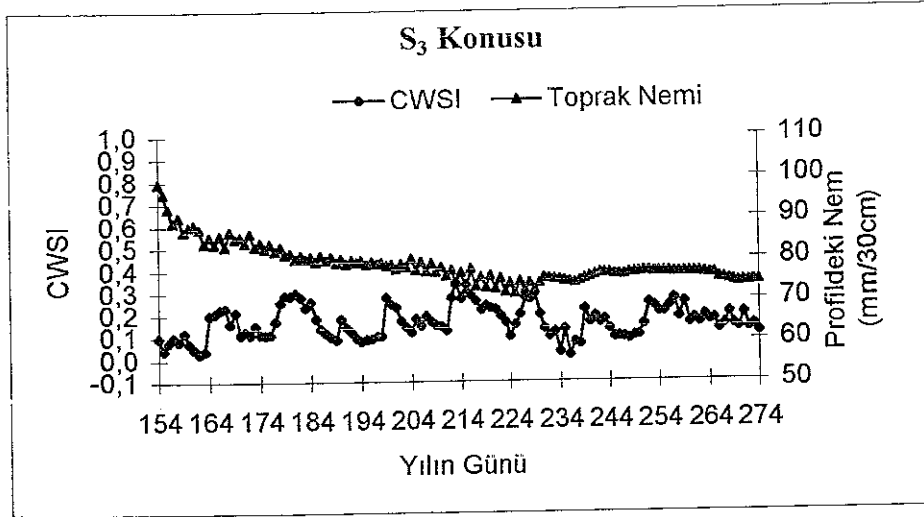


Şekil 4.9a Araştırma Süresince S₁ Konusundaki Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki.

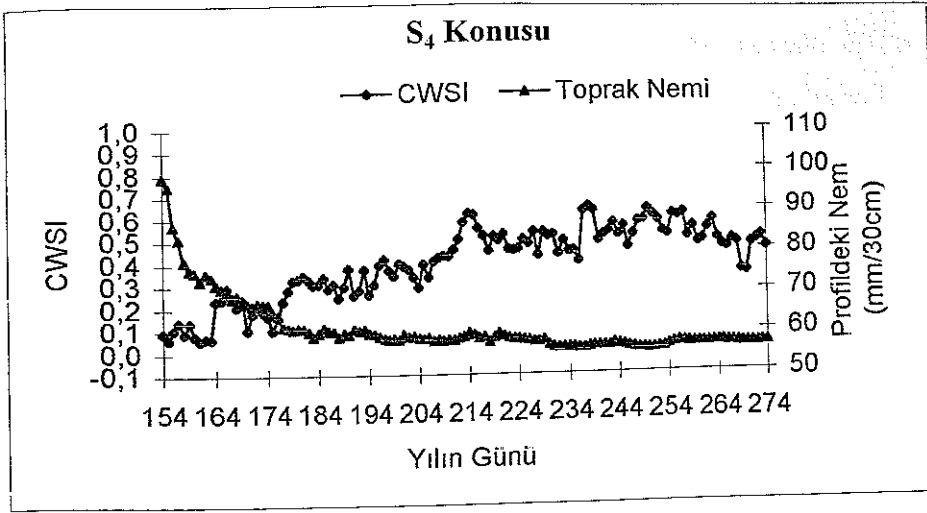
Şekil 4.9a'dan S_1 konusunda toprak neminin araştırma süresince 90 mm civarında (tarla kapasitesinin biraz üzerinde) tutulduğu, CWSI değerinin ise 0 ile 0.2 arasında değiştiği söylenebilir.



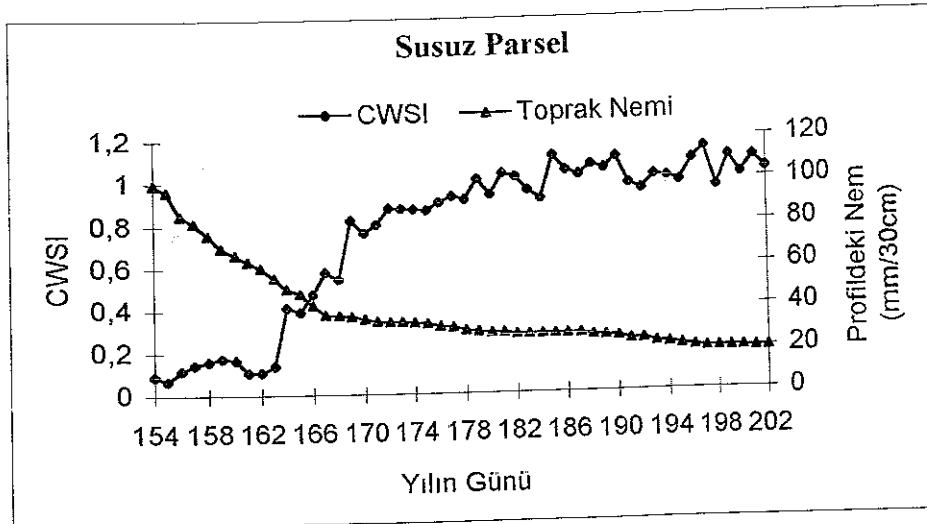
Şekil 4.9b. Araştırma Süresince S_2 Konusundaki Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki



Şekil 4.9c. Araştırma Süresince S_3 Konusundaki Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki



Şekil 4.9d. Araştırma Süresince S₄ Konusundaki Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki



Şekil 4.9e. Araştırma Süresince Susuz Parselde Toprak Nemi ile CWSI Değerleri Arasındaki İlişki

Şekil 4.9b incelendiğinde S₂ konusunda toprak nem düzeyinin araştırma süresince 85 mm civarında tutulduğu ve CWSI değerinin ise 0 ile 0,25 arasında değiştiği görülebilir.

S₃ konusunda, deneme başlangıcından itibaren yaklaşık olarak yılın 210. gününe kadar toprak nemindeki azalmaya bağlı olarak CWSI değerlerinde belirgin bir artış görülmektedir (Şekil 4.9c).

S₄ konusunda yılın yaklaşık 175. gününe kadar toprak neminde hızlı bir düşüş meydana gelmiş, daha sonra topraktaki nem ortalama olarak 60 mm civarında seyretmiştir. Anılan konuda CWSI ise tedrici bir yükselme göstererek 0.10 ile 0.65 arasında değişmiştir (Şekil 4.9d)

Susuz parselde ise toprak profilindeki nem değişimi ile CWSI değerleri arasındaki ters ilişki çok belirgin olmuş, topraktaki nem düzeyi yaklaşık olarak yılın 163. gününde solma noktasına düşmüş ve daha sonra da bu düzeyin sürekli olarak altında kalmış, CWSI değerleri ise sürekli artış göstererek maksimum düzeyine (1.00) yükselmiştir (Şekil 4.9e)

Irmak vd (2000), Antalya koşullarında elverişli toprak neminin %75, 50 ve 25'i tüketildiğinde sulama yapılarak mısır bitkisinde CWSI değerlendirmesi amacıyla yaptıkları çalışmalarında, toprak nemindeki azalmaya bağlı olarak CWSI değerinin arttığını ve sulama uygulamasına bağlı olarak toprak nem içeriğinin artmasıyla CWSI değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir

Sonuç olarak, iyi sulanan S₁ ve S₂ konusunda mevsimlik ortalama CWSI değerleri sırasıyla 0.086 ve 0.102, orta düzeyde stresli S₃ konusunda 0.165 ve aşırı stresli S₄ konusunda 0.394, susuz parselde ise 0.899 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.9a, b, c, d ve e). Bu bulgulara dayanılarak CWSI değerlerinin bitki su stresinin çok iyi bir göstergesi olduğu söylenebilir. Konuyla ilgili yapılan diğer araştırmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır (Jackson vd 1981, Irmak vd 2000, Yazar vd 1999, Cremona vd 2004).

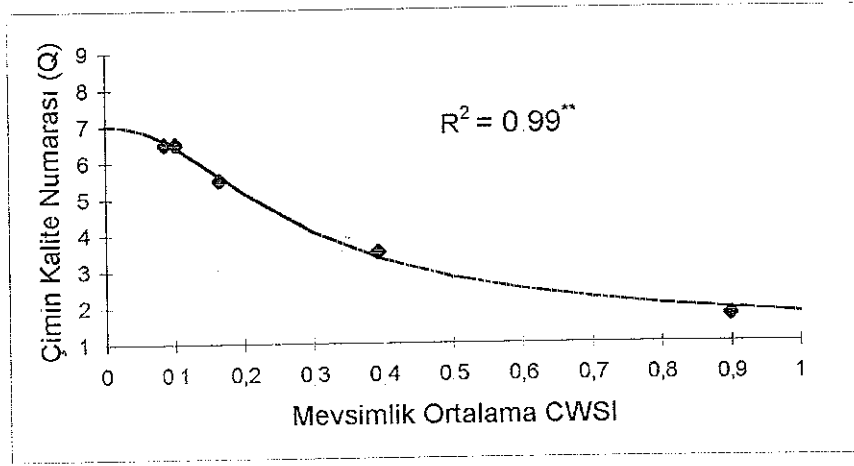
4.6.4. CWSI Değerleri ile Çim Kalitesi Arasındaki İlişki

Mevsimlik ortalama CWSI değerleri ile çim kalitesi arasındaki ilişkiyi gösteren Eşitlik 3.2'ye ilişkin α , n ve m katsayıları, MS Excel çözücüsündeki optimizasyon tekniği kullanılarak bu çalışmada elde edilen eğri (Şekil 4.10) için sırasıyla 4.853, 2.270 ve 0.559 olarak belirlenmiştir. Elde edilen eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı 0.99, hata kareler ortalaması 0.014 ve hata kareler toplamı ise 0.074'dür.

Araştırmada $Q_{max} = 7$ ve $Q_{min} = 1$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Eşitlik 3.2 araştırmada elde edilen sonuçlara göre yazılacak olursa Eşitlik 4.3 elde edilir.

$$Q_{ort} = 1 + [6 \times [1 + (4.853CWSI_{ort})^{2.27}]^{-0.559}] \quad (4.3)$$

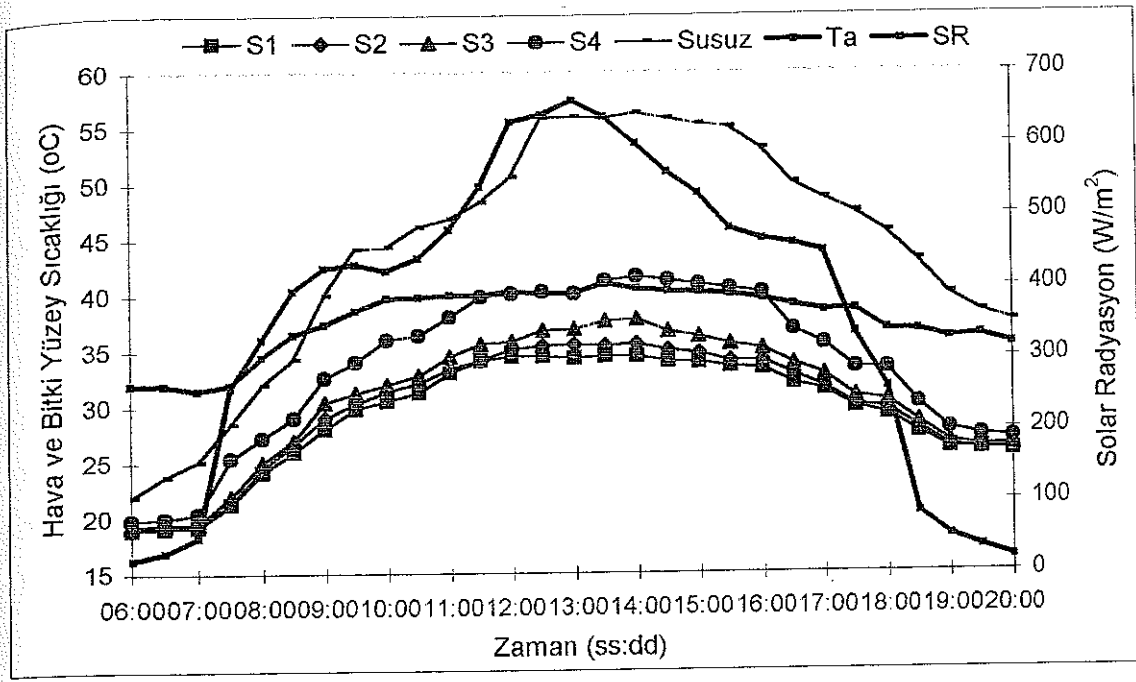
Çim kalitesinin değerlendirilmesinde Çizelge 3.7'nin kullanılması durumunda Eşitlik 4.3 Antalya koşullarında Bermuda çimi için mevsimlik ortalama CWSI ve çim kalitesi arasındaki ilişkiyi temsil etmektedir. Söz konusu ilişki çim alan yöneticilerine Antalya koşullarında bermuda çiminde mevsim boyunca elde etmek istedikleri çim kalitesi için bitki su stresini hangi düzeyde tutmaları gerektiği konusunda yardımcı olabilecek niteliktedir.



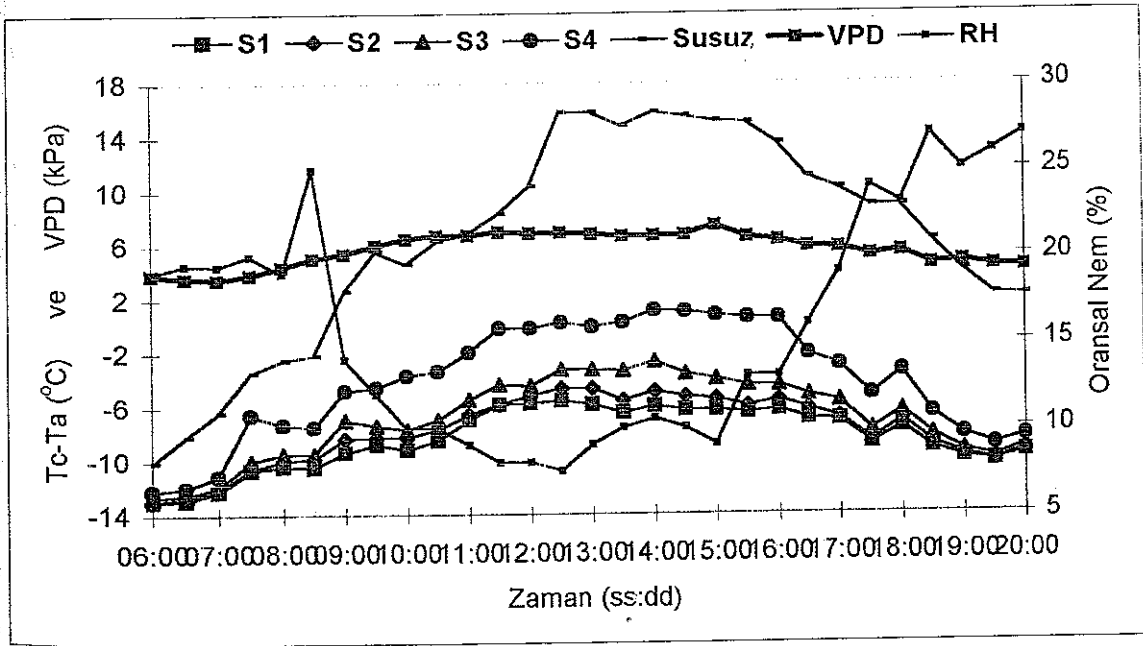
Şekil 4.10. Mevsimlik Ortalama CWSI ve Çim Kalitesi Değerleri Arasındaki İlişki

4.6.5. CWSI değerine etki eden bazı iklimsel verilere ilişkin bulgular

Oransal nem, VPD, solar radyasyon, hava sıcaklığı, bitki yüzey sıcaklığı ve bitki yüzeyi-hava sıcaklığı farkı gibi iklimsel verilerdeki değişimlerin CWSI üzerine etkisi anılan verilerin gün boyunca değişimi incelendiğinde daha iyi görülebilmektedir. Bu amaçla, 21.08.2004 günü (yılın 234. günü) gün doğumundan gün batımına kadar tüm konularda yarım saat ara ile ölçümler alınmış ve bu ölçümlere ilişkin sonuçlar Ek Çizelge-7 ve Ek Çizelge 8'de verilmiştir. Ayrıca anılan ölçüm sonuçlarına ilişkin veriler grafiklenerek Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Bitki Yüzey Sıcaklığı ile Hava sıcaklığı ve Solar Radyasyon Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi (21.08.2004)



Şekil 4.12 Bitki Yüzeyi-Hava Sıcaklığı Farkı ile VPD ve Oransal Nem Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi (21.08.2004)

Şekil 4.11'den de görüldüğü gibi araştırma konularındaki bitki yüzey sıcaklığı değerleri solar radyasyon ve hava sıcaklığına bağlı olarak gün doğumundan güneş

Şekil 4.11'den de görüldüğü gibi araştırma konularındaki bitki yüzey sıcaklığı değerleri solar radyasyon ve hava sıcaklığına bağlı olarak gün doğumundan güneş öğlesine kadar artmış ve öğleden sonraki süreçte ise gün batımına kadar azalmıştır. Solar radyasyon dışında diğer sıcaklık verilerinin (hava ve bitki yüzeyi sıcaklıkları) gün batımındaki değerleri gün doğumundaki değerlerinin üzerinde kalmıştır.

Solar radyasyon ve hava sıcaklığı değerlerinin bitki yüzey sıcaklığına etkisi anılan şekilde açıkça görülmektedir. Şekil 4.11 incelendiğinde konulardaki en yüksek solar radyasyon değeri saat 13:00'de, en yüksek hava sıcaklığı değeri saat 13:30'da ve en yüksek yüzey sıcaklığı değerleri ise saat 14:00'de ölçülmüştür. Bu zaman farklılıklarının solar radyasyondaki artışın atmosferdeki ısı iletimi sürecinin önce hava sonra da yüzey sıcaklığını etkilemesinden kaynaklandığı söylenebilir (Guyot 1998)

Konularda uygulanan sulama düzeylerine bağlı olarak yüzey sıcaklıklarının S₁ konusundan S₄ konusuna ve susuz parselde gidildikçe artış gösterdiği de görülmektedir. S₁, S₂ ve S₃ konularındaki yüzey sıcaklıkları gün boyunca hava sıcaklığının altında kalmış, S₄ konusundaki yüzey sıcaklığı sadece öğle saatlerinde hava sıcaklığının üzerine çıkmıştır. Susuz parselde ise sabahın erken saatlerinde (06:00-08:30) hava sıcaklığının altında olan yüzey sıcaklığı daha sonra artarak gün batımına kadar hava sıcaklığının üzerinde seyretmiştir.

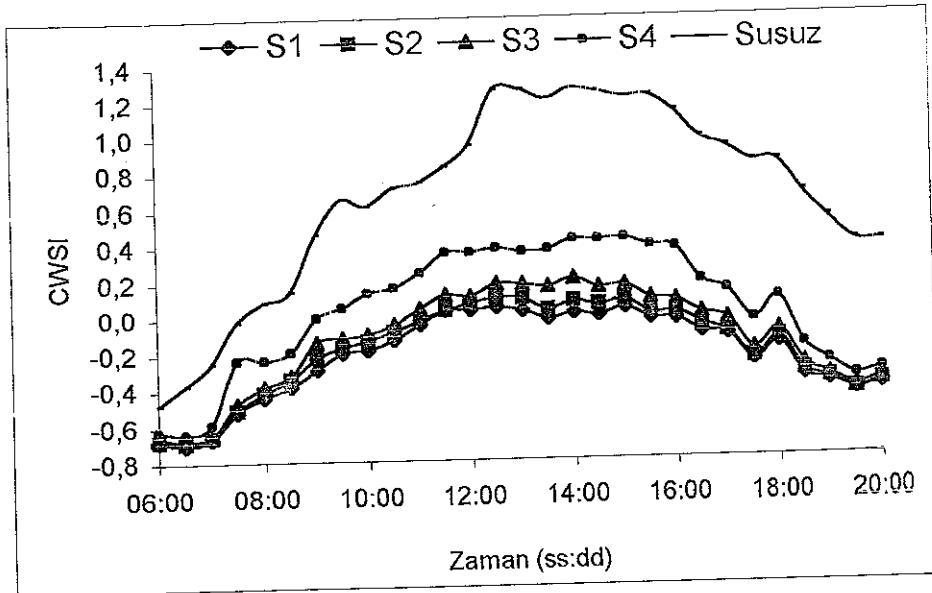
Benzer bulgular çeşitli araştırmacılar tarafından da saptanmıştır. Burke vd (1990), hava ve bitki yüzey sıcaklıklarının sabah saatlerinden öğleye kadar artış, öğleden sonra ise azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Guyot (1998), solar radyasyonun gün içinde değişiminin gün doğumundan güneş öğlesine kadar arttığını, öğleden sonra gün batımına kadar ise azaldığını belirtmiştir.

Şekil 4.12 incelendiğinde araştırma konularında ölçülen bitki yüzeyi-hava sıcaklığı farkı ve VPD değerlerinin gün doğumundan güneş öğlesine kadar arttığı ve öğleden sonraki dönemde ise gün batımına kadar azaldığı görülmektedir. Oransal nem değerinin değişiminde ise gün doğumundan güneş öğlesine kadar azalan ancak öğleden sonraki süreçte gün batımına kadar tekrar artan bir durum söz konusudur. Buna göre,

oransal nem değeri ile T_c-T_a ve VPD değeri arasında ters bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkündür

T_c-T_a ile VPD değerlerinin aralarında ise doğrusal bir ilişki söz konusu olmaktadır. Bu durum CWSI değerinin hesaplanmasında kullanılan deneyimsel yöntemdeki temel grafiğin alt sınır çizgisinin oluşturulması T_c-T_a ile VPD değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayımını destekler niteliktedir

Şekil 4.11 ve 4.12'de verilen grafiklerde gösterilen iklimsel verilerin CWSI değerlerinin değişimine etkisini görebilmek için anılan grafiklerdeki verilerin elde edildiği gün içerisindeki CWSI değerleri Ek Çizelge-9'da verilmiş ve Şekil 4.13'de grafiklenerek gösterilmiştir.



Şekil 4.13. CWSI Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi

Şekil 4.13 ile Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 birlikte incelendiğinde CWSI değerlerinin gün boyunca olan değişiminin VPD, solar radyasyon, yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı değerleri ile paralellik gösterdiği, oransal nem değeri ile bir ters ilişkinin olduğu görülmektedir. Gün içerisinde saat 17:30'da tüm konularda ve susuz parseldeki CWSI değerlerinde ani bir azalma olmuştur. Bunun nedeni, anılan saatte bitki yüzey sıcaklığının düşmesine karşın hava sıcaklığının sabit kalmasıyla açıklanabilir

Araştırma konularında uygulanan sulama düzeyine bağlı olarak CWSI değerlerinin S_1 konusundan S_4 konusuna doğru artış gösterdiği en yüksek değerlerin ise susuz parselde elde edildiği görülmektedir. Bu durum da CWSI değerinin bitkinin stres düzeyinin iyi bir göstergesi olduğu varsayımını desteklemektedir.

Tolk vd (1995) VPD değerinin gün boyunca değişiminde sabah saatlerinden öğleye kadar artan, öğleden sonra ise gün batımına kadar azalan bir durumun söz konusu olduğunu bildirmişlerdir Şekil 4. 12'de verilen VPD'nin gün boyunca değişiminin anılan çalışma ile benzerlik gösterdiği söylenebilir

Şekil 4 13'de gösterilen CWSI değerlerindeki değişimi ise Yazar vd (1999)'da farklı düzeyde sulanan mısır bitkisi için verilen CWSI değerlerinin gün boyunca değişimiyle benzerlik içerisinde

Şekil 4 11, 12 ve 13'den yararlanılarak aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir;

- Sabah ve öğleden sonraki süreçlerde elde edilen ölçüm sonuçları bitkide su stresinin değerlendirilmesinde yanıtıcı nitelikte olduğundan sulama programlaması amacıyla CWSI ölçümlerinin, söz konusu yöredeki güneş öğlesi saatlerinde yapılması gerekmektedir
- Gün içerisinde VPD değerindeki değişim çok fazla olmadığından deneysel yöntemle alt sınır çizgisi için yapılacak ölçümlerin farklı VPD düzeylerindeki günlerde geniş bir VPD aralığı (1-10 kPa gibi) elde edilerek yapılması daha doğru olur. Alt sınır çizgisinin belirlenmesi için bir günde elde edilen VPD değeri değişimi mevsimlik çalışmalarda CWSI değerinin doğruluğunu sağlayamayabilir.
- CWSI'nin hesaplanmasında kullanılan deneysel yöntemin geçerliliğini artırmak (olağan sınırları dışına çıkmasını önlemek) ve daha geniş bir coğrafi bölgeyi temsil etmesini sağlamak için bitkinin tüm gelişme devresi boyunca günlük olarak güneş öğlesi saatlerinde alt ve üst sınır değerleri için ölçümlerin

alınması ve her bir güne ait CWSI değerlerinin bu sınır değerlerine göre hesaplanması daha doğru bir yaklaşım olabilir Çünkü, farklı solar radyasyon koşullarında (öğleden önce veya öğleden sonra) aynı VPD değeri için elde edilecek $T_c - T_a$ değerleri solar radyasyondaki değişimden dolayı farklı olmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Antalya koşullarında Bermuda çiminde bitki su stres indeksinin belirlenmesi ve sulama programlaması amacıyla infrared termometre tekniğinden yararlanma olanaklarının belirlenmesi için 01.06.2004-30.09.2004 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde yapılan çalışma, tesadüf blokları deneme düzenine göre üç yinelenmeli olarak düzenlenmiştir.

Sulamalarda A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerleri esas alınmıştır. İki gün ara ile meydana gelen buharlaşmanın S₁ konusunda %100'ü, S₂ konusunda %75'i, S₃ konusunda %50'si, ve S₄ konusunda % 25'i uygulanarak 4 farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Ayrıca, deneme alanı içerisinde, bitki su stres indeksinin belirlenmesi çalışmaları amacıyla deneme süresince hiç sulanmayan bir susuz parsel de oluşturulmuştur.

Deneme parselleri 4×5 m boyutlarında olup parsellerin etrafı 20 cm yüksekliğinde üzeri çimlendirilmiş seddelerle çevrilmiştir. Parseller ve bloklar arasında 1 m genişliğinde tampon alanlar bırakılmıştır. Parseller göllendirmeli tava yöntemiyle sulanmıştır. Deneme süresince infrared termometre ölçümleri ile bitki su stres indeksi (CWSI) ve çimin kalite özellikleri izlenmiştir.

Çimler boyları 10-12 cm'ye ulaştıkça 4 cm yükseklikten biçilerek, iklim ve bitki gelişim dönemine bağlı olarak biçim aralıkları 9-16 gün arasında değişmiş ve araştırma süresince toplam 10 kez biçim yapılmıştır.

S₁, S₂, S₃ ve S₄ konularına mevsim boyunca sırasıyla 1168.00, 877.18, 584.10 ve 292.08 mm toplam sulama suyu uygulanmış, anılan konularda mevsimlik su tüketimi değerleri ise sırasıyla 1190, 912.35, 630.69 ve 385.38 olarak belirlenmiştir.

Denemede kullanılan Bermuda çiminde farklı sulama düzeylerine bağlı olarak görsel kalitede değişim gözlenmiştir. Munsell Renk Skalası kullanılarak yapılan renk derecelendirmesine göre en iyi görsel kalite S₁ ve S₂ konularından elde edilmiş, bunları

sırasıyla S₃, S₄ konuları ve susuz parsel izlemiştir. Buradan A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerinin %75'inden %100'üne kadar olacak sulama suyu artışlarının anılan çim bitkisinde görsel kaliteyi etkilemediği söylenebilir.

Araştırma süresince en fazla sulanan S₁ konusundan mevsim ortasındaki dönemde dört farklı sulama sonrası günde yapılan ölçümlerle elde edilen temel grafiğin alt sınır çizgisinin denklemi $T_c - T_a = -1.061VPD + 0.864$ olarak belirlenmiştir. Anılan grafiğe ilişkin üst sınır çizgisinin değeri ise ortalama hava sıcaklığı 40 °C olduğunda, ortalama bir değer olarak $T_c - T_a = 11.22$ °C biçiminde belirlenmiştir.

Sulama konularına ilişkin CWSI değerlerinin hesaplanmasında deneysel yaklaşım kullanılmış ve mevsimlik ortalama CWSI değerleri sırasıyla S₁, S₂, S₃, S₄ konuları ve susuz parsel için sırasıyla 0.086, 0.102, 0.165, 0.394 ve 0.899 olarak belirlenmiştir.

Araştırmada çim kalitesi ile CWSI değerleri arasında eğrisel bir ilişki elde edilmiş ve bu ilişkinin denklemi $Q_{ort} = 1 + [6 \times [1 + (4.853CWSI_{ort})^{2.27}]^{-0.559}]$ olarak belirlenmiştir. Anılan denklem çim alan yöneticilerine Antalya koşullarında bermuda çiminde mevsim boyunca elde etmek istedikleri çim kalitesi için bitki su stresini hangi düzeyde tutmaları gerektiği konusunda yardımcı olabilecek niteliktedir.

Öte yandan, CWSI değerinin bazı iklimsel verilere bağlı olarak değişimini ve anılan verilerin infrared termometre okumalarına etkisini araştırmak için mevsim ortasındaki bir günde (21.08.2004) gün doğumundan gün batımına kadar CWSI ile ilişkili iklimsel ölçümler ve infrared termometre ölçümleri sonuçlarına göre VPD, hava sıcaklığı, bitki yüzey sıcaklığı ve solar radyasyon verilerinin CWSI değerleriyle gün içerisinde paralel olarak artış ve azalışlar gösterdiği, anılan verilerle CWSI değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Ayrıca gün boyunca yapılan ölçümde araştırma konularında uygulanan sulama düzeyine bağlı olarak CWSI değeri farklı bulunmuştur. Konular arasında ise S₁'den S₄

konusuna ve susuz parsele doğru uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça CWSI değerleri artış göstermiştir.

Araştırma bulgularına dayanılarak ulaşılabilecek sonuç ve öneriler aşağıdaki biçimde özetlenebilir;

- Antalya yöresinde Bermuda çimi ile kaplı yeşil alanlarda A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmaya bağlı olarak sulama programlaması yapılması durumunda iyi bir çim kalitesi eldesi için iki gün ara ile anılan buharlaşma değerinin %75'i oranında sulama yapılmasının yeterli olacağı,
- Antalya koşullarında Bermuda çiminde sulamaya karar vermek için CWSI'nin bir kriter olarak kullanılabilmesi ve mevsim boyunca ortalama CWSI değerinin 0-10 civarında tutulması ile iyi bir çim kalitesinin sürdürülebileceği,
- Tansiyometrelere bağlı olarak sulama programlaması yapılması durumunda ise bitki kök bölgesindeki toprak nem tansiyonunun 10-13 cb civarında tutulması gerektiği,
- Çim kalitesi ile CWSI değerleri arasında elde edilen ilişkinin çim alan yöneticilerince, istenilen çim kalitesi için bitki su stresinin hangi düzeyde tutulması gerektiğine karar vermede kullanılabilmesi,
- Suyun maliyetinin yüksek olduğu durumlarda çim kalitesinden biraz ödün vermek kaydıyla sulamaların A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %50'si düzeyinde yapılabilmesi, bu durumda sulamaların infrared okumalarına dayandırılması halinde CWSI değerinin 0-17 civarında tutulması gerektiği ve tansiyometrelere dayandırılması durumunda ise nem tansiyonunun 20 cb'ı aşmayacak şekilde bir planlama yapılması gerektiği söylenebilir

6. KAYNAKLAR

- ANONİM 1988. Yaprak ve Toprak Analiz Metodları II T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bitki Besleme Bölümü, İzmir, 26ss
- ANONİM 1993. Antalya İli Arazi Varlığı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Gen. Müd. Yayınları, S. 109, Ankara
- ANONİM 1998. 1997 Yılı Çalışma Raporu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Antalya, 71 ss.
- ANONİM 2000. Antalya İli Uzun Yıllık İklim Verileri. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Antalya
- AÇIKGÖZ E., 1994. Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği. Çevre Peyzaj Mimarlığı Yayınları, Bursa, 193 s.
- ALDERFASI, A. A., and NEILSEN, D. C., 2001. Use of Crop Water Stress Index for Monitoring Water Status and Scheduling Irrigation in Wheat. *Agricultural Water Management*, 47:69-75
- AL- FARAJ, A., MEYER, G. E., SCHADE, G. R. and HORST G. L., 2000. Dynamic Analysis of Moisture Stress in Tall Fescue (*Festuca arundinacea Schreb.*) Using Canopy Temperature, Irradiation and Vapor Deficit. *Trans. of the ASAE*, 43(1):101-109.
- AL- FARAJ, A., MEYER, G. E. and HORST G. L., 2001. A Crop Water Stress Index for Tall Fescue (*Festuca arundinacea Schreb.*) Irrigation Decision-Making A Traditional Method. *Computers and Electronics in Agriculture*, 31 (2001) 107-124.
- ALVES, I., PERRIER, A. and PEREIRA, L. S., 1998. Aerodynamic and Surface Resistances of Complete Cover Crops: How is the "Big Leaf"? *Trans. of the ASAE*, 41(1):345-351
- ALVES, I., and PEREIRA, L. S., 2000. Non-Water-Stressed Baselines for Irrigation Scheduling with Infrared Thermometers: A New Approach. *Irrig. Sci.*, 19:101-106.
- ALVES, I., FONTES, J. C. and PEREIRA, L. S., 2000a. Evapotranspiration Estimation from Infrared Surface Temperature I: The Performance of the Flux Equation. *Trans. of the ASAE*, 43(3):591-598.
- ALVES, I., FONTES, J. C. and PEREIRA, L. S., 2000b. Evapotranspiration Estimation from Infrared Surface Temperature II: The Surface Temperature as a Wet Bulb Temperature. *Transaction of the ASAE*, 43(3):599-602.

- ARSLAN, M ve ÇAKMAKÇI, S, 2004. Farklı Çim Tür ve Çeşitlerinin Antalya İli Sahil Koşullarında Adaptasyon Yeteneklerinin ve Performanslarının Belirlenmesi. *Akd. Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 17 (1):31-42.
- AUGUSTIN, and SNYDER, G H, 1984. Moisture Sensor Controlled Irrigation for Maintaining Bermudagrass Turf *Agronomy J.*, 75(3):419-422.
- AVCIOĞLU, R, 1997. Çim Tekniği. Ege Üniv. Matbaası, Bornova, İzmir 271ss
- AYDINŞAKIR, K, BAŞTUĞ, R ve BÜYÜKTAŞ, D, 2003. Antalya Yöresinde Çim Kıyas Bitki Su Tüketimini Veren Bazı Amprik Eşitliklerin Tarla ve Lizimetre Koşullarında Kalibrasyonu. *Akd. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 16(1):107-119
- BAKER, M.B, NOMAN, J.M and KANO, A, 2001. A New Approach to Infrared Thermometry. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108 (2001) 281-292
- BAŞTUĞ, R, 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Doktora Tezi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Anabilim Dalı, Adana
- BAŞTUĞ, R, 1994. Bitki Su Stresinin Niceliksel İfade Biçimleri ve Sulama Zamanının Belirlenmesinde Kullanılmaları. *Akd. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 7:114-128
- BAŞTUĞ R, 1999. Çim Alanların Su Gereksinimi ve Sulanması. *Akd. Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 12 (1) 169-182.
- BAŞTUĞ, R, AYDINŞAKIR, K ve EMEKLİ, Y, 2001. Sulama Zamanının Belirlenmesinde İnfrared Termometrelerin Kullanılması. GAP II Tarım Kongresi, 24-26 Ekim 2001, 2. Cilt, s 767-774, Şanlıurfa
- BAŞTUĞ, R and BÜYÜKTAŞ, D, 2003. The Effects of Different Irrigation Levels Applied in Golf Courses on Some Quality Characteristics of Turfgrass. *Irrig. Sci.*, 23:87-93.
- BEARD, J.B., 1991. A Manuel on Golf Course Construction, Turf Establishment and Cultural Practices. The British and International Golf Greenkeepers Association Publ, Texas.
- BERTRAND, A.R., 1965. Rate of Water Intake in the Field. Methods of Soil Analysis Part 1 (Ed By C.A Black) Agronomy Series No:9, ASA, Inc Publ, Madison, Wisconsin, USA, 197-209
- BIRAN, I, BRAVDO, B, BUSHKIN-HARAV, I and RAWITZ, E, 1981. Water Consumption and Growth Rate of 11 Turfgrasses as Affected by Mowing Height, Irrigation Frequency and Soil Moisture. *Agronomy J.*, 73:85-90.

- BLAD, B.L., GARDNER, B.R., WATTS, D.G. and ROSENBERG N.J., 1981. Remote Sensing of Crop Moisture Status. *Remote Sensing Q.*, 3:4-20
- BONOS, S.A., and MURPHY, J.A., 1999. Growth Responses and Performance of Kentucky Bluegrass under Summer Stress. *Crop Science*, 39:770-774.
- BOUYOCOUS, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy J.*, 43:434-448.
- BURKE, J.J., HATFIELD, J.L. and WANJURA, D.F., 1990. A Thermal Stress Index for Cotton. *Agronomy J.*, 82:526-530.
- CÁRCOVA, J., MADDONI, G.A. and GHERSA, C.M., 1998. Crop Water Stress Index of Three Maize Hybrids Grown in Soils with Different Quality. *Field Crops Res.*, 55:165-174.
- CARROW, R.N., SHEARMAN, R.C. and WATSON, J.R., 1990. Turfgrass. In: Irrigation of Agricultural Crops (B.A. Stewart and D.R. Neilsen. Co-editors) Madison, Wisconsin, USA. Pp.889-919.
- CHANASYK, D.S. and NEATH, M.A., 1996. Field Measurement of Soil Moisture Using Neutron Probes. *Canadian J. of Soil Sci.*, 76(3):317-323.
- CLAWSON, K.L. and BLAD, D.L., 1982. Infrared Thermometry for Scheduling Irrigation of Corn. *Agronomy J.*, 74:311-316.
- CLAWSON, K.L., JACKSON, R.D. and PINTER, P.J., Jr., 1989. Evaluating Plant Water Stress with Canopy Temperature Differences. *Agronomy J.*, 81:858-863.
- COLAIZZI, P.D., EDWARD, M.B., THOMAS, R.C., CHRISTOPHER, Y.C. and WALLER, P.M., 2003a. Estimating Soil Moisture under Low Frequency Surface Irrigation Using Crop Water Stress Index. *J. of Irrig. and Drain. Eng.*, 129(1):27-35.
- COLAIZZI, P.D., EDWARD, M.B., THOMAS, R.C., CHRISTOPHER, Y.C. and WALLER, P.M., HABERLAND, J. and KOSIRZEWSKI, M., 2003b. Water Stress Detection under High Frequency Sprinkler Irrigation with Water Deficit Index. *J. of Irrig. and Drain. Eng.*, 129(1):36-43.
- CREMONA, M.V., STÜTZEL, H. and KAGE, H., 2004. Irrigation Scheduling of Kholrabi (*Brassica oleracea* var. *Gongylodes*) Using Crop Water Stress Index. *Hort. Sci.*, 39(2):276-279.
- DOORENBOS, J. and PRUITI, W.O., 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome.

- FRY, D.J., and BUTLER, D.J., 1989. Responses of Tall and Hard Fescue to Deficit Irrigation. *Crop Sci.*, 29:1536-1541.
- FUCHS, M., and TANNER, C.B., 1966. Infrared Thermometry of Vegetation. *Agronomy J.*, 58:597-601
- FUCHS, M., KANEMASU, E.T., KERR, J.P. and TANNER, C.B., 1967. Effect of Viewing Angle on Canopy Temperature Measurements with Infrared Thermometers. *Agronomy J.*, 73:826-830
- GARDNER, B.R., BLAD, B.L., GARRITY, D.P. and WATTS D.G., 1981. Relationships Between Crop Temperature, Grain Yield, Evapotranspiration and Phenological Development in Two Hybrids of Moisture Stressed Shorgum. *Irrig. Sci.*, 2:213-224.
- GARROT, D.J., KILBY, M.W., FANGMEIER, D.D., HUSMAN, S.H. and RALOWICZ, A.E., 1993. Production, Growth and Nut Quality in Pecans under Water Stress Based on the Crop Water Stress Index. *J. Amer. Soc. of Hort. Sci.*, 118 (6): 694-698
- GARROT, D.J. and MANCINO, C.F., 1994. Consumptive Water Use of Three Intensively Managed Bermudagrasses Growing under Arid Conditions. *Crop Sci.*, 34:215-221
- GEISER, K.M., SLACK, D.C., ALLRED, E.R. and STANGE, K.W., 1982. Irrigation Scheduling Using Crop canopy-Air Temperature Difference. *Trans. of the ASAE*, 25(3):689-694.
- GUYOI, G., 1998. Physics of the Environment and Climate. Wiley-Praxis Series in Atmospheric Physics and Climatology. John Wiley and Sons-Praxis Publishing Association, GB, 632pp.
- GÜL, A. ve AVCIOĞLU, R. 1999. Ege Bölgesi Sahil Kuşağında Çim Alan Oluşturmada Bazı Çim Türlerinin Performansının Araştırılması. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt III, s.143-148, 15-18 Kasım 1999, Adana
- GÜNGÖR, Y., ERÖZEL, Z. ve YILDIRIM, O., 1996. Sulama. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No:1443, Ankara
- HAKGÖREN, F., 1993. Toprak-Su-Bitki İlişkileri. Akd. Üniv. Zir. Fak. Tar. Yap. ve Sul. Böl. Yüksek Lisans Ders Notları No:1, 107ss
- HATFIELD, J.L., REGINAIO, R.J. and IDSO, S.B., 1984. Evaluation of Canopy Temperature-Evapotranspiration Models over Various Crops. *Agriculture and Forest Meteorology*, 32:41-53

- HATFIELD, J.L., 1985. Wheat Canopy Resistance Determined by Energy Balance Techniques. *Agronomy J.*, 77:279-283.
- HATFIELD, J.L., 1990. Measuring Plant Stress with an Infrared Thermometer. *Hort Sci.*, 25:1535-1538.
- HILER, E.A and CLARK, R.N., 1971. Stres Day Index to Characterize Effects of Water Stress on Crop Yields. *Trans. of ASAE*, 14(4):757-761.
- IDSO, S.B., JACKSON, R.D. and REGINATO, R.J., 1977. Remote Sensing of Crop Yields. *Science*, 196:19-25.
- IDSO, S.B., JACKSON, R.D., PINTER, J.R., REGINATO, R.J. and HATFIELD, J.L., 1981. Normalizing the Stress-Degree-Day Parameter for Environmental Variability. *Agricultural Meteorology*, 24 (1981) 45-55.
- IDSO, S.B., 1982. Non-Water-Stressed Baseline: A Key to Measuring and Interpreting Plant Water Stress. *Agricultural Meteorology*, 27:59-70.
- IRMAK, S., HAMAN, D.Z. and BAŞTUĞ, R., 2000. Determination of Crop Water Stress Index for Irrigation Timing and Yield Estimation of Corn. *Agronomy J.*, 92:1221-1227.
- ISRAELSEN, O.W. and HANSEN, V.E., 1962. Irrigation Principles and Practices Third Edition. Jhon Wiley and Sons, Inc. USA.
- İKİZ, F., PÜSKÜLCÜ, H. ve EREN, Ş., 1996. İstatistiğe Giriş. Barış Yayınları. Fakülteler Kitabevi, 435s.
- JACSON, R.D. and IDSO, S.B., 1969. Ambient Temperature Effects in Infrared Thermometry. *Agronomy Journal*, 61:324-325.
- JACKSON, R.D., REGINATO, R.J. and IDSO, S.B., 1977. Wheat Canopy Temperature: A Practical Tool for Evaluating Water Requirements. *Water Resour. Res.*, 13:651-656.
- JACKSON, R.D., IDSO, S.B., REGINATO, R.J. and PINTER, P.J., 1981. Canopy Temperature as a Crop Water Stress Indicator. *Water Resour. Res.*, 17:1133-1138.
- JACKSON, R.D., 1982. Canopy Temperature and Crop Water Stress Index. *Advances in Irrigation*, Vol 1 (Edt. D Hillel). Academic Press, New York, 43-85.
- JALALI-FARAHANI, H.R., SLACK, D.C., KOPEC, D.M., MATTHIAS, A.D., 1993. Crop Water-Stress Index Models For Bermudagrass Turf - A Comparison. *Agronomy J.* 85 (6): 1210-1217.

- JALALI-FARAHANI, H.R., SLACK, D.C., KOPEC, D.M., MATTHIAS, A.D., BROWN, P.W. 1994. Evaluation of Resistances for Bermudagrass Turf Crop Water Stress Index Models *Agronomy J.*, 86 : 574-581
- JENSEN, H.E., SVENDSEN, H., JENSEN, S.E. and MOGENSEN, V.O., 1990. Canopy-Air Temperature of Crops Grown Different Irrigation Regimes in a Temperate Humid Climate *Trans. of the ASAE*, 11(3):181-188
- JONES, H.G., 1999. Use of Infrared Thermometry for Estimation of Stomatal Conductance as a Possible Aid to Irrigation Scheduling *Agricultural and Forest Meteorology*, 95 (1999) 139-149
- KACAR, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III Toprak Analizleri Ankara Üniv. Zir. Fak. Eğitim, Araş. Ve Geliş. Vakfı Yay., No:3
- KANBER, R., KIRDA, C. ve TEKİNEL, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları Ç.Ü. Zir. Fak. Yay. No:21, Ders Kitabı Yay. No:6, Adana.
- KANBER, R., 2002. Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:174, Ders Kitapları Yayın No:A-52, Adana, 530s.
- KARCHER, D.E. and RICHARDSON, M.D., 2003. Quantifying Turfgrass Color Using Digital Image Analysis. *Crop Sci.*, 43:943-951
- KIRDA, C. ve TEKİNEL, O., 1981. Tansiyometreler ve Sulama Uygulamalarında Kullanılabilen Olanakları, *DSİ Teknik Bülteni*, 48:23-33, Ankara
- KIRDA, C., VAN CLEEMPOT, O. and MOUTONNET, P., 1996. Plant Nutrient and Water Balance Studies Under Legume-Cereal Rotation Systems. Nuclear Methods for Plant Nutrients and Water Balance Studies. IAEA, pp 11-2. Vienna.
- KNEEBONE, W.R. and PEPPER, I.L., 1982. Consumptive Water Use by Sub-irrigated Turfgrass under Desert Conditions *Agronomy J.*, 74:419-423
- KNEEBONE, W.R., KOPEC, D.M. and MANCINO, C.F., 1992. Water Requirement and Irrigation in: Turfgrass (D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman, co-editors) *Agronomy* No:32, ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin USA, pp 441-473.
- KOPP, L.K. and GUILLARD, K., 2002. Clipping Management and Nitrogen Fertilization of Turfgrass: Growth, Nitrogen Utilization and Quality. *Crop Sci.*, 42:1225-1231
- KUMAR, P.V., RAMAKRISHNA, Y.S., RAMANA RAO, B.V., KHANDGONDA, I.R., VICTOR, U.S., SRIVASTAVA, N.N., RAO, G.G.S.N., 1999. Assessment of Plant-Extractable Soil Water in Castor Beans (*Ricinus*

- communis* L.) Using Infrared Thermometry. *Agricultural Water Management*, 39 (1999) 69-83.
- KJELGAARD, J.F., STOCKLE, C.O. and EVANS, R.G. 1996. Accuracy of Canopy Temperature energy Balance for Determining Daily Evapotranspiration. *Irrig. Sci.*, 16:149-157.
- MARTIN, D.L., WEHNER, D.J. and THROSSELL, C.S., 1994. Models For Predicting The Lower Limit Of The Canopy-Air Temperature Difference Of 2 Cool-Season Grasses. *Crop Science*, 34 (1): 192-198
- MEYER, J.L., and GIBEAULT, V.A., 1986. Turfgrass Performance under Reduced Irrigation. *California Agriculture*, July-August, pp 19-20
- NAKAYAMA, F.S. and REGINATO, R.J., 1982. Simplifying Neutron Moisture Meter Calibration. *Soil Science*, 133(1):48-51
- OLSEN, S.R. and SOMMERS, E.L., 1982. Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate, Methods of Soils Analysis. Chemical and Microbiological Properties, Part 2, 404-430
- OLUFAYO, A., BALDY, C. and RUELLE, P., 1996. Sorghum Yield, Water Use and Canopy Temperatures Under Different Levels of Irrigation. *Agricultural Water Management*, 30:77-90
- ORAL, N. ve AÇIKGÖZ, E., 1999. Bursa Bölgesinde Tesis Edilecek Çim Alanları için Tohum Karışımları, Ekim Oranları ve Azotlu Gübre Uygulaması Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt III, s 155-159, 15-18 Kasım, Adana.
- ÖRÇÜN, E., 1979. Özel Bahçe Mimarisi, Çim Sahaları Tesis ve Bakım Tekniği. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:152, İzmir, 99s.
- ORTA, A.H., ERDEM, Y. and ERDEM, T., 2003. Crop Water Stress Index for Watermelon. *Scientia Horticulturae*, 98:121-130.
- O'TOOLE, J.C. and HATFIELD, J.L., 1983. Effect of Wind on the Crop Water Stress Index Derived by Infrared Thermometry. *Agronomy J.*, 75:811-817.
- O'TOOLE, J.C. and REAL, J., 1984. Canopy target Dimensions for Infrared Thermometry. *Agronomy J.*, 76:863-865
- ÖDEMiŞ, B. ve BAŞTUĞ, R., 1996. İnfrared Termometre Tekniği Kullanılarak Pamukta Bitki Su Stresinin Değerlendirilmesi ve Sulamaların Programlanması. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23 (1999) 31-37.
- ÖZBEK, H., 1990. Toprak Bilgisi. Ç.Ü. Zir. Fak. Ders Kitabı No:34, Adana, 128ss

- ÖZBEK, H, KAYA, Z., GÖK, M ve KAPTAN, H., 1993. Toprak Bilimi (Scheffer/Schcaktshabel'den çeviri). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 73, Ders Kitapları Yayın No. 16, Adana, 816ss.
- PEACOCK, C.H. and DUDECK, A.E., 1984. Physiological Response of St. Augustinegrass to Irrigation Scheduling *Agronomy J.*, 76 (2):275-279.
- PHENE, C J., CLARK, D A and CARDON, G.E., 1996 Real-Time Calculation of Crop Evapotranspiration Using an Automated Pan Evaporation System. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.189-194, San Antonio, Texas.
- PINTER, P J, Jr., and REGINATO R.J., 1982. A Thermal Infrared Technique for Monitoring Cotton Water Stress and Scheduling Irrigation. *Trans. of the ASAE*, 25:1651-1655.
- REGINATO, R.J., 1983 Field Quantification of Crop Water Stress. *Trans. of the ASAE*, 26:772-775.
- REGINATO, R.J., and HOWE, J., 1985. Irrigation Scheduling Using Crop Indicators. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 111 (2):125-133.
- SAATÇI, F., 1975. Toprak İlimi Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No:214, Bornova, İzmir
- SADLER, E.J and VANBAVEL, C.H.M., 1982. A Simple Method to Calibrate an Infrared Thermometer *Agronomy J.*, 74 (6):1096-1098.
- RICHARDS, L A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils Agricultural Handbook No 60, USSS, 160pp
- SARI, M., AKSOY, T., KÖSEOĞLU, T., KAPLAN, M., KILIÇ, Ş ve PİLANALI, N., 1993. Akdeniz Üniversitesi Yerleşim Alanının Detaylı Toprak Etüdü ve İdeal Arazi Kullanım Planlaması Akdeniz Üniv. Yayınları, Antalya, 245ss
- SEPASKHAH, A.R. and KASHEFIPOUR, S.M., 1994. Relationships Between Leaf Water Potential, CWSI, Yield and Fruit Quality of Sweet Lime Under Drip Irrigation *Agricultural Water Management*, 25:13-22
- SNYDER, R.L., 1989. Irrigation Scheduling A Guide for Efficient On-Farm Water Management. Goldhamer, D A and Snyder R.L. (Eds) Chapter 3, pp21-22 University of California, Division of Agricultural and Natural Resources, Publication 21454.
- SNYDER, R.L., LAWRENCE, J.S., SHAW, D.A. and KABASHIMA, J.N. and HARIVANDI M.A., 1991 Turfgrass Irrigation Scheduling. Cooperative Extension University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Leaflet 21492

- STOKCLE, C.O. and DUGAS, W.A., 1992. Evaluating Canopy Temperature-Based Indices for Irrigation Scheduling. *Irrig. Sci.*, 13:31-37.
- TAN, C.S., 1993. Tomato yield-evapotranspiration relationships, seasonal canopy temperature and stomatal conductance as effected by irrigation. *Canadian J. Plant Sci.*, 73:257-264.
- THROSSSELL, C.S., CARROW, R.N. and MILLIKEN, G.A., 1987. Canopy Temperature Based Irrigation scheduling Indices for Kentucky Bluegrass Turf. *Crop Sci.*, 27:126-131.
- TOLK, J.A., HOWELL, T.A., STEINER, J.L., KRIEG, D.R. and SCHNEIDER, A.D., 1995. Role of Transpiration Suppression by Evaporation of Intercepted Water in Improving Irrigation Efficiency. *Irrig. Sci.*, 16:89-95.
- TURGEON, A.J., 1980. Turfgrasses Management. Reston Publishing Company. Inc., A Pretince-Hall Company Reston Virginia.
- TÜZÜNER, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı KHGM Yayınları, Ankara, 88ss.
- UZUN, G., 1999. Peyzaj Mimarlığında Çim ve Spor Alanları Yapımı. Ç.U Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:D-20, Adana, 170 ss.
- van GENUCHTEN, M.Th., LEIJ, F.J. and YATES S.R., 1991. The RETC Code for Quantifying the Hydrolic Functions of Unsaturated Soils, USSL, Agricultural Research Servis, Riverside, California.
- WALKER, G.K. and HATFIELD, J.L., 1983. Stress Measurement Using Foliage Temperatures. *Agronomy J.*, 75:623-629.
- WALSH, S. and DIAMOND, D., 1995. Non-Linear Curve Fitting Using Microsoft Excel Solver. *Talanta*, 42 (4):561-572.
- WANJURA, D.F., HATFIELD, J.L. and UPCHURCH, D.R., 1988. Stress Index Relationships with Crop Productivity, Paper no:swr 88-102, 19pp.
- WANJURA, D.F. and UPCHURCH, D.R., 1997. Accounting for Humidity in Canopy-Temperature-Contralled Irrigation Scheduling. *Agricultural Water Management*, 34:217-231.
- WILDE, S.A. and VOIGT, G.K., 1977. Munsell Color Chart for Plant Tissues. Munsell Color, Gretagmacbeth, New Windsor, New York.
- YAZAR, A., 1990. Utilization of Infrared Thermometry Technique for Assessing Crop Water Stres and Irrigation Scheduling for Soybean. *Doğa. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 14:517-533.

- YAZAR, A., 1993. Infrared Termometre ile Bitki Su Stresinin Ölçülmesi. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri Notları, 1-11ss., 13-24 Eylül, Tarsus.
- YAZAR, A., HOWELL, I. A., DUSEK, D. A. and COPELAND K. S., 1999. Evaluation of Crop Water Stress Index for LEPA Irrigated Corn *Irrig. Sci.*, 18:171-180
- YUAN, G., LUO, Yi., SUN, X. and TANG, D., 2004. Evaluation of A Crop Water Stress Index for Detecting Water Stress in Winter Wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 64:29-40.
- ZAPATA, F., 2003. Neutron and Gamma Probes: Their Use in Agronomy Second Edition., IAEA Training Course Series No 16, Vienna. 73pp.
- ZIPOLI, G., 1990. Remote Sensing for Scheduling Irrigation : Review of Thermal Infrared Approach *Acta Horticulture*, Vol 278, pp 281-288.

7. EKLER

Ek Çizelge-1. Araştırma Süresince Ölçülen Bazı İklimsel Veriler

(Haziran Ayı)

GÜN	SICAKLIKLAR (°C)			ORTALAMA			Toplam Yağış (mm)	Güneşlenme Süresi* (Saat)	Buharlaşma (mm)
	Maks	Min.	Ort	Basınç* (Mb)	Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)			
1	32.0	18.0	26.5	1006.5	56.0	1.9	-	12.3	5.6
2	30.0	19.0	25.2	1007.7	66.5	1.7	-	10.6	8.9
3	28.0	19.0	24.3	1007.3	73.7	2.2	-	11.2	7.4
4	29.0	19.0	24.1	1007.8	75.8	2.0	-	12.7	9.5
5	31.0	19.0	25.3	1007.0	66.0	2.8	-	12.5	6.8
6	32.0	20.0	26.4	1006.2	64.0	2.4	-	10.0	7.4
7	30.0	19.0	25.5	1006.2	66.4	2.0	-	13.1	6.9
8	29.0	18.0	24.7	1002.3	71.5	1.7	-	12.3	10.0
9	34.0	25.0	28.6	1003.1	75.5	1.6	-	12.9	7.3
10	35.0	22.0	29.0	1004.4	30.4	2.8	-	12.8	13.2
11	35.0	23.0	29.7	1005.7	31.3	2.2	-	13.0	14.1
12	35.0	21.0	30.0	1007.6	36.2	2.8	-	13.1	14.0
13	31.0	23.0	30.5	1007.0	50.6	2.5	-	13.1	10.0
14	32.0	21.0	29.3	1003.2	69.2	1.5	-	10.9	8.0
15	38.0	23.0	33.0	998.4	51.4	2.3	-	12.5	9.4
16	39.0	26.0	31.8	997.2	34.6	2.5	-	12.9	12.8
17	37.0	24.0	30.2	999.5	39.0	1.7	-	12.8	10.0
18	38.0	24.0	28.7	1000.4	54.0	1.6	4.7	9.7	7.0
19	30.0	24.0	27.3	998.0	69.1	1.9	-	10.2	8.2
20	33.0	23.	28.4	999.3	72.7	2.3	-	12.9	5.3
21	30.0	21.0	29.1	1003.1	65.4	2.8	-	12.9	5.5
22	31.0	23.0	28.6	1002.4	75.4	2.4	-	13.0	7.0
23	32.0	21.0	28.5	999.6	74.3	1.6	2.3	7.9	10.0
24	33.0	24.0	28.1	997.7	74.1	1.8	-	9.3	6.0
25	33.0	24.0	30.4	1001.8	61.7	2.0	-	13.2	8.2
26	36.0	24.0	32.3	1003.1	45.5	2.6	-	13.4	11.3
27	38.0	25.0	35.8	1002.9	39.6	2.3	-	12.9	12.0
28	38.0	26.0	32.4	1002.1	50.2	4.2	-	13.0	14.2
29	38.0	28.0	33.2	1003.6	34.6	2.3	-	11.9	13.8
30	38.0	23.0	30.9	1002.0	29.4	2.8	-	13.2	14.0

* Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtlarından Alınmıştır

Ek Çizelge-1'in Devamı

(Temmuz Ayı)

GÜN	SICAKLIKLAR (°C)			ORTALAMA			Toplam Yağış (mm)	Güneşlenme Süresi* (Saat)	Buharlaşma (mm)
	Maks	Min.	Ort	Basınç* (Mb)	Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)			
1	41.0	27.0	33.8	1001.3	48.4	1.6	-	13.3	14.0
2	39.0	25.0	30.8	1001.1	36.4	1.4	-	13.1	10.0
3	36.0	23.0	30.5	998.6	56.8	0.8	-	13.1	9.0
4	42.0	22.5	28.2	999.2	58.2	1.7	-	13.2	13.5
5	41.0	29.0	35.5	999.7	27.5	1.0	-	13.2	17.5
6	41.0	27.0	34.1	999.0	38.2	1.1	-	13.3	12.5
7	40.5	28.0	32.4	997.4	42.5	1.1	-	13.1	13.5
8	34.0	25.5	31.6	998.3	44.8	1.0	-	12.8	10.0
9	42.0	29.0	35.8	997.0	75.3	1.5	-	12.9	9.0
10	41.0	28.0	35.0	996.4	26.0	1.1	-	13.0	15.5
11	43.0	28.0	37.0	994.5	19.6	1.4	-	13.1	13.5
12	40.5	26.5	33.2	995.1	25.6	2.1	-	13.0	15.0
13	41.0	30.0	36.3	998.1	37.5	0.9	-	12.8	16.0
14	34.0	29.0	31.5	997.2	32.5	1.3	-	12.6	11.5
15	32.0	28.0	30.4	997.1	66.8	1.7	-	11.4	10.5
16	32.0	26.0	28.5	1001.0	67.5	1.6	-	6.8	10.0
17	35.0	26.0	30.2	1004.2	59.2	1.4	-	13.1	10.0
18	38.0	26.0	32.6	1004.2	47.1	2.1	-	13.2	17.0
19	38.5	24.5	31.3	1001.7	34.5	1.1	-	13.2	13.0
20	38.0	25.0	32.0	999.7	34.6	1.3	-	13.3	12.5
21	40.0	26.0	30.0	998.6	37.6	1.2	-	13.3	14.5
22	41.0	26.0	34.0	998.1	38.0	1.2	-	13.4	12.5
23	40.0	26.0	38.5	998.7	33.5	1.5	-	13.2	13.5
24	40.0	26.0	33.9	997.3	34.4	1.2	-	13.2	12.0
25	34.0	26.0	30.3	997.2	50.3	1.6	-	11.3	11.0
26	33.5	25.0	29.8	999.1	75.2	0.9	-	12.7	10.0
27	33.0	26.0	28.0	1001.4	71.5	1.6	-	12.2	6.0
28	32.0	26.0	29.7	1001.7	70.2	1.1	-	11.8	6.0
29	36.0	26.0	32.0	999.7	76.7	1.1	-	12.4	8.0
30	34.0	26.0	30.3	999.7	59.2	1.0	-	12.7	13.5
31	32.0	26.0	29.4	999.8	67.3	1.8	-	11.3	12.5

* Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtlarından Alınmıştır

Ek Çizelge-1'in Devamı

(Ağustos Ayı)

GÜN	SICAKLIKLAR (°C)			ORTALAMA			Toplam Yağış (mm)	Güneşlenme Süresi* (Saat)	Buharlaşma (mm)
	Maks.	Min.	Ort	Basınç* (Mb)	Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)			
1	32.0	24.5	29.4	998.9	72.6	1.2	-	11.3	9.5
2	31.0	24.0	29.0	996.8	71.3	0.8	-	11.4	10.5
3	34.0	26.0	29.7	995.2	70.2	1.2	-	10.7	8.0
4	36.0	26.0	30.8	997.4	72.4	1.3	-	11.6	7.0
5	34.5	26.0	30.6	999.1	65.2	1.0	-	10.6	6.0
6	34.0	26.0	30.4	1000.3	69.5	1.3	-	11.9	5.0
7	34.0	26.0	30.2	999.8	68.4	0.7	-	11.4	5.5
8	34.0	26.0	30.6	998.1	72.1	1.6	-	12.1	7.5
9	34.5	25.5	29.5	998.4	72.5	1.4	-	11.6	10.0
10	33.0	26.0	30.1	997.7	75.2	1.2	-	8.6	5.0
11	37.0	26.0	31.8	995.4	72.4	1.4	-	11.9	12.5
12	38.0	29.0	32.1	998.7	54.4	1.8	-	12.8	13.5
13	39.0	26.0	31.8	1000.3	32.0	1.4	-	12.8	12.0
14	35.5	26.0	30.3	1000.6	38.3	1.3	-	12.5	11.0
15	34.0	26.0	30.2	998.1	60.4	1.3	-	12.0	7.0
16	31.5	23.8	27.5	998.7	71.4	2.0	-	11.8	6.0
17	32.0	25.0	28.8	1002.3	72.5	1.4	-	10.7	7.0
18	35.0	26.0	30.0	1003.1	54.4	1.5	-	11.9	8.0
19	39.0	30.0	32.5	1000.4	45.2	1.0	-	12.5	11.0
20	38.0	26.0	32.5	998.2	40.5	1.4	-	12.4	10.0
21	39.0	26.0	32.3	999.5	30.4	1.6	-	12.3	12.5
22	37.0	26.0	31.0	1001.1	47.6	1.2	-	12.2	12.5
23	34.0	25.5	29.5	1002.1	52.3	1.5	-	11.7	13.5
24	36.5	25.0	30.0	1002.4	45.5	2.0	-	11.5	12.5
25	38.0	26.5	31.5	1001.8	35.2	2.4	-	12.1	11.5
26	40.0	26.0	29.5	1000.2	38.1	2.7	-	12.5	11.5
27	37.5	26.0	32.0	998.7	40.4	1.3	-	11.3	8.0
28	34.0	27.0	31.0	998.9	53.3	1.5	-	11.2	7.0
29	33.0	27.0	30.1	1003.3	69.8	1.3	-	11.8	7.5
30	33.5	25.0	30.0	1003.7	70.1	1.9	-	11.7	8.5
31	34.0	25.5	30.0	1002.4	68.6	1.4	-	11.6	8.5

* Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtlarından Alınmıştır

Ek Çizelge-1'in Devamı

(Eylül Ayı)

GÜN	SICAKLIKLAR (°C)			ORTALAMA			Toplam Yağış (mm)	Güneşlenme Süresi* (Saat)	Buharlaşma (mm)
	Maks.	Min.	Ort.	Basınç* (Mb)	Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)			
1	33.0	23.0	27.9	1006.7	63.5	1.5	-	10.9	6.5
2	33.0	24.0	29.0	1007.2	67.1	1.3	-	10.9	6.0
3	35.5	24.5	29.0	1008.6	58.6	1.5	-	9.2	8.0
4	39.0	27.0	30.5	1007.4	43.2	2.4	-	9.7	10.0
5	36.5	25.0	30.0	1006.0	35.3	2.3	-	11.4	11.0
6	35.5	25.0	29.0	1008.3	25.3	2.3	-	10.9	12.5
7	35.0	24.0	27.5	1010.9	37.2	2.6	-	10.9	10.5
8	36.5	24.0	26.5	1009.0	45.4	1.9	-	9.7	12.0
9	34.0	21.0	25.5	1007.2	63.2	3.1	-	10.9	10.0
10	33.5	20.0	25.0	1010.7	28.7	3.0	-	11.1	9.0
11	32.5	21.0	25.0	1012.8	31.2	1.7	-	10.4	13.0
12	32.0	22.0	26.0	1012.9	33.1	1.8	-	9.9	12.0
13	31.5	19.5	24.3	1012.6	41.5	1.4	-	11.4	10.0
14	32.0	23.0	28.0	1014.0	58.7	2.9	-	10.9	9.0
15	33.0	19.0	25.2	1011.6	56.7	2.5	-	10.7	6.0
16	32.0	19.0	26.1	1008.2	59.0	1.7	-	9.5	7.0
17	32.0	19.0	24.1	1008.1	59.6	1.7	-	10.3	5.0
18	36.0	22.0	28.1	1010.1	50.0	1.5	-	10.5	6.5
19	36.0	23.0	27.9	1011.3	44.3	1.9	-	9.7	8.5
20	35.5	21.0	25.8	1012.2	50.3	2.5	-	9.4	8.0
21	33.0	22.0	24.1	1011.0	61.0	2.3	-	10.5	6.0
22	31.0	20.0	24.5	1008.7	54.0	1.7	-	10.2	5.0
23	32.0	25.0	28.3	1009.7	64.7	2.5	-	10.3	8.0
24	31.0	25.0	27.5	1011.9	65.2	2.2	-	6.4	4.0
25	30.0	24.0	25.5	1013.8	62.0	2.8	1.5	9.2	5.0
26	35.0	22.0	27.7	1013.7	70.0	2.5	-	9.6	6.0
27	35.0	22.0	26.6	1013.5	55.2	2.7	-	10.1	7.0
28	42.0	22.0	34.2	1012.5	36.5	2.2	-	9.4	10.0
29	40.0	25.0	32.7	1010.6	36.3	2.0	-	10.2	10.0
30	35.0	24.0	30.6	1012.0	47.4	2.4	-	9.7	10.0

* Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtlarından Alınmıştır

Ek Çizelge-2. Araştırma Süresince 30 cm'lik Toprak Profiline Belirlenen Nem Değerleri (mm)

(S₁ Konusu)

Tarih	Nem İçeriği (mm)		Tarih	Nem İçeriği (mm)	
	Gravimetrik	Nötron		Gravimetrik	Nötron
02.06.2004	96.50	97.80	21.07.2004	89.68	88.34
03.06.2004	-	96.02	22.07.2004	-	91.02
04.06.2004	-	99.59	23.07.2004	-	87.80
05.06.2004	-	96.20	24.07.2004	-	90.48
06.06.2004	-	99.41	25.07.2004	-	87.27
07.06.2004	-	96.91	26.07.2004	-	89.77
08.06.2004	-	98.70	27.07.2004	-	86.73
09.06.2004	-	95.48	28.07.2004	-	89.41
10.06.2004	95.14	97.98	29.07.2004	-	86.20
11.06.2004	-	96.20	30.07.2004	-	88.34
12.06.2004	-	97.98	31.07.2004	86.80	85.48
13.06.2004	-	95.48	01.08.2004	-	87.27
14.06.2004	-	98.16	02.08.2004	-	84.05
15.06.2004	-	94.77	03.08.2004	-	86.55
16.06.2004	-	97.80	04.08.2004	-	84.41
17.06.2004	-	94.05	05.08.2004	-	86.91
18.06.2004	-	97.45	06.08.2004	-	84.05
19.06.2004	-	93.70	07.08.2004	-	86.73
20.06.2004	-	97.27	08.08.2004	-	84.77
21.06.2004	-	93.70	09.08.2004	-	87.27
22.06.2004	95.43	97.45	10.08.2004	-	84.95
23.06.2004	-	94.23	11.08.2004	87.83	86.91
24.06.2004	-	96.91	12.08.2004	-	84.41
25.06.2004	-	94.05	13.08.2004	-	87.09
26.06.2004	-	96.91	14.08.2004	-	85.13
27.06.2004	-	94.41	15.08.2004	-	87.27
28.06.2004	-	95.84	16.08.2004	-	85.13
29.06.2004	-	93.70	18.08.2004	86.88	-
30.06.2004	-	95.13	24.08.2004	87.45	-
01.07.2004	-	92.63	30.08.2004	88.67	-
02.07.2004	-	93.70	03.09.2004	87.94	-
03.07.2004	-	91.91	07.09.2004	87.45	-
04.07.2004	-	92.63	12.09.2004	87.67	-
05.07.2004	92.10	90.84	17.09.2004	88.20	-
06.07.2004	-	92.27	21.09.2004	88.44	-
07.07.2004	-	90.30	26.09.2004	88.77	-
08.07.2004	-	91.55	30.09.2004	87.62	-
09.07.2004	-	89.95			
10.07.2004	-	91.20			
11.07.2004	-	89.77			
12.07.2004	-	90.84			
13.07.2004	-	89.95			
14.07.2004	-	91.38			
15.07.2004	-	90.13			
16.07.2004	-	91.20			
17.07.2004	-	89.95			
18.07.2004	-	91.20			
19.07.2004	-	89.77			
20.07.2004	-	90.84			

Ek Çizelge-2'nin Devamı

(S₂ Konusu)

Tarih	Nem İçeriği (mm)		Tarih	Nem İçeriği (mm)	
	Gravimetrik	Nötron		Gravimetrik	Nötron
02.06.2004	98.27	98.88	21.07.2004	85.69	86.91
03.06.2004	-	96.38	22.07.2004	-	88.70
04.06.2004	-	99.05	23.07.2004	-	85.48
05.06.2004	-	93.34	24.07.2004	-	88.70
06.06.2004	-	97.98	25.07.2004	-	84.95
07.06.2004	-	96.20	26.07.2004	-	87.80
08.06.2004	-	98.16	27.07.2004	-	85.13
09.06.2004	-	95.48	28.07.2004	-	87.98
10.06.2004	89.18	95.84	29.07.2004	-	84.59
11.06.2004	-	95.48	30.07.2004	-	86.91
12.06.2004	-	96.20	31.07.2004	82.90	83.52
13.06.2004	-	94.59	01.08.2004	-	85.48
14.06.2004	-	96.91	02.08.2004	-	82.63
15.06.2004	-	95.30	03.08.2004	-	84.95
16.06.2004	-	96.73	04.08.2004	-	81.91
17.06.2004	-	94.41	05.08.2004	-	84.77
18.06.2004	-	95.84	06.08.2004	-	82.98
19.06.2004	-	94.41	07.08.2004	-	85.48
20.06.2004	-	95.84	08.08.2004	-	82.80
21.06.2004	-	94.05	09.08.2004	-	84.95
22.06.2004	94.03	95.13	10.08.2004	-	81.38
23.06.2004	-	93.70	11.08.2004	82.85	83.34
24.06.2004	-	94.95	12.08.2004	-	80.84
25.06.2004	-	93.16	13.08.2004	-	82.98
26.06.2004	-	94.59	14.08.2004	-	81.20
27.06.2004	-	92.09	15.08.2004	-	84.95
28.06.2004	-	93.34	16.08.2004	-	82.63
29.06.2004	-	91.55	18.08.2004	86.37	-
30.06.2004	-	92.98	24.08.2004	85.14	-
01.07.2004	-	90.84	30.08.2004	83.53	-
02.07.2004	-	92.63	03.09.2004	83.86	-
03.07.2004	-	90.30	07.09.2004	84.38	-
04.07.2004	-	91.55	12.09.2004	83.68	-
05.07.2004	88.65	89.05	17.09.2004	83.10	-
06.07.2004	-	90.48	21.09.2004	83.10	-
07.07.2004	-	88.88	26.09.2004	84.45	-
08.07.2004	-	90.13	30.09.2004	83.56	-
09.07.2004	-	88.70			
10.07.2004	-	89.77			
11.07.2004	-	88.34			
12.07.2004	-	89.77			
13.07.2004	-	88.16			
14.07.2004	-	89.41			
15.07.2004	-	88.16			
16.07.2004	-	89.05			
17.07.2004	-	87.98			
18.07.2004	-	88.70			
19.07.2004	-	86.73			
20.07.2004	-	88.34			

Ek Çizelge-2'nin Devamı

(S₃ Konusu)

Tarih	Nem İçeriği (mm)		Tarih	Nem İçeriği (mm)	
	Gravimetrik	Nötron		Gravimetrik	Nötron
02.06.2004	96.00	98.59	21.07.2004	79.03	77.98
03.06.2004	-	96.02	22.07.2004	-	80.13
04.06.2004	-	92.63	23.07.2004	-	77.27
05.06.2004	-	89.05	24.07.2004	-	79.23
06.06.2004	-	90.30	25.07.2004	-	76.91
07.06.2004	-	86.91	26.07.2004	-	78.88
08.06.2004	-	87.98	27.07.2004	-	76.73
09.06.2004	-	88.52	28.07.2004	-	77.98
10.06.2004	84.87	87.45	29.07.2004	-	75.84
11.06.2004	-	83.88	30.07.2004	-	77.27
12.06.2004	-	85.48	31.07.2004	76.65	74.23
13.06.2004	-	83.70	01.08.2004	-	76.55
14.06.2004	-	85.84	02.08.2004	-	72.45
15.06.2004	-	83.16	03.08.2004	-	77.63
16.06.2004	-	86.73	04.08.2004	-	73.34
17.06.2004	-	84.95	05.08.2004	-	75.48
18.06.2004	-	85.48	06.08.2004	-	72.98
19.06.2004	-	84.05	07.08.2004	-	75.84
20.06.2004	-	86.20	08.08.2004	-	72.63
21.06.2004	-	83.16	09.08.2004	-	75.13
22.06.2004	81.58	84.05	10.08.2004	-	71.91
23.06.2004	-	82.63	11.08.2004	74.30	74.05
24.06.2004	-	83.70	12.08.2004	-	71.55
25.06.2004	-	81.91	13.08.2004	-	74.41
26.06.2004	-	82.98	14.08.2004	-	72.27
27.06.2004	-	81.20	15.08.2004	-	74.05
28.06.2004	-	81.55	16.08.2004	-	72.45
29.06.2004	-	80.13	18.08.2004	75.32	-
30.06.2004	-	80.84	24.08.2004	74.04	-
01.07.2004	-	80.13	30.08.2004	76.49	-
02.07.2004	-	80.48	03.09.2004	76.01	-
03.07.2004	-	79.41	07.09.2004	76.79	-
04.07.2004	-	80.84	12.09.2004	76.52	-
05.07.2004	79.40	79.77	17.09.2004	76.44	-
06.07.2004	-	80.48	21.09.2004	76.17	-
07.07.2004	-	79.05	26.09.2004	73.98	-
08.07.2004	-	80.13	30.09.2004	74.21	-
09.07.2004	-	78.88			
10.07.2004	-	79.77			
11.07.2004	-	79.05			
12.07.2004	-	79.59			
13.07.2004	-	78.70			
14.07.2004	-	79.23			
15.07.2004	-	78.88			
16.07.2004	-	79.05			
17.07.2004	-	78.34			
18.07.2004	-	78.70			
19.07.2004	-	77.63			
20.07.2004	-	78.88			

Ek Çizelge-2'nin Devamı

(S₄ Konusu)

Tarih	Nem İçeriği (mm)		Tarih	Nem İçeriği (mm)	
	Gravimetrik	Nötron		Gravimetrik	Nötron
02.06.2004	97.07	98.52	21.07.2004	56.22	59.41
03.06.2004	-	96.20	22.07.2004	-	58.88
04.06.2004	-	86.55	23.07.2004	-	58.70
05.06.2004	-	83.34	24.07.2004	-	59.05
06.06.2004	-	77.98	25.07.2004	-	58.16
07.06.2004	-	75.84	26.07.2004	-	58.52
08.06.2004	-	75.30	27.07.2004	-	58.16
09.06.2004	-	73.34	28.07.2004	-	58.34
10.06.2004	75.41	74.95	29.07.2004	-	58.34
11.06.2004	-	74.05	30.07.2004	-	58.88
12.06.2004	-	72.27	31.07.2004	58.48	59.23
13.06.2004	-	71.38	01.08.2004	-	60.13
14.06.2004	-	70.48	02.08.2004	-	59.59
15.06.2004	-	69.05	03.08.2004	-	58.88
16.06.2004	-	69.59	04.08.2004	-	59.23
17.06.2004	-	67.98	05.08.2004	-	57.98
18.06.2004	-	67.63	06.08.2004	-	59.05
19.06.2004	-	67.09	07.08.2004	-	59.95
20.06.2004	-	67.80	08.08.2004	-	59.41
21.06.2004	-	67.63	09.08.2004	-	58.88
22.06.2004	65.92	67.45	10.08.2004	-	58.52
23.06.2004	-	65.30	11.08.2004	56.06	58.52
24.06.2004	-	64.77	12.08.2004	-	58.34
25.06.2004	-	61.91	13.08.2004	-	58.16
26.06.2004	-	61.55	14.08.2004	-	57.98
27.06.2004	-	61.20	15.08.2004	-	57.98
28.06.2004	-	61.55	16.08.2004	-	58.16
29.06.2004	-	61.38	18.08.2004	56.46	-
30.06.2004	-	60.66	24.08.2004	56.22	-
01.07.2004	-	59.41	30.08.2004	57.16	-
02.07.2004	-	60.30	03.09.2004	56.00	-
03.07.2004	-	61.55	07.09.2004	55.74	-
04.07.2004	-	60.84	12.09.2004	57.24	-
05.07.2004	57.17	60.66	17.09.2004	56.98	-
06.07.2004	-	59.41	21.09.2004	57.12	-
07.07.2004	-	60.30	26.09.2004	56.62	-
08.07.2004	-	59.77	30.09.2004	56.84	-
09.07.2004	-	61.20			
10.07.2004	-	60.84			
11.07.2004	-	61.02			
12.07.2004	-	60.13			
13.07.2004	-	59.95			
14.07.2004	-	59.41			
15.07.2004	-	58.88			
16.07.2004	-	58.52			
17.07.2004	-	58.88			
18.07.2004	-	58.52			
19.07.2004	-	59.77			
20.07.2004	-	59.23			

Ek Çizelge-2'nin Devamı.

(Susuz Parsel)

Tarih	Nem İçeriği (mm)		Tarih	Nem İçeriği (mm)	
	Gravimetrik	Nötron		Gravimetrik	Nötron
02.06.2004	95.22	99.05	21.07.2004	19.85	19.41
03.06.2004	-	96.20	22.07.2004	-	18.70
04.06.2004	-	84.95	23.07.2004	-	17.98
05.06.2004	-	81.55	24.07.2004	-	17.09
06.06.2004	-	75.48	25.07.2004	-	16.91
07.06.2004	-	69.41	26.07.2004	-	16.55
08.06.2004	-	66.20	27.07.2004	-	16.20
09.06.2004	-	62.98	28.07.2004	-	15.48
10.06.2004	57.95	60.13	29.07.2004	-	15.48
11.06.2004	-	55.48	30.07.2004	-	15.48
12.06.2004	-	50.13	31.07.2004	15.78	15.13
13.06.2004	-	47.63	01.08.2004	-	15.13
14.06.2004	-	42.27	02.08.2004	-	15.12
15.06.2004	-	37.80	03.08.2004	-	15.13
16.06.2004	-	37.27	04.08.2004	-	15.13
17.06.2004	-	36.73	05.08.2004	-	15.13
18.06.2004	-	35.48	06.08.2004	-	14.95
19.06.2004	-	34.23	07.08.2004	-	14.77
20.06.2004	-	33.88	08.08.2004	-	14.41
21.06.2004	-	33.88	09.08.2004	-	14.05
22.06.2004	34.64	33.70	10.08.2004	-	14.05
23.06.2004	-	32.98	11.08.2004	12.33	13.70
24.06.2004	-	31.91	12.08.2004	-	13.34
25.06.2004	-	31.20	13.08.2004	-	13.34
26.06.2004	-	29.77	14.08.2004	-	13.34
27.06.2004	-	29.05	15.08.2004	-	13.34
28.06.2004	-	28.34	16.08.2004	-	13.34
29.06.2004	-	28.34	18.08.2004	12.45	-
30.06.2004	-	27.63	24.08.2004	12.63	-
01.07.2004	-	27.63	30.08.2004	13.95	-
02.07.2004	-	27.63	03.09.2004	13.29	-
03.07.2004	-	27.63	07.09.2004	13.51	-
04.07.2004	-	27.63	12.09.2004	14.16	-
05.07.2004	24.74	27.45	17.09.2004	13.50	-
06.07.2004	-	26.73	21.09.2004	13.50	-
07.07.2004	-	26.20	26.09.2004	13.50	-
08.07.2004	-	25.84	30.09.2004	13.50	-
09.07.2004	-	24.23			
10.07.2004	-	24.05			
11.07.2004	-	22.80			
12.07.2004	-	21.91			
13.07.2004	-	21.20			
14.07.2004	-	20.30			
15.07.2004	-	19.59			
16.07.2004	-	19.59			
17.07.2004	-	19.59			
18.07.2004	-	19.59			
19.07.2004	-	19.41			
20.07.2004	-	19.41			

Ek Çizelge-3. Araştırma Konularında 10 cm Derinlikteki Tansiyometre Okumaları (cb).

(Haziran Ayı)

Gün	Konular				
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Susuz
1	-	-	-	-	-
2	8	8	8	8	8
3	10	10	10	11	10
4	8	9	10	12	14
5	10	12	14	18	24
6	8	9	16	20	32
7	10	11	19	26	38
8	7	8	20	29	40
9	11	13	22	35	45
10	8	9	17	38	50
11	11	12	20	43	57
12	9	10	19	46	62
13	12	12	20	50	68
14	9	9	22	52	70
15	12	12	20	56	74
16	8	9	18	58	80
17	10	11	22	62	80
18	8	8	20	65	80
19	10	11	22	69	80
20	7	8	19	70	80
21	10	10	22	73	80
22	8	8	18	75	80
23	10	11	20	76	80
24	8	9	17	76	80
25	10	12	21	76	80
26	8	8	18	78	80
27	11	11	24	80	80
28	7	8	20	80	80
29	10	11	24	80	80
30	8	9	18	80	80
Ort.	9.172	9.931	18.620	53.517	61.793

Ek Çizelge-3'ün Devamı.

(Temmuz Ayı)

Gün	Konular				
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Susuz
1	10	10	20	80	80
2	8	8	15	-	-
3	11	12	18	-	-
4	9	10	18	-	-
5	12	12	24	-	-
6	8	9	19	-	-
7	10	12	23	-	-
8	8	9	18	-	-
9	9	10	22	-	-
10	7	8	16	-	-
11	10	12	20	-	-
12	8	10	22	-	-
13	11	12	28	-	-
14	8	12	18	-	-
15	12	12	22	-	-
16	8	9	17	-	-
17	10	11	20	-	-
18	7	8	16	-	-
19	10	12	19	-	-
20	8	8	15	-	-
21	12	12	20	-	-
22	9	9	16	-	-
23	12	12	20	-	-
24	9	9	17	-	-
25	12	13	22	-	-
26	8	8	15	-	-
27	10	10	17	-	-
28	8	8	14	-	-
29	10	12	18	-	-
30	7	9	18	-	-
31	10	12	22	-	-
Ort.	9.387	10.258	19.000	80.000	80.000

Ek Çizelge-3'ün Devamı.

(Ağustos Ayı)

Gün	Konular				
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Susuz
1	8	8	17	80.000	80.000
2	9	10	20	-	-
3	7	8	15	-	-
4	9	11	18	-	-
5	8	8	16	-	-
6	10	10	20	-	-
7	11	11	20	-	-
8	13	13	22	-	-
9	9	10	20	-	-
10	10	12	23	-	-
11	9	10	20	-	-
12	11	12	22	-	-
13	8	8	16	-	-
14	10	10	18	-	-
15	8	9	16	-	-
16	10	10	18	-	-
17	9	9	18	-	-
18	10	11	20	-	-
19	8	8	19	-	-
20	12	12	22	-	-
21	9	10	17	-	-
22	11	12	20	-	-
23	10	10	16	-	-
24	12	12	22	-	-
25	10	10	20	-	-
26	11	12	20	-	-
27	8	10	18	-	-
28	12	12	19	-	-
29	10	11	16	-	-
30	12	12	20	-	-
31	9	10	18	-	-
Ort.	9.774	10.354	18.903	80.000	80.000

Ek Çizelge-3'ün Devamı

(Eylül Ayı)

Gün	Konular				
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Susuz
1	11	12	21	80.000	80.000
2	8	8	19	-	-
3	12	12	20	-	-
4	10	10	18	-	-
5	12	12	20	-	-
6	9	10	17	-	-
7	11	11	19	-	-
8	8	8	16	-	-
9	10	10	18	-	-
10	8	9	16	-	-
11	10	10	19	-	-
12	7	8	16	-	-
13	10	11	18	-	-
14	8	9	16	-	-
15	10	11	18	-	-
16	8	9	16	-	-
17	10	10	18	-	-
18	8	9	17	-	-
19	12	11	18	-	-
20	10	10	16	-	-
21	12	12	19	-	-
22	8	10	18	-	-
23	10	11	19	-	-
24	8	9	17	-	-
25	10	11	20	-	-
26	8	9	18	-	-
27	10	11	20	-	-
28	9	10	20	-	-
29	12	12	24	-	-
30	10	10	20	-	-
Ort.	9.633	10.166	18.366	80.000	80.000

Ek Çizelge-4. Su Stressiz Baz Çizgisi Verileri

Tarih	Ölçüm Saatleri	Tc-Ta (°C)	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Oransal Nem (%)
06 07 2004	9:00	-6.1	6.4	1.0	8.0
	9:30	-6.6	6.5	1.0	7.0
	10:00	-6.4	6.7	1.5	6.0
	10:30	-6.2	6.8	1.5	6.0
	11:00	-7.0	7.0	1.0	5.0
	11:30	-8.2	8.7	1.0	2.0
	12:00	-8.5	9.1	1.5	1.0
	12:30	-9.2	9.5	2.0	1.0
	13:00	-8.9	9.2	2.0	2.0
	13:30	-8.4	9.0	1.5	3.0
	14:00	-9.4	9.6	2.0	2.0
	14:30	-8.5	9.1	2.0	4.0
	15:00	-8.2	8.9	2.5	3.0
	15:30	-8.1	8.7	1.5	2.0
	16:00	-8.0	8.4	1.5	4.0
14 07 2004	9:00	-3.0	3.2	2.5	42.0
	9:30	-3.6	3.5	2.5	40.0
	10:00	-3.2	3.5	3.0	40.0
	10:30	-3.4	3.7	3.0	38.0
	11:00	-3.2	3.7	3.0	35.0
	11:30	-3.6	3.8	3.5	36.0
	12:00	-3.8	3.9	3.0	34.0
	12:30	-3.6	4.0	3.0	33.0
	13:00	-3.9	4.5	3.5	35.0
	13:30	-3.5	3.6	3.5	36.0
	14:00	-3.7	4.0	3.0	34.0
	14:30	-4.3	4.3	3.5	33.0
	15:00	-4.0	4.2	3.5	32.0
	15:30	-3.9	4.0	3.0	34.0
16:00	-3.8	3.7	3.0	37.0	

Ek Çizelge-4'ün Devamı.

Tarih	Ölçüm Saatleri	Tc-Ta (°C)	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Oransal Nem (%)
22 07.2004	9:00	-6.3	5.8	3.5	8.0
	9:30	-6.6	6.5	3.0	8.0
	10:00	-6.6	6.8	2.5	6.0
	10:30	-6.8	7.0	3.0	4.0
	11:00	-7.0	7.2	3.0	4.0
	11:30	-7.7	8.5	3.5	3.0
	12:00	-8.0	8.6	4.0	2.0
	12:30	-8.1	8.5	4.0	2.0
	13:00	-8.3	8.7	2.5	1.0
	13:30	-8.0	8.5	3.0	1.0
	14:00	-8.8	9.0	3.5	2.0
	14:30	-8.7	8.9	3.0	1.0
	15:00	-7.9	8.6	2.5	3.0
	15:30	-8.4	8.8	2.5	2.0
	16:00	-8.4	8.6	2.0	5.0
07 08.2004	9:00	-1.4	2.5	2.5	60.0
	9:30	-1.3	2.6	2.0	60.0
	10:00	-1.4	2.6	2.0	58.0
	10:30	-2.2	2.7	2.5	56.0
	11:00	-1.9	2.9	3.0	50.0
	11:30	-1.8	3.3	2.0	52.0
	12:00	-1.2	2.9	2.0	52.0
	12:30	-1.9	3.0	2.0	48.0
	13:00	-2.0	3.1	2.5	48.0
	13:30	-1.9	3.2	2.5	46.0
	14:00	-3.0	3.8	3.0	44.0
	14:30	-2.6	3.4	3.0	45.0
	15:00	-2.5	3.5	3.0	42.0
	15:30	-2.0	3.1	2.5	40.0
	16:00	-1.5	2.9	3.0	45.0

Ek Çizelge-5. Su Stresli Baz Çizgisi Verileri.

Tarih	Ölçüm Saatleri	Ta (°C)	Tc-Ta (°C)	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Oransal Nem (%)
20.06.2004	11:00	35.8	9.0	3.9	3.0	33.0
	12:00	36.2	9.6	3.8	2.5	35.0
	13:00	36.5	9.5	4.0	2.5	32.0
	14:00	36.1	9.7	4.1	3.0	31.0
21.06.2004	11:00	35.0	9.2	2.9	3.0	45.0
	12:00	34.8	9.5	3.0	3.0	42.0
	13:00	35.2	9.3	3.2	3.0	43.0
	14:00	35.8	10.2	3.3	3.0	41.0
22.06.2004	11:00	34.8	8.5	2.7	2.5	51.0
	12:00	35.7	10.9	3.0	3.0	48.0
	13:00	36.3	8.5	3.1	3.0	45.0
	14:00	36.5	10	3.3	2.5	46.0
23.06.2004	11:00	34.5	9.3	2.5	3.0	73.0
	12:00	34.4	9.5	2.7	1.5	72.0
	13:00	34.6	9.4	2.5	3.0	68.0
	14:00	35.0	9.7	2.9	2.5	64.0
24.06.2004	11:00	38.1	10.3	5.6	2.0	15.0
	12:00	37.2	9.0	5.1	3.0	20.0
	13:00	37.6	9.8	5.3	4.0	22.0
	14:00	37.4	9.7	5.0	3.0	21.0
25.06.2004	11:00	37.8	9.4	5.5	2.5	15.0
	12:00	38.1	10.9	5.6	2.0	12.0
	13:00	38.5	10.6	6.0	3.0	10.0
	14:00	39.2	9.4	6.5	3.0	11.0
26.06.2004	11:00	38.6	9.3	5.4	2.0	17.0
	12:00	39.2	10.1	5.8	2.5	13.0
	13:00	39.0	10.2	6.4	3.0	18.0
	14:00	39.1	9.7	6.5	3.0	14.0
27.06.2004	11:00	39.1	10.6	7.1	2.5	9.0
	12:00	40.2	11.5	7.6	2.0	8.0
	13:00	40.0	12.3	8.2	3	6.0
	14:00	39.8	11.2	8.4	1.5	7.0
28.06.2004	11:00	40.1	10.0	7.6	2.5	1.0
	12:00	41.1	10.1	7.7	2.0	1.0
	13:00	42.1	9.6	8.2	1.5	1.0
	14:00	41.2	10.5	8.7	1.0	1.0
29.06.2004	11:00	40.0	11.5	7.0	1.5	2.0
	12:00	39.9	12.1	7.3	2.0	1.0
	13:00	41.5	10.2	7.9	2.0	2.0
	14:00	43.9	13.7	9.0	1.5	1.0
30.06.2004	11:00	39.1	10.5	6.0	2.0	12.0
	12:00	38.6	11.5	6.4	2.0	10.0
	13:00	39.6	11.7	6.5	3.0	16.0
	14:00	39.8	12.4	6.1	2.5	14.0
01.07.2004	11:00	40.2	10.3	7.4	1.0	2.0
	12:00	41.0	9.2	7.7	2.0	1.0
	13:00	43.2	11.1	8.7	2.5	1.0
	14:00	44.2	10.9	9.1	3.0	1.0

Ek Çizelge-5'in Devamı

Tarih	Ölçüm Saatleri	Ta (°C)	Tc-Ta (°C)	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Oransal Nem (%)
02 07 2004	11:00	40.4	9.1	6.9	2.0	8.0
	12:00	41.2	9.5	7.3	3.0	7.0
	13:00	40.3	9.7	6.9	2.5	10.0
	14:00	38.5	10.5	5.5	3.5	19.0
03 07 2004	11:00	38.7	12.3	4.7	3.0	30.0
	12:00	38.6	13.8	4.8	2.5	23.0
	13:00	39.0	13.1	5.5	2.5	20.0
	14:00	39.5	13.0	5.9	3.0	19.0
04 07 2004	11:00	43.2	13.5	8.6	0.0	5.0
	12:00	43.6	14.7	9.8	1.5	2.0
	13:00	44.1	9.2	10.1	2.0	1.0
	14:00	45.4	11.2	9.6	1.0	1.0
05 07 2004	11:00	42.5	10.4	8.7	0.0	1.0
	12:00	43.9	11.1	9.0	1.0	1.0
	13:00	44.8	13.7	9.9	0.0	1.0
	14:00	43.4	11.8	9.5	1.0	1.0
06 07 2004	11:00	43.2	12.4	9.2	1.0	1.0
	12:00	45.4	15.0	9.7	2.0	1.0
	13:00	45.7	12.0	9.9	2.0	1.0
	14:00	45.5	11.4	9.8	2.0	1.0
07 07 2004	11:00	41.1	10.2	8.5	1.5	3.0
	12:00	43.7	10.5	8.6	3.5	2.0
	13:00	42.6	12.5	7.1	2.0	5.0
	14:00	44.3	15.8	8.8	2.5	7.0
08 07 2004	11:00	38.0	12.1	3.3	1.5	46.0
	12:00	38.3	13.3	3.6	1.5	45.0
	13:00	38.3	14.7	3.6	2.0	50.0
	14:00	37.8	10.8	3.2	1.5	51.0
09 07 2004	11:00	41.1	11.2	9.0	2.5	3.0
	12:00	42.6	10.4	9.1	3.5	2.0
	13:00	44.5	9.8	9.7	1.0	1.0
	14:00	45.0	12.0	10.3	3.0	1.0
10 07 2004	11:00	42.1	10.6	8.6	3.5	4.0
	12:00	43.5	10.3	8.8	3.5	2.0
	13:00	43.1	9.7	9.5	3.0	1.0
	14:00	46.0	10.3	10.0	2.5	1.0
11 07 2004	11:00	43.4	11.2	9.2	0.0	1.0
	12:00	44.2	12.1	9.6	2.5	1.0
	13:00	46.1	13.4	10.1	3.0	1.0
	14:00	45.6	9.6	9.8	2.0	1.0
12 07 2004	11:00	44.4	11.1	9.3	2.0	1.0
	12:00	45.6	11.4	9.8	2.5	1.0
	13:00	45.1	10.7	10	2.0	1.0
	14:00	44.4	12.3	8.9	2.0	1.0
13 07 2004	11:00	42.1	10.2	8.7	1.0	2.0
	12:00	43.8	9.9	9.0	1.5	1.0
	13:00	44.4	13.2	9.2	1.5	1.0
	14:00	43.1	10.5	9.0	2.0	1.0

Ek Çizelge-5'in Devamı

Tarih	Ölçüm Saatleri	Ta (°C)	Tc-Ta (°C)	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Oransal Nem (%)
14 07 2004	11:00	37.0	11.4	3.4	3.0	46.0
	12:00	37.1	12.3	3.6	3.5	44.0
	13:00	37.5	13.4	3.5	3.0	41.0
	14:00	37.9	12.8	3.9	3.5	42.0
15 07 2004	11:00	35.4	12.1	3.5	1.5	37.0
	12:00	36.4	13.9	3.8	1.5	33.0
	13:00	38.1	13.8	4.4	2.0	35.0
	14:00	36.7	13.3	4.0	1.5	32.0
16 07 2004	11:00	36.8	9.5	4.2	0.0	29.0
	12:00	37.1	10.9	4.5	1.0	27.0
	13:00	38.0	11.2	4.6	0.5	26.0
	14:00	38.5	10.8	4.1	1.0	31.0
17 07 2004	11:00	39.1	10.8	5.5	0.0	11.0
	12:00	38.0	11.6	5.8	1.0	10.0
	13:00	40.6	16.2	7.0	1.5	8.0
	14:00	39.8	13.2	6.5	1.0	10.0
18 07 2004	11:00	39.0	11.1	6.2	2.5	10.0
	12:00	39.5	11.8	6.4	3.0	8.0
	13:00	40.5	11.9	7.3	4.5	4.0
	14:00	42.2	11.3	8.3	2.0	1.0
19 07 2004	11:00	41.4	12.1	7.6	0.0	6.0
	12:00	41.6	13.3	8.0	1.0	1.0
	13:00	42.6	12.9	8.4	0.0	1.0
	14:00	41.9	13.7	7.6	0.5	5.0
20 07 2004	11:00	40.6	11.4	7.5	1.5	7.0
	12:00	41.1	12.4	7.8	2.5	4.0
	13:00	42.6	13.2	8.4	2.0	2.0
	14:00	40.7	11.0	7.3	1.5	5.0
ORTALAMA		40.25	11.22	6.70	2.10	15.80

Ek Çizelge-6. Araştırma Konularından Elde Edilen Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) Değerleri

S₁ Konusu

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)
02.06.2004	154	0.097	3.1	3.0	12.07.2004	194	0.013	8.5	2.0
03.06.2004	155	0.064	2.3	2.5	13.07.2004	195	0.027	3.4	1.5
04.06.2004	156	0.057	2.5	3.0	14.07.2004	196	-0.006	3.9	3.0
05.06.2004	157	0.054	3.0	3.0	15.07.2004	197	0.012	4.4	1.5
06.06.2004	158	0.007	2.9	3.0	16.07.2004	198	-0.002	6.4	1.0
07.06.2004	159	0.047	3.0	3.5	17.07.2004	199	0.182	6.9	0.5
08.06.2004	160	0.022	2.2	3.5	18.07.2004	200	0.178	7.9	3.0
09.06.2004	161	0.033	5.9	2.0	19.07.2004	201	0.171	7.5	0.5
10.06.2004	162	-0.011	6.1	1.5	20.07.2004	202	0.088	8.2	2.0
11.06.2004	163	0.02	6.2	3.0	21.07.2004	203	0.093	8.6	3.2
12.06.2004	164	0.192	4.3	3.0	22.07.2004	204	0.004	8.6	3.5
13.06.2004	165	0.187	3.4	2.5	23.07.2004	205	0.09	6.8	1.5
14.06.2004	166	0.132	6.6	2.5	24.07.2004	206	0.058	4.4	1.0
15.06.2004	167	0.16	5.5	2.0	25.07.2004	207	0.077	3.2	3.0
16.06.2004	168	0.089	4.3	3.0	26.07.2004	208	0.049	2.9	3.0
17.06.2004	169	0.124	2.7	3.0	27.07.2004	209	0.068	2.9	2.0
18.06.2004	170	0.04	2.9	2.5	28.07.2004	210	0.038	5.1	2.0
19.06.2004	171	0.078	3.2	3.0	29.07.2004	211	0.03	3.4	1.0
20.06.2004	172	0.063	2.8	3.0	30.07.2004	212	0.2	3.1	1.5
21.06.2004	173	0.093	2.4	3.0	31.07.2004	213	0.219	3.0	2.0
22.06.2004	174	0.069	2.7	2.5	01.08.2004	214	0.201	3.0	1.0
23.06.2004	175	0.06	4.3	3.0	02.08.2004	215	0.226	3.2	2.5
24.06.2004	176	0.056	5.6	2.5	03.08.2004	216	0.157	4.1	2.5
25.06.2004	177	0.077	5.4	2.0	04.08.2004	217	0.154	3.5	2.0
26.06.2004	178	0.196	7.6	2.5	05.08.2004	218	0.114	3.7	2.0
27.06.2004	179	0.207	8.2	1.5	06.08.2004	219	0.102	3.2	1.5
28.06.2004	180	0.153	7.8	2.0	07.08.2004	220	0.093	3.0	1.5
29.06.2004	181	0.195	5.7	1.5	08.08.2004	221	0.115	3.4	2.0
30.06.2004	182	0.17	8.3	2.0	09.08.2004	222	0.071	4.1	1.5
01.07.2004	183	0.184	6.2	1.5	10.08.2004	223	0.063	3.5	2.0
02.07.2004	184	0.175	5.4	2.5	11.08.2004	224	0.029	7.1	2.0
03.07.2004	185	0.118	9.1	2.5	12.08.2004	225	0.06	7.9	1.5
04.07.2004	186	0.092	8.7	1.0	13.08.2004	226	0.156	4.5	3.0
05.07.2004	187	0.07	9.2	0.5	14.08.2004	227	0.18	3.4	2.5
06.07.2004	188	0.027	7.4	1.0	15.08.2004	228	0.162	3.4	1.5
07.07.2004	189	0.031	3.2	2.0	16.08.2004	229	0.148	3.1	2.5
08.07.2004	190	0.155	9.4	1.5	17.08.2004	230	0.091	3.5	3.0
09.07.2004	191	0.118	9.2	1.5	18.08.2004	231	0.055	7.3	3.0
10.07.2004	192	0.092	9.3	3.0	19.08.2004	232	0.005	7.6	2.5
11.07.2004	193	0.046	9.1	1.5	20.08.2004	233	0.064	5.8	2.0

Ek Çizelge-6'nın Devamı

(S₁ Konusu)

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)
21.08.2004	234	0.005	6.4	1.5	11.09.2004	255	0.129	6.0	1.5
22.08.2004	235	0.046	3.5	2.0	12.09.2004	256	0.111	5.4	2.0
23.08.2004	236	-0.07	6.6	2.0	13.09.2004	257	0.138	4.4	2.0
24.08.2004	237	-0.02	7.9	2.5	14.09.2004	258	0.092	4.9	1.5
25.08.2004	238	0.017	7.6	2.0	15.09.2004	259	0.154	3.8	2.0
26.08.2004	239	0.196	6.0	1.5	16.09.2004	260	0.048	3.8	3.0
27.08.2004	240	0.079	3.2	2.0	17.09.2004	261	0.085	5.5	2.0
28.08.2004	241	0.107	3.7	1.5	18.09.2004	262	0.063	5.9	3.0
29.08.2004	242	0.087	3.6	2.0	19.09.2004	263	0.065	4.4	2.0
30.08.2004	243	0.146	3.3	2.0	20.09.2004	264	0.055	4.1	2.5
31.08.2004	244	0.055	3.3	2.0	21.09.2004	265	0.033	3.2	3.5
01.09.2004	245	0.03	3.2	2.5	22.09.2004	266	0.033	3.2	4.0
02.09.2004	246	0.002	3.9	1.5	23.09.2004	267	0.06	2.9	1.5
03.09.2004	247	-0.009	8.0	1.0	24.09.2004	268	0.109	2.4	2.0
04.09.2004	248	-0.018	7.0	2.0	25.09.2004	269	0.101	2.4	2.5
05.09.2004	249	0.043	7.3	2.0	26.09.2004	270	0.068	4.6	3.0
06.09.2004	250	0.011	5.9	2.5	27.09.2004	271	0.082	9.3	3.0
07.09.2004	251	0.02	4.9	2.0	28.09.2004	272	0.039	7.4	2.5
08.09.2004	252	0.171	3.4	3.5	29.09.2004	273	0.033	4.2	3.0
09.09.2004	253	0.127	5.6	2.0	30.09.2004	274	0.006	4.5	2.5
10.09.2004	254	0.11	5.9	2.5					

Ek Çizelge-6'nın Devamı

(S₂ Konusu)

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)
02.06.2004	154	0.099	3.1	3.0	12.07.2004	194	0.021	8.5	2.0
03.06.2004	155	0.075	2.3	2.5	13.07.2004	195	0.025	3.4	1.5
04.06.2004	156	0.067	2.5	3.0	14.07.2004	196	0.008	3.9	3.0
05.06.2004	157	0.054	3.0	3.0	15.07.2004	197	0.02	4.4	1.5
06.06.2004	158	0.039	2.9	3.0	16.07.2004	198	-0.005	6.4	1.0
07.06.2004	159	0.066	3.0	3.5	17.07.2004	199	0.216	6.9	0.5
08.06.2004	160	0.016	2.2	3.5	18.07.2004	200	0.194	7.9	3.0
09.06.2004	161	0.026	5.9	2.0	19.07.2004	201	0.154	7.5	0.5
10.06.2004	162	0.007	6.1	1.5	20.07.2004	202	0.125	8.2	2.0
11.06.2004	163	0.026	6.2	3.0	21.07.2004	203	0.097	8.6	3.2
12.06.2004	164	0.195	4.3	3.0	22.07.2004	204	0.041	8.6	3.5
13.06.2004	165	0.196	3.4	2.5	23.07.2004	205	0.112	6.8	1.5
14.06.2004	166	0.149	6.6	2.5	24.07.2004	206	0.093	4.4	1.0
15.06.2004	167	0.172	5.5	2.0	25.07.2004	207	0.114	3.2	3.0
16.06.2004	168	0.123	4.3	3.0	26.07.2004	208	0.09	2.9	3.0
17.06.2004	169	0.156	2.7	3.0	27.07.2004	209	0.107	2.9	2.0
18.06.2004	170	0.066	2.9	2.5	28.07.2004	210	0.077	5.1	2.0
19.06.2004	171	0.113	3.2	3.0	29.07.2004	211	0.084	3.4	1.0
20.06.2004	172	0.067	2.8	3.0	30.07.2004	212	0.214	3.1	1.5
21.06.2004	173	0.113	2.4	3.0	31.07.2004	213	0.266	3.0	2.0
22.06.2004	174	0.074	2.7	2.5	01.08.2004	214	0.221	3.0	1.0
23.06.2004	175	0.079	4.3	3.0	02.08.2004	215	0.257	3.2	2.5
24.06.2004	176	0.076	5.6	2.5	03.08.2004	216	0.195	4.1	2.5
25.06.2004	177	0.098	5.4	2.0	04.08.2004	217	0.184	3.5	2.0
26.06.2004	178	0.211	7.6	2.5	05.08.2004	218	0.132	3.7	2.0
27.06.2004	179	0.24	8.2	1.5	06.08.2004	219	0.144	3.2	1.5
28.06.2004	180	0.204	7.8	2.0	07.08.2004	220	0.133	3.0	1.5
29.06.2004	181	0.234	5.7	1.5	08.08.2004	221	0.142	3.4	2.0
30.06.2004	182	0.204	8.3	2.0	09.08.2004	222	0.112	4.1	1.5
01.07.2004	183	0.208	6.2	1.5	10.08.2004	223	0.08	3.5	2.0
02.07.2004	184	0.18	5.4	2.5	11.08.2004	224	0.062	7.1	2.0
03.07.2004	185	0.125	9.1	2.5	12.08.2004	225	0.087	7.9	1.5
04.07.2004	186	0.098	8.7	1.0	13.08.2004	226	0.167	4.5	3.0
05.07.2004	187	0.067	9.2	0.5	14.08.2004	227	0.206	3.4	2.5
06.07.2004	188	0.034	7.4	1.0	15.08.2004	228	0.181	3.4	1.5
07.07.2004	189	0.032	3.2	2.0	16.08.2004	229	0.188	3.1	2.5
08.07.2004	190	0.143	9.4	1.5	17.08.2004	230	0.133	3.5	3.0
09.07.2004	191	0.091	9.2	1.5	18.08.2004	231	0.076	7.3	3.0
10.07.2004	192	0.056	9.3	3.0	19.08.2004	232	0.044	7.6	2.5
11.07.2004	193	0.057	9.1	1.5	20.08.2004	233	0.073	5.8	2.0

(S₂ Konusu)

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)
21.08.2004	234	0.007	6.4	1.5	11.09.2004	255	0.133	6.0	1.5
22.08.2004	235	0.067	3.5	2.0	12.09.2004	256	0.135	5.4	2.0
23.08.2004	236	-0.065	6.6	2.0	13.09.2004	257	0.178	4.4	2.0
24.08.2004	237	-0.017	7.9	2.5	14.09.2004	258	0.115	4.9	1.5
25.08.2004	238	0.028	7.6	2.0	15.09.2004	259	0.171	3.8	2.0
26.08.2004	239	0.206	6.0	1.5	16.09.2004	260	0.071	3.8	3.0
27.08.2004	240	0.09	3.2	2.0	17.09.2004	261	0.1	5.5	2.0
28.08.2004	241	0.12	3.7	1.5	18.09.2004	262	0.078	5.9	3.0
29.08.2004	242	0.089	3.6	2.0	19.09.2004	263	0.075	4.4	2.0
30.08.2004	243	0.155	3.3	2.0	20.09.2004	264	0.074	4.1	2.5
31.08.2004	244	0.046	3.3	2.0	21.09.2004	265	0.065	3.2	3.5
01.09.2004	245	0.035	3.2	2.5	22.09.2004	266	0.035	3.2	4.0
02.09.2004	246	0	3.9	1.5	23.09.2004	267	0.057	2.9	1.5
03.09.2004	247	-0.015	8.0	1.0	24.09.2004	268	0.133	2.4	2.0
04.09.2004	248	-0.011	7.0	2.0	25.09.2004	269	0.114	2.4	2.5
05.09.2004	249	0.04	7.3	2.0	26.09.2004	270	0.086	4.6	3.0
06.09.2004	250	0.016	5.9	2.5	27.09.2004	271	0.131	9.3	3.0
07.09.2004	251	0.053	4.9	2.0	28.09.2004	272	0.044	7.4	2.5
08.09.2004	252	0.177	3.4	3.5	29.09.2004	273	0.075	4.2	3.0
09.09.2004	253	0.1	5.6	2.0	30.09.2004	274	0.029	4.5	2.5
10.09.2004	254	0.131	5.9	2.5					

(S₃ Konusu)

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)
02.06.2004	154	0.097	3.1	3.0	12.07.2004	194	0.081	8.5	2.0
03.06.2004	155	0.043	2.3	2.5	13.07.2004	195	0.088	3.4	1.5
04.06.2004	156	0.077	2.5	3.0	14.07.2004	196	0.091	3.9	3.0
05.06.2004	157	0.101	3.0	3.0	15.07.2004	197	0.104	4.4	1.5
06.06.2004	158	0.082	2.9	3.0	16.07.2004	198	0.102	6.4	1.0
07.06.2004	159	0.122	3.0	3.5	17.07.2004	199	0.278	6.9	0.5
08.06.2004	160	0.075	2.2	3.5	18.07.2004	200	0.245	7.9	3.0
09.06.2004	161	0.049	5.9	2.0	19.07.2004	201	0.235	7.5	0.5
10.06.2004	162	0.028	6.1	1.5	20.07.2004	202	0.172	8.2	2.0
11.06.2004	163	0.04	6.2	3.0	21.07.2004	203	0.145	8.6	3.2
12.06.2004	164	0.2	4.3	3.0	22.07.2004	204	0.122	8.6	3.5
13.06.2004	165	0.207	3.4	2.5	23.07.2004	205	0.181	6.8	1.5
14.06.2004	166	0.224	6.6	2.5	24.07.2004	206	0.149	4.4	1.0
15.06.2004	167	0.23	5.5	2.0	25.07.2004	207	0.192	3.2	3.0
16.06.2004	168	0.161	4.3	3.0	26.07.2004	208	0.166	2.9	3.0
17.06.2004	169	0.213	2.7	3.0	27.07.2004	209	0.153	2.9	2.0
18.06.2004	170	0.113	2.9	2.5	28.07.2004	210	0.146	5.1	2.0
19.06.2004	171	0.127	3.2	3.0	29.07.2004	211	0.126	3.4	1.0
20.06.2004	172	0.112	2.8	3.0	30.07.2004	212	0.273	3.1	1.5
21.06.2004	173	0.153	2.4	3.0	31.07.2004	213	0.34	3.0	2.0
22.06.2004	174	0.111	2.7	2.5	01.08.2004	214	0.272	3.0	1.0
23.06.2004	175	0.108	4.3	3.0	02.08.2004	215	0.333	3.2	2.5
24.06.2004	176	0.113	5.6	2.5	03.08.2004	216	0.286	4.1	2.5
25.06.2004	177	0.174	5.4	2.0	04.08.2004	217	0.259	3.5	2.0
26.06.2004	178	0.256	7.6	2.5	05.08.2004	218	0.22	3.7	2.0
27.06.2004	179	0.288	8.2	1.5	06.08.2004	219	0.241	3.2	1.5
28.06.2004	180	0.286	7.8	2.0	07.08.2004	220	0.229	3.0	1.5
29.06.2004	181	0.298	5.7	1.5	08.08.2004	221	0.223	3.4	2.0
30.06.2004	182	0.279	8.3	2.0	09.08.2004	222	0.192	4.1	1.5
01.07.2004	183	0.234	6.2	1.5	10.08.2004	223	0.163	3.5	2.0
02.07.2004	184	0.261	5.4	2.5	11.08.2004	224	0.101	7.1	2.0
03.07.2004	185	0.184	9.1	2.5	12.08.2004	225	0.152	7.9	1.5
04.07.2004	186	0.139	8.7	1.0	13.08.2004	226	0.199	4.5	3.0
05.07.2004	187	0.119	9.2	0.5	14.08.2004	227	0.275	3.4	2.5
06.07.2004	188	0.099	7.4	1.0	15.08.2004	228	0.268	3.4	1.5
07.07.2004	189	0.089	3.2	2.0	16.08.2004	229	0.295	3.1	2.5
08.07.2004	190	0.182	9.4	1.5	17.08.2004	230	0.198	3.5	3.0
09.07.2004	191	0.144	9.2	1.5	18.08.2004	231	0.136	7.3	3.0
10.07.2004	192	0.121	9.3	3.0	19.08.2004	232	0.099	7.6	2.5
11.07.2004	193	0.095	9.1	1.5	20.08.2004	233	0.122	5.8	2.0

Ek Çizelge-6'nın Devamı.

(S₃ Konusu)

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)
21.08.2004	234	0.03	6.4	1.5	11.09.2004	255	0.209	6.0	1.5
22.08.2004	235	0.131	3.5	2.0	12.09.2004	256	0.234	5.4	2.0
23.08.2004	236	0.016	6.6	2.0	13.09.2004	257	0.265	4.4	2.0
24.08.2004	237	0.073	7.9	2.5	14.09.2004	258	0.184	4.9	1.5
25.08.2004	238	0.066	7.6	2.0	15.09.2004	259	0.251	3.8	2.0
26.08.2004	239	0.221	6.0	1.5	16.09.2004	260	0.159	3.8	3.0
27.08.2004	240	0.164	3.2	2.0	17.09.2004	261	0.177	5.5	2.0
28.08.2004	241	0.189	3.7	1.5	18.09.2004	262	0.159	5.9	3.0
29.08.2004	242	0.161	3.6	2.0	19.09.2004	263	0.19	4.4	2.0
30.08.2004	243	0.176	3.3	2.0	20.09.2004	264	0.167	4.1	2.5
31.08.2004	244	0.131	3.3	2.0	21.09.2004	265	0.172	3.2	3.5
01.09.2004	245	0.094	3.2	2.5	22.09.2004	266	0.128	3.2	4.0
02.09.2004	246	0.098	3.9	1.5	23.09.2004	267	0.15	2.9	1.5
03.09.2004	247	0.095	8.0	1.0	24.09.2004	268	0.202	2.4	2.0
04.09.2004	248	0.087	7.0	2.0	25.09.2004	269	0.149	2.4	2.5
05.09.2004	249	0.1	7.3	2.0	26.09.2004	270	0.134	4.6	3.0
06.09.2004	250	0.104	5.9	2.5	27.09.2004	271	0.198	9.3	3.0
07.09.2004	251	0.153	4.9	2.0	28.09.2004	272	0.133	7.4	2.5
08.09.2004	252	0.249	3.4	3.5	29.09.2004	273	0.146	4.2	3.0
09.09.2004	253	0.233	5.6	2.0	30.09.2004	274	0.114	4.5	2.5
10.09.2004	254	0.208	5.9	2.5					

(S₄ Konusu)

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)
02.06.2004	154	0.093	3.1	3.0	12.07.2004	194	0.263	8.5	2.0
03.06.2004	155	0.063	2.3	2.5	13.07.2004	195	0.307	3.4	1.5
04.06.2004	156	0.107	2.5	3.0	14.07.2004	196	0.392	3.9	3.0
05.06.2004	157	0.14	3.0	3.0	15.07.2004	197	0.419	4.4	1.5
06.06.2004	158	0.093	2.9	3.0	16.07.2004	198	0.369	6.4	1.0
07.06.2004	159	0.139	3.0	3.5	17.07.2004	199	0.343	6.9	0.5
08.06.2004	160	0.079	2.2	3.5	18.07.2004	200	0.399	7.9	3.0
09.06.2004	161	0.059	5.9	2.0	19.07.2004	201	0.389	7.5	0.5
10.06.2004	162	0.069	6.1	1.5	20.07.2004	202	0.373	8.2	2.0
11.06.2004	163	0.064	6.2	3.0	21.07.2004	203	0.338	8.6	3.2
12.06.2004	164	0.238	4.3	3.0	22.07.2004	204	0.292	8.6	3.5
13.06.2004	165	0.243	3.4	2.5	23.07.2004	205	0.396	6.8	1.5
14.06.2004	166	0.296	6.6	2.5	24.07.2004	206	0.338	4.4	1.0
15.06.2004	167	0.253	5.5	2.0	25.07.2004	207	0.408	3.2	3.0
16.06.2004	168	0.211	4.3	3.0	26.07.2004	208	0.426	2.9	3.0
17.06.2004	169	0.243	2.7	3.0	27.07.2004	209	0.434	2.9	2.0
18.06.2004	170	0.105	2.9	2.5	28.07.2004	210	0.432	5.1	2.0
19.06.2004	171	0.179	3.2	3.0	29.07.2004	211	0.46	3.4	1.0
20.06.2004	172	0.215	2.8	3.0	30.07.2004	212	0.508	3.1	1.5
21.06.2004	173	0.189	2.4	3.0	31.07.2004	213	0.582	3.0	2.0
22.06.2004	174	0.168	2.7	2.5	01.08.2004	214	0.624	3.0	1.0
23.06.2004	175	0.104	4.3	3.0	02.08.2004	215	0.616	3.2	2.5
24.06.2004	176	0.161	5.6	2.5	03.08.2004	216	0.557	4.1	2.5
25.06.2004	177	0.234	5.4	2.0	04.08.2004	217	0.52	3.5	2.0
26.06.2004	178	0.282	7.6	2.5	05.08.2004	218	0.454	3.7	2.0
27.06.2004	179	0.328	8.2	1.5	06.08.2004	219	0.519	3.2	1.5
28.06.2004	180	0.333	7.8	2.0	07.08.2004	220	0.502	3.0	1.5
29.06.2004	181	0.347	5.7	1.5	08.08.2004	221	0.526	3.4	2.0
30.06.2004	182	0.331	8.3	2.0	09.08.2004	222	0.461	4.1	1.5
01.07.2004	183	0.307	6.2	1.5	10.08.2004	223	0.455	3.5	2.0
02.07.2004	184	0.31	5.4	2.5	11.08.2004	224	0.459	7.1	2.0
03.07.2004	185	0.338	9.1	2.5	12.08.2004	225	0.5	7.9	1.5
04.07.2004	186	0.29	8.7	1.0	13.08.2004	226	0.482	4.5	3.0
05.07.2004	187	0.309	9.2	0.5	14.08.2004	227	0.537	3.4	2.5
06.07.2004	188	0.247	7.4	1.0	15.08.2004	228	0.431	3.4	1.5
07.07.2004	189	0.297	3.2	2.0	16.08.2004	229	0.532	3.1	2.5
08.07.2004	190	0.379	9.4	1.5	17.08.2004	230	0.514	3.5	3.0
09.07.2004	191	0.261	9.2	1.5	18.08.2004	231	0.521	7.3	3.0
10.07.2004	192	0.28	9.3	3.0	19.08.2004	232	0.438	7.6	2.5
11.07.2004	193	0.373	9.1	1.5	20.08.2004	233	0.491	5.8	2.0

Ek Çizelge-6'nın Devamı.

(S₄ Konusu)

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)
21.08.2004	234	0.445	6.4	1.5	11.09.2004	255	0.602	6.0	1.5
22.08.2004	235	0.45	3.5	2.0	12.09.2004	256	0.594	5.4	2.0
23.08.2004	236	0.403	6.6	2.0	13.09.2004	257	0.607	4.4	2.0
24.08.2004	237	0.627	7.9	2.5	14.09.2004	258	0.501	4.9	1.5
25.08.2004	238	0.643	7.6	2.0	15.09.2004	259	0.543	3.8	2.0
26.08.2004	239	0.625	6.0	1.5	16.09.2004	260	0.475	3.8	3.0
27.08.2004	240	0.491	3.2	2.0	17.09.2004	261	0.487	5.5	2.0
28.08.2004	241	0.518	3.7	1.5	18.09.2004	262	0.538	5.9	3.0
29.08.2004	242	0.533	3.6	2.0	19.09.2004	263	0.576	4.4	2.0
30.08.2004	243	0.568	3.3	2.0	20.09.2004	264	0.491	4.1	2.5
31.08.2004	244	0.515	3.3	2.0	21.09.2004	265	0.46	3.2	3.5
01.09.2004	245	0.554	3.2	2.5	22.09.2004	266	0.451	3.2	4.0
02.09.2004	246	0.459	3.9	1.5	23.09.2004	267	0.482	2.9	1.5
03.09.2004	247	0.516	8.0	1.0	24.09.2004	268	0.473	2.4	2.0
04.09.2004	248	0.574	7.0	2.0	25.09.2004	269	0.346	2.4	2.5
05.09.2004	249	0.58	7.3	2.0	26.09.2004	270	0.34	4.6	3.0
06.09.2004	250	0.628	5.9	2.5	27.09.2004	271	0.469	9.3	3.0
07.09.2004	251	0.602	4.9	2.0	28.09.2004	272	0.484	7.4	2.5
08.09.2004	252	0.577	3.4	3.5	29.09.2004	273	0.501	4.2	3.0
09.09.2004	253	0.524	5.6	2.0	30.09.2004	274	0.452	4.5	2.5
10.09.2004	254	0.512	5.9	2.5					

Ek Çizelge-6'nın Devamı

(Susuz Parsel)

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/sn)
02.06.2004	154	0.088	3.1	3.0	27.06.2004	179	1.009	8.2	1.5
03.06.2004	155	0.066	2.3	2.5	28.06.2004	180	0.938	7.8	2.0
04.06.2004	156	0.117	2.5	3.0	29.06.2004	181	1.034	5.7	1.5
05.06.2004	157	0.145	3.0	3.0	30.06.2004	182	1.018	8.3	2.0
06.06.2004	158	0.159	2.9	3.0	01.07.2004	183	0.955	6.2	1.5
07.06.2004	159	0.174	3.0	3.5	02.07.2004	184	0.914	5.4	2.5
08.06.2004	160	0.164	2.2	3.5	03.07.2004	185	1.115	9.1	2.5
09.06.2004	161	0.106	5.9	2.0	04.07.2004	186	1.047	8.7	1.0
10.06.2004	162	0.108	6.1	1.5	05.07.2004	187	1.025	9.2	0.5
11.06.2004	163	0.137	6.2	3.0	06.07.2004	188	1.072	7.4	1.0
12.06.2004	164	0.413	4.3	3.0	07.07.2004	189	1.054	3.2	2.0
13.06.2004	165	0.393	3.4	2.5	08.07.2004	190	1.106	9.4	1.5
14.06.2004	166	0.475	6.6	2.5	09.07.2004	191	0.981	9.2	1.5
15.06.2004	167	0.578	5.5	2.0	10.07.2004	192	0.951	9.3	3.0
16.06.2004	168	0.546	4.3	3.0	11.07.2004	193	1.017	9.1	1.5
17.06.2004	169	0.822	2.7	3.0	12.07.2004	194	1.008	8.5	2.0
18.06.2004	170	0.763	2.9	2.5	13.07.2004	195	0.986	3.4	1.5
19.06.2004	171	0.803	3.2	3.0	14.07.2004	196	1.088	3.9	3.0
20.06.2004	172	0.878	2.8	3.0	15.07.2004	197	1.141	4.4	1.5
21.06.2004	173	0.877	2.4	3.0	16.07.2004	198	0.958	6.4	1.0
22.06.2004	174	0.871	2.7	2.5	17.07.2004	199	1.098	6.9	0.5
23.06.2004	175	0.867	4.3	3.0	18.07.2004	200	1.017	7.9	3.0
24.06.2004	176	0.904	5.6	2.5	19.07.2004	201	1.095	7.5	0.5
25.06.2004	177	0.931	5.4	2.0	20.07.2004	202	1.041	8.2	2.0
26.06.2004	178	0.916	7.6	2.5					

Ek Çizelge-7. 21 08 2004 Tarihinde Gün Boyunca İnfrared Termometre ile Yapılan Ölçümlerden Elde İklimsel Veriler

Saat	Ta (°C)	RH (%)	VPD (Kpa)	Solar Radyasyon (W/m ²)	Rüzgar Hızı (m/s)
06:00	32.0	19.0	3.8	19	0.0
06:30	32.0	19.5	3.6	30	0.0
07:00	31.5	19.4	3.5	52	0.5
07:30	32.0	20.0	3.8	260	1.0
08:00	34.5	19.0	4.4	327	1.5
08:30	36.5	25.0	5.0	395	2.0
09:00	37.4	14.0	5.3	427	2.0
09:30	38.6	12.0	6.0	432	1.0
10:00	39.7	10.0	6.5	423	2.5
10:30	39.8	10.0	6.7	440	1.5
11:00	40.0	9.0	6.7	480	1.5
11:30	40.0	8.0	6.9	540	2.0
12:00	40.3	8.0	6.9	630	1.0
12:30	40.1	7.5	6.9	640	1.5
13:00	40.2	9.0	6.8	660	1.0
13:30	41.0	10.0	6.6	638	1.5
14:00	40.5	10.5	6.7	600	2.5
14:30	40.3	10.0	6.7	560	3.5
15:00	40.2	9.0	7.4	530	3.0
15:30	40.0	13.0	6.5	480	3.0
16:00	39.6	13.0	6.3	466	2.5
16:30	39.0	16.0	5.8	459	2.5
17:00	38.5	19.0	5.7	448	3.5
17:30	38.6	24.0	5.2	335	4.0
18:00	36.8	23.0	5.4	259	2.0
18:30	36.7	27.0	4.5	83	1.0
19:00	36.0	25.0	4.6	51	2.0
19:30	36.2	26.0	4.3	34	2.0
20:00	35.4	27.0	4.2	20	2.0

Ek Çizelge-8 21.08.2004 Tarihinde Sulama Konularında ve Susuz Parselde Tc-Ta Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi

Saat	Konular				Susuz Parsel
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
06:00	-13.0	-13.0	-12.7	-12.2	-10.1
06:30	-12.9	-12.7	-12.5	-12.0	-8.2
07:00	-12.3	-12.1	-11.9	-11.1	-6.4
07:30	-10.7	-10.6	-10.0	-6.6	-3.5
08:00	-10.4	-10.0	-9.5	-7.3	-2.5
08:30	-10.5	-9.8	-9.5	-7.5	-2.2
09:00	-9.4	-8.4	-7.0	-4.8	2.6
09:30	-8.8	-8.3	-7.4	-4.6	5.5
10:00	-9.2	-8.3	-7.7	-3.7	4.6
10:30	-8.5	-7.7	-7.0	-3.4	6.3
11:00	-7.0	-6.6	-5.5	-2.0	6.8
11:30	-5.9	-5.9	-4.4	-0.2	8.3
12:00	-5.8	-5.2	-4.5	-0.2	10.3
12:30	-5.6	-4.7	-3.3	0.2	15.8
13:00	-5.9	-4.7	-3.3	-0.1	15.8
13:30	-6.5	-5.6	-3.4	0.2	14.8
14:00	-6.0	-4.9	-2.7	1.1	15.8
14:30	-6.3	-5.3	-3.6	1.0	15.5
15:00	-6.3	-5.5	-4.0	0.7	15.1
15:30	-6.5	-6.0	-4.5	0.5	15.0
16:00	-6.3	-5.6	-4.5	0.5	13.5
16:30	-7.0	-6.2	-5.2	-2.2	11.0
17:00	-7.1	-6.9	-5.7	-3.0	10.1
17:30	-8.8	-8.6	-7.8	-5.2	8.8
18:00	-7.6	-7.1	-6.4	-3.5	8.8
18:30	-9.2	-8.8	-8.2	-6.6	6.3
19:00	-9.9	-9.7	-9.4	-8.2	4.0
19:30	-10.2	-10.2	-9.9	-9.0	2.2
20:00	-9.6	-9.4	-9.1	-8.4	2.1

Ek Çizelge-9. 21.08.2004 Tarihinde Sulama Konularında ve Susuz Parselde CWSI Değerlerinin Gün Boyunca Değişimi

Saat	Konular				Susuz Parsel
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
06:00	-0.678	-0.678	-0.658	-0.623	-0.477
06:30	-0.702	-0.687	-0.673	-0.638	-0.370
07:00	-0.668	-0.661	-0.647	-0.586	-0.252
07:30	-0.519	-0.512	-0.471	-0.235	-0.020
08:00	-0.441	-0.414	-0.381	-0.234	0.086
08:30	-0.383	-0.339	-0.319	-0.192	0.145
09:00	-0.287	-0.225	-0.137	0.000	0.462
09:30	-0.197	-0.167	-0.114	0.054	0.658
10:00	-0.185	-0.133	-0.098	0.134	0.616
10:30	-0.129	-0.083	-0.043	0.163	0.718
11:00	-0.043	-0.020	0.043	0.243	0.747
11:30	0.034	0.034	0.118	0.356	0.835
12:00	0.035	0.069	0.109	0.352	0.948
12:30	0.048	0.099	0.179	0.377	1.259
13:00	0.024	0.093	0.173	0.355	1.261
13:30	-0.021	0.031	0.158	0.365	1.206
14:00	0.013	0.076	0.202	0.420	1.263
14:30	-0.002	0.055	0.152	0.416	1.245
15:00	0.037	0.081	0.163	0.422	1.213
15:30	-0.025	0.004	0.091	0.380	1.219
16:00	-0.029	0.012	0.076	0.370	1.134
16:30	-0.105	-0.056	0.004	0.186	0.987
17:00	-0.118	-0.106	-0.033	0.132	0.932
17:30	-0.263	-0.250	-0.200	-0.036	0.847
18:00	-0.170	-0.139	-0.095	0.085	0.850
18:30	-0.353	-0.327	-0.287	-0.181	0.674
19:00	-0.384	-0.371	-0.351	-0.273	0.527
19:30	-0.436	-0.436	-0.416	-0.355	0.395
20:00	-0.406	-0.392	-0.372	-0.325	0.384

ÖZGEÇMİŞ

Yaşar EMEKLİ, 1977 yılında Kahramanmaraş'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kahramanmaraş'ta tamamladı. 1995 yılında girdiği Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nden 1999 yılında Bölüm Birincisi olarak mezun oldu. 2000 yılı Ağustos ayında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2001-2002 eğitim ve öğretim döneminde 9 ay süre ile İtalya'nın Bari kentinde bulunan Istituto Agronomico Mediterraneo'da, "Sulu Tarımda Toprak ve Su Kaynaklarının Yönetimi" adlı uluslararası eğitim kursuna burslu olarak katıldı.

Halen Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.