

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**INFRARED TERMOMETRE TEKNİĞİNİN NAR (*Punica granatum L.*)
BİTKİSİNİN SULAMA PROGRAMLAMASINDA KULLANIM OLANAKLARI**

Begüm TEKELİOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİMDALI**

2016

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**INFRARED TERMOMETRE TEKNİĞİNİN NAR (*Punica granatum L.*)
BİTKİSİNİN SULAMA PROGRAMLAMASINDA KULLANIM OLANAKLARI**

Begüm TEKELİOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

Bu tez 12/07/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ :

Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ :

Prof. Dr. Berkant ÖDEMİŞ :

ÖZET

INFRARED TERMOMETRE TEKNİĞİNİN NAR (*Punica granatum L.*) BİTKİSİNİN SULAMA PROGRAMLAMASINDA KULLANIM OLANAKLARI

Begüm TEKELİOĞLU

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ
Temmuz 2016, 88 sayfa

Yarı kurak bir iklim kuşağında yer alan Ülkemizde, gelişme dönemi boyunca düşen yağışın miktarı ve dağılımı bitki su gereksinimini karşılamamaktadır. Bu nedenle, kurak ve yarıkurak bölgelerimizde sulamanın önemi artmakta ve sulama zorunlu bir üretim girdisi olmaktadır. Öte yandan, sulama programlaması, bir başka deyişle suyun ne zaman ve ne kadar verilmesi gerektiği de sulama işletmeciliğinde oldukça önemlidir. Sulamalar; toprağı, bitkiyi ve iklimsel koşulları temel alarak programlanabilmektedir. Toprak ve iklimsel koşulları temel alan sulama programlaması yöntemleri güncelliğini koruyor olsa da son yıllarda bitkiyi temel alan yöntemler de giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, bitkiye dayalı yöntemlerden olan infrared termometre tekniğı kullanılarak nar bitkisinde bitki su stresi indeksinin değerlendirilmesi ve sulama programlamasının belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme parselleri, üç tekerrürlü olarak A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen yığışlı buharlaşma miktarının 0,50 (S1), 0,75 (S2), 1,00 (S3), ve 1,25 (S4) katının üç günde bir ve altı günde bir uygulandığı konulardan, ayrıca bitki su stresi indeksini (CWSI) belirlemede kullanılan temel grafiğın alt baz çizgisini oluşturmak için susuz parselden oluşmuştur. Sulamalardan önce ve sonra farklı konularda infrared termometre aleti ile 11.00-14:00 saatleri arasında bitki taç örtüsü sıcaklıkları ölçülmüş, bitki taç örtüsü sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı ile havanın buhar basıncı açığı değerlerinden yararlanılarak CWSI hesaplanmıştır. Mevsim boyunca sulamadan önce belirli günlerde tüm konularda stoma iletkenlik değerleri ölçülmüş ve sulamalardan önce toprak nem içeriğı belirlenmiştir. Bitki taç örtüsü sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkına (T_c-T_a) ve havanın buhar basıncı açığına (VPD) bağılı olarak, üç günde bir sulanan konularda su stresi çekmeyen alt baz çizgisinin denklemi $T_c-T_a = -0,6679VPD-3,4995$ biçiminde altı günde bir sulanan konularda ise $T_c-T_a = -0,6692VPD-5,274$ biçiminde belirlenmiştir. Su stresli koşullarda hesaplanan üst baz çizgisi ise $T_c-T_a = 0,0489VPD+2,8734$ olarak belirlenmiştir. Üç günde bir sulanan konulardaki verim ve CWSI değerleri arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır. Ancak, altı günde bir sulanan konuda verim ve CWSI değerleri arasında önemli bir ilişki elde edilerek en yüksek verimin alındığı S3 konusu aynı zamanda en düşük CWSI değerinin de elde edildiğı konu olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, Antalya koşullarında nar bitkisinin sulama programlamasında infrared termometre tekniğinin kullanılabilceğı belirlenmiştir. Antalya'da bu tekniğın kullanılması durumunda mevsim boyunca ortalama CWSI değerinin 0,20 civarında tutulacak şekilde sulama programlamasının yapılabileceğı, 0,40 indeks değerinin sulamaların başlatılmasına karar vermek için kullanılabilceğı, CWSI değerinin söz konusu değere ulaştığı zamana kadar oluşacak yığışlı buharlaşma miktarının ise uygulanacak sulama suyu miktarı olarak önerilebileceğı belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Bitki su stres indeksi, Sulama programlaması, Pan buharlaşması, Sulama aralığı.

JÜRİ: Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ (Danışman)
Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ
Prof. Dr. Berkant ÖDEMİŞ

ABSTRACT

USE OF INFRARED THERMOMETER TECHNIQUE IN IRRIGATION SCHEDULING OF POMEGRANATE (*Punica granatum* L.) PLANT

Begüm TEKELİOĞLU

MSc Thesis in Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ

July 2016, 88 pages

Rainfall quantity and distribution during the growing period can not meet crop water requirement in our country located in semi arid climate zone. Thus, the importance of irrigation increases gradually and irrigation has become a necessary production input. On the other hand, irrigation scheduling which means when and how much water to apply is very important in irrigation management. Irrigation can be scheduled based on soil, plant and climatic conditions. While irrigation scheduling methods based on climatic conditions and soil are still used, the method based on plant is increasingly gaining importance. The main objectives of this study are to assess crop water stress index (CWSI) and to determine irrigation schedule of pomegranate using infrared thermometer technique. For this purpose, treatments with three replications were irrigated every three and six days intervals, as much as 0,50 (S1), 0,75 (S2), 1,00 (S3), and 1,25 (S4) of Class A pan evaporation. Additionally, an unirrigated plot (S0) was also formed to derive lower baselines of basic graphic which is used to determine crop water stress index during the experiment. Before and after each irrigation, canopy temperature was measured with the infrared thermometer in all treatments between 11.00 and 14.00 CWSI was calculated by using differences of canopy and air temperature and vapour pressure deficit values. Throughout the season, before each irrigation, soil moisture content and stomal resistance were measured in all treatments. The equations obtained for non water stress baseline irrigated every three and six days are $T_c - T_a = 0,6679VPD - 3,4995$ and $T_c - T_a = -0,6692VPD - 5,274$, respectively. The equation of full water stressed upper baseline is $T_c - T_a = 0,0489VPD + 2,8734$. There was no significant relationship between yield and CWSI values in treatments irrigated every three days. However, statistically significant correlation between CWSI values and yield in treatments irrigated every six days was obtained. S3 treatment where the highest yield was obtained was also the treatment where the lowest CWSI was obtained. According to the results obtained, it is concluded that infrared thermometer can be used for irrigation scheduling of the pomegranate plant in Antalya conditions. When using this technique in Antalya conditions, it is suggested to keep the seasonal mean CWSI value approximately 0,2 and the index value of 0,40 can be used to start the irrigation. Additionally, it is suggested that the amount of irrigation can be determined as much as the amount of evaporation measured until the index value reach 0,40.

KEYWORDS: Crop water stress index, Irrigation scheduling, Pan evaporation, Irrigation interval.

COMMITTEE: Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ (Supervisor)
Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ
Prof. Dr. Berkant ÖDEMİŞ

ÖNSÖZ

Hızlı nüfus artışı, doğal kaynakların kirlenmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliği su kaynaklarını olumsuz etkilemektedir. Dünya nüfusunun artması ve kullanılabilir su kaynaklarının sınırlı olması, mevcut su kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasını gerektirir.

Tüm Dünyada, sulama için ayrılan su miktarındaki azalma ve çevresel kaygılar birim sudan en yüksek faydaya ulaşmayı zorunlu kılmaktadır. Su kullanımının optimizasyonunu sağlayan kavramlardan biri de sulama programlamasıdır.

Sulama zamanının ve uygulanacak su miktarının belirlenmesi olarak tanımlanan sulama programlaması su kullanım randımanını da etkiler.

Toprağı ve meteorolojik verileri esas alan sulama programları her ne kadar güncelliğini koruyor olsa da son yıllarda bitkilerdeki su azlığına bağlı olarak ortaya çıkan belirtilere dayanan sulama programlaması yöntemleri giderek önem kazanmaktadır. Infrared termometre tekniği kullanılarak belirlenen bitki su stres indeksi (CWSI), bitkiye dayalı olarak sulamanın programlanmasında kullanılan parametrelerden biridir.

Meyve ağaçları, su eksikliğine oldukça duyarlıdır. Nar yetiştiriciliğinde en yaygın sorun meyve kabuklarının çatlaması ve meyvelerin yarılmasıdır. Bu olayın en önemli nedeni sulamadaki düzensizliklerdir. Narın susuz kalması, düzensiz aralıklarla ve miktarlarla sulanması ve olgunluk döneminde aşırı sulanması, meyve kabuklarının çatlamasına neden olur.

Bu çalışmada, Antalya koşullarında nar ağaçlarında, infrared termometre tekniğinden yararlanılarak hesaplanan CWSI değeri belirlenerek sulama programlaması oluşturmak hedeflenmiştir.

Yüksek lisans çalışmam süresince, ilgi, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Değerli görüşlerinden yararlandığım Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ'a, Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ'a, Doç. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ'a, Doç. Dr. Harun Kaman'a, Dr. Köksal AYDINŞAKİR'e, Yük. Zir. Müh. Nazmi DİNÇ'e, Arş. Gör. Gülçin Ece ASLAN'a, Arş. Gör. Ahmet TEZCAN'a, Arş. Gör. Cihan KARACA'ya ve lisans öğrencilerimizden Eray Göğüş'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tüm hayatım boyunca maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	4
2.1. Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesine İlişkin Kuramsal Yaklaşımlar	4
2.1.1 Enerji dengesi yöntemi (Jackson vd 1981)	5
2.1.2. Deneysel yaklaşım (Idso vd 1981).....	9
2.1.3. Islak termometre sıcaklığı yaklaşımı (Alves ve Pereira 2000)	11
2.2. Bitki Su Stresinin Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar	13
3. MATERYAL VE METOT.....	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Bitkisel materyal	17
3.1.2. Araştırma alanı.....	18
3.1.3. Toprak özellikleri.....	18
3.1.4. İklim özellikleri	19
3.1.5. A Sınıfı Buharlaşma Kabı.....	19
3.1.6. Sulama suyunun sağlanması	20
3.1.7. İnfrared termometre aleti	20
3.2. Yöntem	21
3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analizi	21
3.2.2. Deneme yöntemi ve araştırma konuları	22
3.2.3. Sulama yöntemi	23
3.2.3.1. Sulama sisteminin özellikleri	23
3.2.4. Sulama suyu miktarının saptanması	23
3.2.5. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi	24
3.2.6. Kültürel işlemler	24
3.2.7. Bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi	25
3.2.8. Bitki su tüketiminin belirlenmesi.....	27
3.2.9. Verimin belirlenmesi	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
4.1. Araştırma Alanı Topraklarının ve Sulama Suyunun Özellikleri	28
4.2. Mevsim Boyunca Toprak Neminin Değişimi	28
4.3. Uygulanan Sulama Suyu ve Buharlaşma Miktarları	29
4.4. Araştırma Konularında Bitki Su Tüketimi	33
4.5. Bitki Taç Örtüsü Sıcaklıklarına İlişkin Bulgular.....	36
4.6. Bitki Su Stresi İndeksine (CWSI) İlişkin Bulgular	41
4.6.1. Bitki su stresi indeksi baz çizgilerine ilişkin bulgular	41
4.6.2. Bitki su stresi indeksi (CWSI) değerleri	42
4.6.3. Bitki su stresi (CWSI) ve stoma iletkenliği ilişkisi	46
4.6.4. Mevsimlik ortalama verim ve CWSI arasındaki ilişki	50
5. SONUÇ	54

6. KAYNAKLAR.....	57
7. EKLER	65
EK-1 Araştırma süresince ölçülen bazı iklimsel veriler.....	65
EK-2 Üç günde bir sulanan konularda ölçülen alt baz çizgisine ilişkin veriler	70
EK-3 Altı günde bir sulanan konularda ölçülen alt baz çizgisine ilişkin veriler.....	72
EK-4 Alt baz çizgisinin belirlenmesine yönelik alınan veriler	74
EK-5 Araştırma konularına göre elde edilen bitki su stresi indeksi (CWSI) değerleri	76
EK-6 Belirli tarihlerde tüm konularda ölçülen stoma iletkenliği değerleri.....	88
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

$(T_c - T_a)_u$	Ölçüm anındaki buhar basıncı açığı değeri için temel grafikten elde edilecek alt sınır değeri
$(T_c - T_a)_m$	Ölçüm anındaki sıcaklık farkı
$(T_c - T_a)_{ul}$	Temel grafiğin üst sınır değeri
e_c^x	Bitki yüzeyindeki havanın doymuş buhar basıncı
T_0	Bitki yüzeyindeki kuru termometre sıcaklığı
T_s	Bitki yüzeyindeki ıslak termometre sıcaklığı
T_w	Kıyas düzlemindeki ıslak termometre sıcaklığı
T_z	Kıyas düzlemindeki kuru termometre sıcaklığı
Z_{oM}	Momentum için pürüzlülük uzunluğu
e_0	Bitki yüzeyindeki buhar basıncı
e_a	Kıyas düzlemindeki havanın gerçek buhar basıncı
a	Alt sınır çizgisinin arakesit değeri
A	Parsel alanı
As	Hacim ağırlığı
b	Alt sınır çizgisinin eğim değeri
$BaCl_2$	Baryum klorür
Ca^{++}	Kalsiyum
$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
Cl^-	Klor
$CO_3^{=}$	Karbonat
c_p	Sabit basınç altında havanın özgül ısısı
CPM	Kritik nokta modeli
CTV	Taç sıcaklığı değişkenliği
$CWSI$	Bitki su stresi indeksi
d	Yer değiştirme yüksekliği
e	Gerçek buhar basıncı
$e^*(T_a)$	Ta sıcaklığındaki havanın doymuş buhar basıncı
$e^*(T_a+a)$	Ta+a sıcaklığındaki havanın doymuş buhar basıncı
EC	Sulama suyu tuzluluğu
E_{ce}	Toprağın elektriksel iletkenliği
EK	Elverişli kapasite
E_p	Sulama aralığındaki birikimli A sınıfı Pan buharlaşma miktarı
e_s	Doymuş buhar basıncı
ET	Gerçek evapotranspirasyon
ET_p	Potansiyel evapotranspirasyon
e_z	Kıyas düzlemindeki buhar basıncı
G	Topraktan veya bitki yüzeyinin alt kısmından olan enerji akısı
H	Hissedilebilir ısı akısı
h	Bitki yüksekliği
HCO_3^-	Bikarbonat
I	İlk sulamada verilecek su miktarı
I	Parsele uygulanan sulama suyu
k	Von Karman sabiti
K^+	Potasyum
K_{pc}	Pan katsayısı
LE	Gizli ısı akısı
LWP	Yaprak su potansiyeli

Mg^{++}	Magnezyum
Na^+	Sodyum
NWSB	Su stresi olmayan baz çizgisi
P	Örtü yüzdesi
P	Yağış
PAR	Fotosentetik aktif radyasyon
pH	Suyun asitlik derecesi
Qc	Sulamadan önceki mevcut nem
Qfc	Tarla kapasitesi
r_a	Havanın aerodinamik direnci
r_c	Bitki yüzeyi direnci
r_{cp}	Potansiyel bitki yüzey direnci
RH	Havanın bağıl nemi
Rn	Net radyasyon
SDD	Stresli derece gün
SDI	Stresli gün indeksi
SN	Solma noktası
SO_4^-	Sülfat
T	Hava sıcaklığı
T	Kuru termometre sıcaklığı
T_a	Hava sıcaklığı
T_c	Bitki yüzey sıcaklığı
TK	Tarla kapasitesi
TSD	Sıcaklık Stresli gün
T_w	Islak termometre sıcaklığı
u_z	Kıyas düzlemindeki rüzgar hızı
VPD	Buhar basıncı açığı
VPG	Buhar basıncı gradiyenti
z	Kıyas düzlemi yüksekliği
↓	Sulama günleri
ΔS	Toprak profilindeki nem değişimi
Ψ_H	Bitki yüzeyi için atmosferik kararlılık faktörü
Ψ_M	Kıyas düzlemi için atmosferik kararlılık faktörü
γ	Psikometrik sabit
ρ	Havanın özgül ağırlığı
Δ	Doygun buhar basıncı eğrisinin eğimi
β	Bowen oranı

Kısaltmalar

TİGEM Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Deneysel yaklaşımdaki temel grafik ve elemanları	10
Şekil 3.1. Deneme alanının coğrafik konumu	18
Şekil 3.2. Deneme alanında A sınıfı buharlaşma kabının konumu	20
Şekil 3.3. Denemede kullanılan infrared termometre	21
Şekil 3.4. Tekstür bileşenlerinin Bouyoucus hidrometre yöntemi ile belirlenmesi	22
Şekil 3.5. Deneme planı	23
Şekil 3.6. İnfrared termometre aleti ile bitki taç örtüsü sıcaklığının ölçülmesi	25
Şekil 3.7 Alt sınır baz çizgisi için kesilen dalın solma anına kadar olan görüntüsü	26
Şekil 4.1. Üç günde bir sulanan deneme konularında sulamalardan önce mevsim boyunca toprak neminin değişimi	29
Şekil 4.2. Altı günde bir sulanan deneme konularında sulamalardan önce mevsim boyunca toprak neminin değişimi	29
Şekil 4.3. D3 ve D6 konularındaki tüm ölçümlerin bitki taç örtüsü sıcaklığı, VPD ve hava sıcaklığı değerlerinin gün boyunca değişimi	36
Şekil 4.4. Üç günde bir farklı düzeylerde sulanan konularda taç örtüsü sıcaklıklarının mevsim boyunca değişimi	38
Şekil 4.5. Altı günde bir farklı düzeylerde sulanan konularda taç örtüsü sıcaklıklarının mevsim boyunca değişimi	39
Şekil 4.6. Sulama konularında farklı pan katsayısı ile mevsimlik ortalama T_c-T_a arasındaki ilişki.....	40
Şekil 4.7. Üç günde bir sulanan konular için üst ve alt baz çizgileri ve denklemleri	41
Şekil 4.8. Altı günde bir sulanan konular için üst ve alt baz çizgileri ve denklemleri.....	42
Şekil 4.9. Üç günde bir sulanan araştırma konularında CWSI değerlerinin mevsim boyunca değişimi.....	44
Şekil 4.10. Altı günde bir sulanan araştırma konularında CWSI değerlerinin mevsim boyunca değişimi	45
Şekil 4.11. Üç günde bir sulanan konularda CWSI ve stoma iletkenliğinin değişimi	46
Şekil 4.12. Altı günde bir sulanan konularda CWSI ve stoma iletkenliğinin değişimi ..	46
Şekil 4.13. Susuz parselde CWSI ve stoma iletkenliğinin değişimi	47
Şekil 4.14. Üç günde bir sulanan konularda bitki T_c-T_a farkının mevsim boyunca değişimi	48
Şekil 4.15. Altı günde bir sulanan konularda T_c-T_a farkının mevsim boyunca değişimi	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye’de nar üretimi yapılan önemli illere ilişkin bazı veriler (Anonim 2014)	3
Çizelge 4.1. Üç günde bir sulanan konularda Mayıs ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm).....	30
Çizelge 4.2. Üç günde bir sulanan konularda Haziran ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm).....	30
Çizelge 4.3. Üç günde bir sulanan konularda Temmuz ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm).....	31
Çizelge 4.4. Üç günde bir sulanan konularda Ağustos ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm).....	31
Çizelge 4.5. Üç günde bir sulanan konularda Eylül ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)	32
Çizelge 4.6. Altı günde bir sulanan konularda Mayıs ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm).....	32
Çizelge 4.7. Altı günde bir sulanan konularda Haziran ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm).....	32
Çizelge 4.8. Altı günde bir sulanan konularda Temmuz ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)	33
Çizelge 4.9. Altı günde bir sulanan konularda Ağustos ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)	33
Çizelge 4.10. Altı günde bir sulanan konularda Eylül ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)	33
Çizelge 4.11. Araştırma konularında deneme süresince bitki su tüketimi unsurları (mm)	34
Çizelge 4.12. Araştırma konularında aylık su tüketim (mm) değerleri.....	35
Çizelge 4.13. Araştırma konularında günlük ortalama su tüketim değerleri (mm)	35
Çizelge 4.14. Araştırma konularından elde edilen ortalama nar verimi (kg/da).....	50
Çizelge 4.15. Araştırma konularında elde edilen mevsimlik ortalama CWSI değerleri ..	52

1. GİRİŞ

Günümüzde mevcut tarımsal alanların artırılmayacağı bilindiğine göre, tarımsal üretimi, özellikle de verim ve kaliteyi artırmak için sulama, gübreleme, ilaçlama, iyi tohumluk ve enerji gibi diğer kaynakların optimal düzeyde kullanılması gerekmektedir. Bu kaynaklar arasında özellikle sulama, diğer tarımsal girdilerin etkinliğini artıran ve tarımsal üretimde kararlılığı sağlayan en önemli uygulama olarak görülmektedir.

Ülkemizin de içinde bulunduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde bitki gelişimini ve verimi sınırlayan en önemli etmen su olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, söz konusu bölgelerde bitkilerin olağan gelişimlerini sürdürebilmesi ve yeterli verim alınabilmesi için kök bölgesindeki eksik suyun karşılanması gerekir. Sulama doğal yağış dağılımındaki yetersizlik ve düzensizliğe bağlı olarak geliştirilmiş tarımsal bir uygulama olup, bitkinin yetiştirme periyodu içerisinde gereksinim duyduğu suyun doğal yağışlarla karşılanamayan kısmının çeşitli yöntemlerle bitki kök bölgesine verilmesi olarak tanımlanmaktadır.

Tüm Dünyada, sulama için ayrılan su miktarındaki azalma ve çevresel kaygılar birim sudan en yüksek faydaya ulaşmayı zorunlu kılmaktadır. Su kullanımının optimizasyonunu sağlayan kavramlardan biri de sulama programlamasıdır. Sulama zamanının ve uygulanacak su miktarının belirlenmesi olarak tanımlanan sulama programlaması su kullanım randımanını da etkiler.

Genel olarak sulama programlaması tekniklerini toprağı, meteorolojik verileri ve bitkiyi esas alan teknikler olmak üzere üç sınıfa ayırmak olasıdır. Bazen bu üç sınıfın birleşimleri de kullanılır. Toprağı esas alan tekniklerde, tarla kapasitesi ve solma noktası gibi bilgilere dayanılarak toprağın su içeriğı izlenir. Toprak su içeriğı belirli bir değere düşünce toprak profilini tarla kapasitesine getirmek için gerekli su miktarı uygulanır. Gravimetrik örnekleme, alçı ve naylon bloklar, tansiyometreler ve nötronmetreler toprağı esas alan tekniklerdendir. Bu tekniklerde kullanılan tek bitkisel tepki parametresi tamamen dolaylı bir parametre olan solma noktasıdır.

Birçok araştırmacı tarafından geliştirilen meteorolojik yöntemler ise esas olarak bir zaman periyodunda tüketilen su miktarını hesaplayan modellere girdi olarak hava sıcaklığı, net radyasyon, buhar basıncı ve rüzgar hızı gibi meteorolojik verileri kullanırlar. Evapotranspirasyon belirli bir değere ulaşınca sulamanın gerektiğine karar verilir. Anılan yöntemler kök bölgesinin altına drenajı doğrudan dikkate almazlar ve bitki katsayıları dışında doğrudan bitkiye ilişkin bilgi kullanmazlar.

Bitkiler hem atmosfere hem de toprağına ilişkin çevrelerine tepki gösterdiklerinden, bazı bitkisel parametrelerin doğrudan ölçümü sulama zamanının belirlenmesinde üstün bir yöntem olarak ortaya çıkar. Böylesi yöntemler, genellikle bitki yaprakları ve yaprak sapları gibi bireysel bitki parçalarının ölçülmesini gerektirirler. Bu tekniklere örnek olarak, yaprak ve yaprak sapı su içeriğı ölçümleri, gövde çapının ölçülmesi, basınç odacığı, yaprak difüzyon parametresi verilebilir. Bitki su potansiyelinin ölçülmesine dayanan bu yöntemler zaman alıcı ve araziyi temsil için çok sayıda ölçüm gerektiren yöntemlerdir.

Hafif solma veya turgor kaybı, düşük bitki su potansiyelinin bir göstergesidir. Bu durum; topraktaki kullanılabilir suyun azalması, tam gelişmemiş veya zarar görmüş

kök sistemi veya hücrel su taşınımına içsel bitki direncinin yüksek olması gibi nedenlerden kaynaklanabilir. Turgor kaybı, bitki büyümesi ve gelişmesinin azalmasına yol açarak verimi etkiler. Belirli koşullarda solmanın ilerlemesi durumunda kullanılabilir nemin düşmesine işaret etmede bitki sıcaklığından yararlanılabilir. Bitkilerde fizyolojik işlemler solma görülmeden önce etkilenir ve farklı bitki türlerinde solma olayı farklı stres düzeylerinde meydana gelebilir (Hsiao 1973). Ehrler vd (1978), örtü sıcaklığındaki artışın bitki su stresinin güvenilir bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. O zaman sulamaları programlamada, infrared termometre tekniği ile ölçülen taç örtüsü sıcaklığı ve diğer meteorolojik koşullardan belirlenen bitki su stresi indeksi (CWSI) kullanılabilir (Jackson vd 1981, Idso 1982, Reginato ve Howe 1985, Hatfield 1990).

Anadolu'nun doğal bitkilerinden olan nar (*Punica granatum* L.), tarihin ilk çağlarından beri insan beslenmesinde ve tedavisinde yer alan önemli bir meyve türüdür. Nar, özellikle son yıllarda, insan sağlığına olan katkısının anlaşılması sonucu daha fazla tanınarak, gerek Dünyada, gerekse Ülkemizde üretimi, tüketimi ve ticareti yıldan yıla artan bir meyve durumuna gelmiştir. Bunun sonucu olarak narın yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesi ve sulanması ile ilgili sorunlara çözüm getirilmesi, nar yetiştirilen ülkelerde oldukça önem kazanmıştır.

Tropik ve subtropik iklim meyvesi olarak bilinmekle birlikte sıcak ve ılıman iklim bölgelerinde de sınırlı bir şekilde yetiştirilen narın Dünyada ve Ülkemizdeki üretim ve tüketimi ise her geçen gün artmaktadır. Dünyada en fazla nar tüketen ülkeler olan İran, Pakistan Türkiye, Azerbaycan, Hindistan ve İspanya aynı zamanda en önemli üretici ülkelerdir. Türkiye'de nar üretimi yapılan en önemli iller; ekiliş alanı, meyve veren ağaç sayısı, meyve vermeyen ağaç sayısı ve üretim miktarları dikkate alınarak Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1.1'den görüleceği üzere Ülkemiz nar üretiminde Antalya gerek ekiliş alanı, gerek ağaç sayısı, gerekse de üretim bakımından ilk sırada yer almaktadır.

Nar bitkisi sıcak ve kuru hava koşullarına karşılık, nemli ve serin toprak koşulları istemektedir. Bu nedenle yağışların yeterli olmadığı dönemlerde narlarda sulama şarttır. Narda sulamanın genel olarak az miktarda ve sık aralıklarla yapılması uygundur. Nar yetiştiriciliğinde en yaygın sorun, meyve kabuklarının çatlaması ve meyvelerin yarılmasıdır. Bu olayın en önemli nedenlerinden biri sulamadaki düzensizliklerdir. Narın susuz kalması, düzensiz aralık ve miktarlarla sulanması, olgunluk döneminde aşırı sulanması, meyve kabuklarının çatlamasına neden olur (Onur 1990).

Tarımsal üretimde birim alandan elde edilen verimin artırılması için, gelişme dönemi boyunca bitki kök bölgesinde yeterli nemin bulundurulması gerekmektedir. Söz konusu nemin kaynağını yağışlar ve sulama suyu oluşturmaktadır. Yarı kurak bir iklim kuşağında yer alan Ülkemizde, gelişme dönemi boyunca düşen yağışın miktarı ve dağılımı bitki su gereksinmesini karşılamadığından sulamanın önemi bir kat daha artmakta ve sulama, zorunlu bir üretim unsuru olmaktadır.

Çizelge 1.1. Türkiye’de nar üretimi yapılan önemli illere ilişkin bazı veriler (Anonim 2014)

İl	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/ağaç)	Ağaç Sayısı		
				Meyve veren	Meyve vermeyen	Toplam
ANTALYA	55819	108786	41	2621543	630134	3251677
MUĞLA	35087	68347	36	1894005	202053	2096058
ADANA	21585	39740	46	857697	322107	1179804
MERSİN	34658	35015	46	768006	1350508	2118514
DENİZLİ	29881	23363	35	668102	1378395	2046497
HATAY	12080	22155	28	783500	223925	1007425
GAZİANTEP	17657	18862	31	614583	67335	681918
AYDIN	15641	16429	28	585112	231573	816685
İZMİR	6947	9991	27	366244	265625	631869
ŞANLIURFA	19947	7913	12	652642	335125	987767
KİLİS	12960	7823	17	466560	51840	518400
ADİYAMAN	11842	4425	18	245550	459217	704767
SİİRT	5402	3536	24	147435	28005	175440
MARDİN	1842	3143	47	67357	43075	110432

Mevcut su kaynaklarının etkin bir biçimde kullanılabilmesi için toprağa, bitkiye veya meteorolojik koşullara bağlı olarak sulama programlamasında bitkiyi temel alan yöntemler yaygın bir şekilde kullanım alanı bulmaktadır. Infrared termometreler de bitki taç örtüsü sıcaklığını ölçerek bitkiye dayalı sulama programlamasında kullanılan gelişmiş aletlerdir. Söz konusu aletlerin tek yıllık bitkilerde kullanımına ilişkin literatürde çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen meyve ağaçları veya çalı gibi çok yıllık bitkilerde yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Nar ağaçlarında infrared termometre kullanılarak sulamanın programlamasına ilişkin bir çalışmaya ise literatür araştırmalarında rastlanılmamıştır. Öte yandan, nar üretiminde gerek ekiliş alanı, gerek ağaç sayısı, gerekse de üretim bakımından ilk sırada yer alan Antalya’da nar ağaçlarında ileri teknoloji kullanarak sulamanın programlanması suyun verimli kullanılması açısından önem kazanmaktadır.

Açıklanan bu nedenlerle, bu çalışmada Antalya koşullarında nar ağaçlarında, infrared termometre tekniği kullanılarak bitki su stresi indeksinin (CWSI) değerlendirilmesi ve sulama programlamasında kullanım olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesine İlişkin Kuramsal Yaklaşımlar

Sulama programlaması yöntemleri toprağı, meteorolojik verileri ve bitkiyi temel alan yöntemler olarak üç grupta incelenmektedir. Toprağı ve meteorolojik verileri esas alan sulama programları her ne kadar güncelliğini koruyor olsa da son yıllarda bitkilerdeki su azlığına bağlı olarak ortaya çıkan belirtilere dayanan sulama programlaması yöntemleri giderek önem kazanmaktadır. Bitkiyi temel alan ölçümlerden yararlanmak yoluyla bitki su stresini niceliksel olarak ifade etmek ve bu değerleri, sulama zamanının belirlenmesi amacıyla kullanmak olanaklıdır.

Bitki büyümesinin bitki dokularındaki su dengesi ile ilişkili olduğu geniş şekilde kabul edilmektedir. Toprakta kullanılabilir suyun azalmasına bağlı olarak bitkide fizyolojik oluşumlar bozulmakta ve giderek verim düşmektedir. Bu nedenle sulama zamanının saptanmasında toprak suyu eksilişinden çok bitki-su eksikliğınden yararlanılması önerilmektedir (Tekinel ve Kanber 1979).

Bitki tacı sıcaklık ölçümlerinden yararlanılarak su durumu konusunda oldukça yararlı bilgiler elde etmek olasıdır. Bitki yüzey sıcaklığı doğrudan onun transpirasyon hızı ile ilgilidir. Benzer atmosferik koşullarda, sağlıklı olarak büyüyen, su eksikliğı hissetmeyen bitki sağlıklı bitkiden daha serindir. Çünkü, sağlıklı bitki durumunda yaprak yüzeyinde terleme nedeniyle serinleme daha fazladır (Yazar 1993).

Su stresi sonucu bitki stomalarının kapanması bitki taç örtü sıcaklığının yükselmesine neden olur. İnfrared termometreler kullanılarak bitki taç örtüsü sıcaklığı uzaktan algılanabilmektedir. Bu değer sulama programlamasında ve verimin önceden tahmin edilmesinde kullanılabilir (Pinter ve Reginato 1982, O' Toole vd 1984).

Jackson (1982), yaprak sıcaklığı ölçümüne ait ilk araştırmanın 1843 yılında Remaux tarafından yapıldığını bildirmiştir. Remaux, birkaç yaprağı birbirinin üstüne koyarak civalı termometrenin üstüne sarmış ve yaprak sıcaklığını ölçmeye çalışmıştır.

Taç örtüsü sıcaklığı bitki su stresinin bir indeksi olup genellikle stomaların kapanmasına bağlı olarak ortaya çıkan bitki yüzey sıcaklığı değişimlerini temel alır. Bitkilerde fizyolojik işlemler solma görülmeden önce etkilenir ve farklı bitki türlerinde solma olayı farklı stres düzeylerinde meydana gelebilir (Hsiao 1973).

Su stresinin belirlenmesinde taç örtüsü sıcaklığının kullanımı, iyi sulama koşullarında hava sıcaklığından daha az sıcaklığa sahip yaprakların, transpirasyon süresince su kaybederek serin kaldıkları ilkesine dayanır. Toprakta su sınırlı olduğunda transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı artar. Transpirasyon büyük oranda azalır veya durma noktasına gelirse yaprak sıcaklıkları, yaprak tarafından absorbe edilen radyasyondan dolayı hava sıcaklığından daha büyük olur (Throssell vd 1987).

Bitki strese girdiğinde (stomalarını kapattığında) stomal iletkenlik, ısı akısındaki değişkenlik, transpirasyon ve evaporasyonun soğutma etkisi azalır ve yapraklar stressiz bitkilere oranla daha sıcak olur. Bu kavram bitki su durumunun belirlenmesinde taç örtüsü sıcaklığı ölçümlerinin kullanımının temelini oluşturmaktadır (Stockle ve Dugas 1992).

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 bölgesel testler ile ortaya konulmalıdır (Yazar 1990).

Bitki yüzey sıcaklığına dayalı olarak farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen stres indeksleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Baştuğ 1994, Kanber 2002, Alves ve Pereira 2000).

- Stresli Gün İndeksi (SDI) (Hiler ve Clark 1971).
- Stresli 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 bitki su stresi indeksleri içerisinde en yaygın kullanım alanına sahip ve en güvenilir olanı Jackson vd (1981) tarafından enerji dengesi eşitliğinden yararlanılarak geliştirilen Bitki Su stresi indeksi (CWSI)' dir. 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 programlarının hazırlanması amacıyla kullanılarak hedeflenen verim, kalite ve su tasarrufunun sağlanabileceğini bildirmişlerdir (Sepaskhah ve Kashefipour 1994, Olufayo vd 1996, Carcova vd 1998, Irmak vd 2000, Alderfasi ve Nielsen 2001, Orta vd 2003, Yuan vd 2004, Cremona vd 2004, Idso vd 1981, Reginato 1983).

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.

2.1.1 Enerji dengesi yöntemi (Jackson vd 1981)

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).

Bitki yüzeyi-hava sıcaklığı arasındaki ilişkinin açıklanabilmesi için bitki yüzeyindeki enerji dengesi değişiminin iyi anlaşılması gerekir.

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

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

Eşitlikte; R_n : Net radyasyonu (Wm^{-2}), LE : Gizli ısı akısını ($W m^{-2}$), H : Hissedilebilir ısı akısını ($W m^{-2}$) ve G : Toprakta 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) :

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

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

Eşitliklerde; e_c^x : 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 : Psikometrik 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 eşitlikler elde edilir (Jalali-Farahani 1993):

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

Eşitlik 2.3, Eşitlik 2.4 ile birleştirildikten sonra bitki yüzeyi-hava sıcaklığı farkı için eşitliğin yeniden düzenlenmesi durumunda ise aşağıdaki eşitlik elde edilir:

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

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 2000, Colaizzi vd 2003):

$$r_a = \frac{\left\{ \ln \left[\frac{(z-d)}{Z_{oM}} \right] - \Psi_M \right\} \left\{ \ln \left[\frac{(z-d)}{h-d} \right] - \Psi_H \right\}}{k^2 u_z} \quad (2.6)$$

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_H ve Ψ_M : 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):

$$r_c = r_a \left(\frac{\Delta}{\gamma} \beta - 1 \right) + \frac{\rho c_p VPD}{\gamma LE} \quad (2.7)$$

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 karşı gösterdiği dirençtir. Eğer r_c değeri yüksekse bitkinin transpirasyonu azalacak ve yüzey sıcaklığı artacaktır (Wanjura ve Upchurch 1997).

Hatfield (1985), bitki yüzey direncine solar radyasyona bağlı olarak gölgelenmenin 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 artkça negatif değerler aldığını bildirmişlerdir.

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).

$T_c - T_a$ için elde edilen enerji dengesi eşitliğinde (Eşitlik 2.5) $R_n - G = 0,9R_n$ olduğu düşünülürse (Jackson vd 1988) ve doymuş buhar basıncı-sıcaklık ilişkisini belirten doğrunun eğimi $\Delta = \left(\frac{e_c^x - e_a}{T_c - T_a}\right)$ şekilde ifade edilirse, $T_c - T_a$ değerini veren eşitlik aşağıdaki şekli alır (Jackson 1982, Jackson vd 1988):

$$T_c - T_a = \frac{r_a 0,9 R_n}{\rho c_p} \frac{\gamma(1 + r_c/r_a)}{\Delta + \gamma(1 + r_c/r_a)} - \frac{VPD}{\Delta + \gamma(1 + r_c/r_a)} \quad (2.8)$$

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 şu şekildedir:

$$T_c - T_a = \frac{r_a R_n}{\rho c_p} \quad (2.9)$$

Eğer bitkiden terleme yoluyla oluşan buharlaşmaya bitkinin direnç göstermediği varsayımı yapılırsa (yani bitkiden olan buharlaşmanın açık su yüzeyi buharlaşması gibi düşünüldüğü durumda) Eşitlik 2.8' deki 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, Jackson vd 1988):

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

Eşitlik 2.8 ve 2.10, $T_c - T_a$ 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):

$$LE = \frac{\Delta R_n + \rho c_p (e_c^x - e_a) / r_a}{\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} \quad (2.11)$$

Gerçek ET (eşitlik 2.11'deki herhangi bir r_c değeri için) ve potansiyel ET (eşitlik 2.11'de $r_c=r_{cp}$ için) değerleri birbirine oranlanıp gerekli sadeleştirmeler yapılırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir (Jackson 1982):

$$\frac{ET}{ET_p} = \frac{\Delta + \gamma (1 + r_{cp} / r_a)}{\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} \quad (2.12)$$

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):

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

CWSI veya ET/ET_p değerlerinin hesaplanması için r_c/r_a oranının bilinmesi gerekir. Anılan oranın değeri Eşitlik 2.8' in yeniden düzenlenmesiyle elde edilir.

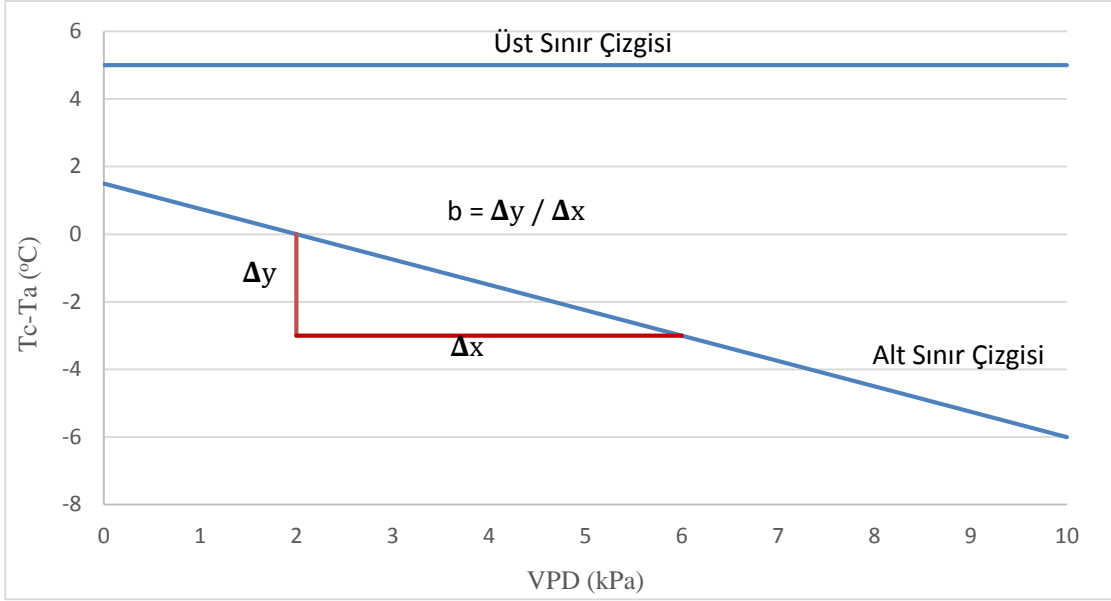
$$\frac{r_c}{r_a} = \frac{\gamma r_a R_n / (\rho c_p) - (T_c - T_a) (\Delta + \gamma) - VPD}{\gamma [(T_c - T_a) - r_a R_n / (\rho c_p)]} \quad (2.14)$$

Elde edilen bu denklem Eşitlik 2.13'de yerine konulursa CWSI değeri hesaplanabilir.

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

2.1.2. Deneysel yaklaşım (Idso vd 1981)

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 çekmeyen 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 2.1 'de gösterilmiştir (Idso vd 1981).



Şekil 2.1. Deneysel yaklaşımdaki temel grafik ve elemanları

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

$$T_c - T_a = a - b \times VPD \quad (2.15)$$

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

Eşitlik 2.15, enerji dengesi yaklaşımında $T_c - T_a$ 'nın alt sınırı olarak verilen Eşitlik 2.10'un 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).

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):

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

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

$$VPG = e^*(T_a) - e^*(T_a + a) \quad (2.17)$$

Eşitlikte; $e^*(T_a)$: T_a sıcaklığındaki havanın doymuş buhar basıncı (kPa), $e^*(T_a+a)$: T_a+a sıcaklığındaki havanın doymuş buhar basıncıdır. Eşitlik 2.17'e göre, $T_c - T_a$ 'nın üst sınır çizgisi sadece hava sıcaklığının bir fonksiyonudur.

VPD, hava sıcaklığı ve RH değerlerine bağlı olarak aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Allen vd 1998):

$$e_s = 0,6108 \times \exp [17,27T/(T+237,3)] \quad (2.18)$$

$$e_a = e_s \times (RH / 100) \quad (2.19)$$

$$VPD = e_s - e_a \quad (2.20)$$

Eşitlikte; e_s : doygun buhar basıncı (kPa), T : hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), RH : havanın bağıl nemi (%), VPD : buhar basıncı açığı (kPa)' dır.

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

$$CWSI = \frac{(T_c - T_a)_m - (T_c - T_a)_{ul}}{(T_c - T_a)_{ul} - (T_c - T_a)_{ul}} \quad (2.21)$$

Eşitlikte;

$(T_c - T_a)_m$: Ölçüm anındaki sıcaklık farkı ($^{\circ}\text{C}$)

$(T_c - T_a)_{ul}$: Ölçüm anındaki VPD değeri için temel grafikten elde edilecek alt sınır değeri ($^{\circ}\text{C}$)

$(T_c - T_a)_{ul}$: Temel grafiğin üst sınır değeri ($^{\circ}\text{C}$)' dir.

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

2.1.3. Islak termometre sıcaklığı yaklaşımı (Alves ve Pereira 2000)

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

İlk aşamadaki doygun buhar basıncı eğrisinden aşağıdaki eşitlik elde edilebilir:

$$e \approx e_s(T) - (\Delta + \gamma)(T - T_w) \quad (2.22)$$

Eşitlikte;

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

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

e ve e_s : T sıcaklığında gerçek ve doygun buhar basınçları (kPa)' dir.

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

$$e_1 - e_2 = (\Delta + \gamma)(T_{w1} - T_{w2}) - \gamma(T_1 - T_2) \quad (2.23)$$

Bitki yüzeyindeki ıslak ve kuru termometre sıcaklıkları (T_s ve T_0) 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 2.22' de yerine konulursa aşağıdaki eşitlik elde edilir:

$$e_0 - e_z = (\Delta + \gamma)(T_s - T_w) - \gamma(T_0 - T_z) \quad (2.24)$$

Eşitlikte; e_0 : Bitki yüzeyindeki buhar basıncı (kPa), e_z : Kıyas düzlemindeki buhar basıncı (kPa)'dır. Eşitlik 2.23, Eşitlik 2.25'te verilen gizli ısı akısı ve eşitlik 2.26'da verilen hissedilebilir ısı akısı denklemleriyle eşitlik 2.27'de verilen enerji dengesi eşitliğinde yerine konup tekrar düzenlenirse eşitlik 2.28'de verilen ilişki elde edilir:

$$LE = \frac{\rho c_p}{\gamma} \frac{e_0 - e_z}{r_a} \quad (2.25)$$

$$H = \rho c_p \frac{T_0 - T_a}{r_a} \quad (2.26)$$

$$R_n - G = LE + H \quad (2.27)$$

$$T_s - T_w = \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \frac{r_a}{\rho c_p} (R_n - G) \quad (2.28)$$

Eşitlik 2.28, 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 2.28 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 şu şekilde ifade edilir.

- 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 2.23 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.

2.2. Bitki Su Stresinin Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar

İnfrared termometreler bitki taç örtüsü sıcaklığının bitkiyi tahrip etmeden uzaktan algılanmasını sağlayan ve günümüzde kullanımları gittikçe yaygınlaşan hızlı ve güvenilir aletlerdir. İnfrared termometre aleti kullanılarak ölçülen taç örtüsü sıcaklığından yararlanılarak belirlenen bitki su stresi indeksi yardımıyla bitkinin strese girip girmediği ve sulama zamanı belirlenebilmektedir. Anılan alet kullanılarak tek yıllık çeşitli bitkilerde çok sayıda çalışma başarı ile yürütülmüştür. Söz konusu çalışmalara soyada (Nielsen 1990, Yazar 1990), mısırdaki (Baştuğ ve Irmak 1996, Gençoğlan ve Yazar 1999), pamukta (Ödemiş ve Baştuğ 1999), fasulyede (Erdem vd, 2006), çimde (Emekli vd 2007), şekerpancarında (Köksal 2006), karpuzda (Orta vd 2003), ayçiçeğinde (Taghvaeian vd 2014) ve biberde (Sezen vd 2014) yapılan çalışmalar örnek olarak gösterilebilir. Çok yıllık bitkilerde ise infrared termometre tekniğine ilişkin çalışmalar oldukça sınırlı olup bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Van Zyl (1986), bağda su stresinin bir göstergesi olarak bitki taç örtüsü sıcaklığının kullanılabilirliğini, infrared termometrelerin de taç örtüsü sıcaklığını ölçmede hızlı ve güvenilir sonuçlar verdiğini, taç sıcaklığının toprak su içeriği ile önemli derecede ilişkili olduğunu ve kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 36'sı tüketildiğinde sulamaların yapılması gerektiğini bildirmiştir.

Garrot vd (1993), pıkan cevizinde CWSI değerine bağlı olarak su stresinin verim ve meyve kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, stressiz koşullarda CWSI değerinin 0,08'den daha küçük gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, ağaçların orta düzeyde su stresine maruz kalması durumunda, CWSI değerinin 0,20'den daha büyük olduğunu ve bunun da ağaç gelişimini ve verimi azalttığını, yüksek ve kaliteli verim için CWSI değerinin 0,10 değerini geçmeden sulanması gerektiğini önermişlerdir.

Sepaskhah ve Kashefipour (1994), damla sulama ile sulanan tatlı misket limonunda CWSI ile verim ve meyve kalitesi arasındaki ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında, infrared termometre tekniğinin tatlı misket limonunun sulama programlamasında kullanılabilirliğini ve CWSI değerinin 0,103 civarında tutulması durumunda en yüksek verimin alınacağını belirtmişlerdir.

Ballester vd (2013), turuncgil ve Trabzon hurmasında bitki su stresinin belirlenmesinde infrared termal kameranın kullanım olanaklarını araştırdıkları çalışmalarında, her iki ağaç türünde de bitki su stresinin belirlenmesinde söz konusu aletin kullanılabilirliği sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, ayrıca, Trabzon hurmasında bitki taç örtüsü sıcaklığının bitki su stresi durumunu açıklayan en duyarlı parametre olduğunu belirtirlerken, turuncgil ağaçlarında ise bitki taç örtüsü sıcaklığının su stresinden her zaman etkilenmediğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, farklı etkilenmenin anılan iki bitkinin yaprak büyüklüklerinin farklı olmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Testi vd (2008), Antep fıstığında bitki su stresinin belirlenmesi amacıyla infrared termometre kullanarak yaptıkları bir çalışmada, mevsim boyunca bitki su ihtiyacının tamamının ve bitkinin meyve kabuğunun sertleşmesinden sonraki dönemde % 40'ının

karşılandığı olmak üzere iki ayrı sulama düzeyinde yürüttükleri çalışma sonucunda infrared termometrenin fıstık ağaçları için iyi ve çok duyarlı bir su stresi indikatörü olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, kısıtlı sulanan konuda ölçülen taç örtüsü sıcaklığının tam sulanan konudaki taç örtüsü sıcaklığından daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, tam sulanan konularda bitki su stresi indeksi, sulama sezonu boyunca nadiren 0,2'yi aşarken, kısıtlı sulanan konularda anılan değerin stres periyodunun sonunda 0,8-0,9 değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Antep fıstığı ağaçlarının taç örtüsü sıcaklığının, bitki su durumundaki değişime oldukça büyük bir tepki verdiğini ve stres durumundaki ağaçların taç örtüsü sıcaklığının, tam sulama yapılan ağaçların taç örtüsü sıcaklığından oldukça yüksek olduğunu ve sulama uygulamalarının bu farklılığı azalttığını öne sürmüşlerdir.

Gonzalez-Dugo vd (2014), portakal ve mandarin ağaçlarında, su eksikliği indikatörü olarak bitki su stresi indeksinin kullanımının uygulanabilirliği ve sınırlarını infrared termal kamera kullanarak araştırdıkları çalışmalarında, su stresi olmayan baz çizgisinin (NWSB) elde edilen ürüne bağlı olarak, büyüme evrelerinden etkilendiği, bitki su stresi indeksi (CWSI) ve gövde su potansiyeli arasında yakın bir ilişki gözlemlendiği ve bunun narenciye ağaçlarında su durumunun uygun bir indikatörü olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmada noktasal veri alan sensörlerden elde edilen taç örtüsü sıcaklığı bilgileri, yüksek çözünürlüklü termal görüntülerle birlikte kullanılarak CWSI haritaları elde edilmiştir. Elde edilen CWSI'nın, bitkilerin su durumunu ve narenciye bahçelerinde su stresinin yersel değişkenliğini değerlendirmek için önemli bir yöntem olduğunu göstermişlerdir.

Wang ve Gartung (2010), erkenci şeftali ağaçlarında, infrared termometre ile ölçülen taç sıcaklıklarını kullanarak bitki su stresini değerlendirmek ve hasat sonrası kısıtlı sulamada uygulanabilirliğini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, sulamayı başlatmak için taç örtüsü sıcaklığından yararlanmanın mümkün olduğunu göstererek, gövde-su potansiyeli ve taç örtüsü sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde etmişlerdir ($r^2=0,67-0,70$). İki yıllık çalışma boyunca hasat sonrası kısıtlı sulama uygulanan ağaçlarda gün ortası taç örtüsü ve hava sıcaklığı farkı 5-7 °C aralığında bulunurken, su stresi olmayan kontrol ağaçlarında ise anılan değerin her zaman 1,4-2,0 °C aralığında olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, hesaplanan CWSI değerlerinin, kısıtlı su uygulanan ağaçlarda, kontrol ağaçlarına göre daha yüksek değerlere ulaştığını ve kısıtlı sulama uygulamalarındaki meyve kalitesi ve verim değerlerinin literatür ile uyumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Gonzalez-Dugo vd (2015), Antep Fıstığı ağaçlarında insansız hava aracı tarafından elde edilen yüksek çözünürlüklü termal görüntüleri kullanarak su durumu ve sulama gereksinimlerinin yersel değişkenliğini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, her biri 130 hektar olan iki arazide ölçülen taç sıcaklıklarına dayalı bitki su stresi indeksini ve ağaçların su potansiyelinin yersel değişkenliğini değerlendirmişler, sulamanın performans değerlendirmesine ürünlerin tepkisini entegre etmek amacıyla yüksek çözünürlüklü termal görüntülerin kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Ben-Gal vd (2009), İsrail'de Zeytin ağaçlarında su stresini değerlendirmek amacıyla, toprağın su durumu, ağacın su durumu ve termal görüntülerin ilişkilerini incelemek amacıyla mevsim boyunca bitki su gereksiniminin % 30, % 50, % 75, % 100

ve % 125' inin karşılandığı olmak üzere beş farklı sulama düzeyinde sulanan ağaçların uzaktan algılanan termal görüntülerini kullanarak taç örtüsü sıcaklığını belirlemişler ve bu değerleri kullanarak analitik ve deneysel yaklaşımlarla bitki su stresi indeksini hesaplamışlardır. Araştırmacılar, deneysel ve analitik olarak belirlenen CWSI değerleri arasında önemli bir istatistiksel farklılık olmadığını bildirmişler ve pratik uygulamalarda analitik yöntemin kullanılabilmesini ileri sürmüşlerdir. Agam vd (2013) ise, zeytin ağaçlarında termal görüntülerden elde edilen taç örtüsü sıcaklıklarına dayanarak, deneysel ve analitik yaklaşımlarla bitki su stresi indeksini hesapladıkları çalışmalarında, stressiz ve stresli ağaçlarda deneysel olarak hesaplanan bitki su stresi indeksi değerleri arasındaki farklılığın günlük ölçümlerin yanısıra bitkinin gelişim ve kuraklık dönemlerinde de bitkideki su durumunun bir göstergesi olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, aynı zamanda analitik yaklaşımların iyi bir performans göstermediğini dile getirmişlerdir. Ampirik bitki su stresi indeks değerlerinin verilen sınırlarda kullanılmasının olumlu sonuçlar verdiğini, analitik bitki su stresi indeks değerlerinin ise bitki su durumunu belirlemede kullanılabilmesi için üzerinde çalışılması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Gonzalez-Dugo vd (2013), ticari bir meyve bahçesi içinde beş farklı meyve ağacı türünde, bitkilerin su durumunun değişkenliğini değerlendirmek amacıyla yüksek çözünürlüklü termal görüntüleri kullanarak yaptıkları çalışmalarında, hava sıcaklığı ve taç örtüsü sıcaklığı arasındaki farkın ($T_c - T_a$) günlük gelişimini ağacın su durumu ile karşılaştırdıklarında, ($T_c - T_a$)'nın zamanla gelişim eğiminin bitki su içeriği ile iyi ilişkili olduğunu ve stomal davranışla bağlantılı olarak yeni bir indikatör olabileceğini önermişlerdir. Araştırmacılar, $T_c - T_a$ 'nın alt ve üst sınırlarını tanımlamak için sıcaklık verileri ile hesaplanan bitki su stresi indeksini deneysel bir yaklaşımla hesapladıklarını ve su durumundaki değişkenlik değerlendirmesini taç örtüsü sıcaklıklarındaki farklılıkları kullanarak yaptıklarını belirtmişlerdir. Sulama birimleri içinde ve arasında örnek değişkenliğini tespit ettiklerini bildirmişler ve önerilen yaklaşımın hassas sulama yönetimi için geçerli olabileceği sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, yaptıkları değerlendirmeler ile su stresi olan parselleri belirlemişler, su stresi indeksinin eşik değerini tanımlamışlar ve bu eşik değerlerinin üreticiler tarafından sulama yönetiminde kullanılabilmesini bildirmişlerdir.

Bozkurt Çolak vd (2014), Çukurova bölgesinde ergin çekirdeksiz sofralık üzüm çeşidinde bitki su stresini infrared termometreyle izleyerek en yüksek verim ve kaliteyi sağlayacak optimum sulama programını oluşturmak amacıyla gün ortası yaprak su potansiyelinin üç farklı eşik değerine göre oluşturulan sulama konuları ve sulanmayan tanık konu olmak üzere dört farklı sulama konusunu ele almışlardır. Araştırmacılar, deneme süresince tüm konularda bitkinin taç sıcaklığını infrared termometre ile ölçmüşler, havanın buhar basıncı açığı değerleriyle taç-hava sıcaklık farklarından yararlanarak bitki su stresi indeksini (CWSI) hesaplamışlardır. Araştırmacılar, bitkilerin CWSI değeri 0,30-0,35 arasında iken sulanması durumunda en yüksek verimin elde edileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar yaprak su potansiyeli ile CWSI arasında doğrusal ilişkiler belirlemişler ve bitki su stresi indeksi değerleri esas alınarak asmalarda sulama programı oluşturulabileceği sonucuna varmışlardır.

Septar vd (2014), üç farklı sulama rejimi uygulanan şeftali ağaçlarının sulama programlamasında, termal görüntüleri kullanarak taç örtüsü sıcaklığının yersel dağılımını incelemişlerdir. Araştırmacılar üç farklı toprak nem içeriği değerinde (susuz,

kısıtlı sulama ve tam sulama) üç farklı yönde (Kuzey, Güney ve Doğu-Batı) ve beş dikey pozisyonda (üst, orta üst, orta, orta alt ve alt) taç örtüsü sıcaklığı değerlerini ölçmüşler ve taç örtüsü sıcaklığı değerlerinin sulama rejiminden önemli derecede etkilendiği halde dikey pozisyondan önemli derecede etkilenmediği sonucuna varmışlardır.

Köksal vd (2010), kiraz ağaçlarında tam sulama ve kısıtlı sulama koşullarında, yaprak su potansiyeli, yaprağın suya olan direnci ve taç örtüsü sıcaklığına dayalı su stresini ve bitkinin su kullanımını belirlemek amacıyla, bitki gözlemlerine dayanarak evaporasyonu tahmin etmek ve bitki su stresi indeksinin hesaplanması için gerekli olan grafiksel alt ve üst temel çizgilerini geliştirmek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Taç örtüsü sıcaklığının yanında, bitkinin taç direnci (r_c) ve yaprak su potansiyelini (LWP) de hesapladıkları çalışmalarında CWSI için temel grafiğinin üst baz çizgisini teorik olarak ve alt baz çizgisini deneysel olarak belirlemişlerdir. Ölçüm yapılan günlerde kısıtlı sulama yapılan ağaçlarda bitki su stresi indeksinin gün ortasında arttığını tam sulama yapılan ağaçlarda ise sıfıra yakın bir değerde olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar kısıtlı sulama uygulanan ağaçlarda, CWSI ile evapotranspirasyon arasında önemli bir ilişki elde ettiklerini, tam sulama uygulanan ağaçlarda ise CWSI dalgalanmalarından dolayı zayıf bir ilişki elde ettiklerini bildirmişlerdir. İstatistiksel analizlere göre, evapotranspirasyon ve yaprak su potansiyeli arasında hem su stresi olan hem de tam sulanan koşullarda önemli doğrusal bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

Wiriya-Alongkorn vd (2013), longan ağaçlarında kuraklık stresinin izlenmesinde stresin başladığı zamanı ve en uygun görüntüyü elde etmek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Termal görüntülere dayalı bitki su stresi indeksinin tüm konularda araştırılan parametrelerle ilişkili olduklarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, görüntülerin yaprakların gölgeli kısımlarından alınması durumunda bitki su stresi indeksi ile stoma direnci (r_s) arasında iyi bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar ayrıca, bitki su stresi indeksi için 0,7 eşik değerinin stresli ve stressiz longan ağaçlarını ayırmak amacıyla önerilebileceğini de belirtmişlerdir.

Udompetaikul vd (2011), bitkilerin yaprak sıcaklıklarını ve ilgili diğer mikroklimatik bilgileri kullanarak bitki su durumunu belirlemek için, infrared termometre ile rüzgar, nem, fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ve hava sıcaklığı sensörlerini kombine eden bir sensör takımı geliştirmişler ve bunu badem ve ceviz ağaçlarında bilinen standart yöntemlerle test etmişlerdir. Yaprak sıcaklığını; gövde su potansiyeli, hava sıcaklığı, nem, PAR ve rüzgar hızının fonksiyonu olarak ifade eden çoklu doğrusal regresyon modelleri geliştirmişler ve badem ve ceviz ağaçlarında güneşli ve gölge koşullarında değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar regresyon analizinde, gölgede ölçülen yaprak verilerinin bitki su durumu ile daha iyi ilişkilendirildiği ve sensör takımı kullanılarak daha kolay toplandığı, ayrıca bunun ileride yapılacak çalışmalarda kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Denemede bitkisel materyal olarak Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Arazisinde kurulmuş olan 6 yaşındaki nar (Hicaznar çeşidi) bahçesinde bulunan ağaçlar kullanılmıştır.

Nar, çok çakıllı kumlu topraklardan, killi ve ağır topraklara kadar hemen her türlü değişik toprak tiplerinde yetişebilir. Ekonomik ürün alabilmek için en uygun topraklar; derin, tınlı, geçirgen, hafif alkali, organik maddelerce zengin olanlarıdır. Ayrıca çok kurak ve çok nemli toprak koşullarında da yetişebilir. Birçok bitki türü için zararlı olabilecek 6 milimhos/cm tuz miktarına tolerans gösterebilmekte, her iklim koşulunda 150 ile 200 yıl kadar yaşayabilmektedir. Toprak alkali veya asit olabilir (Özbek 2013).

Hicaznar nar çeşidinde meyveler Ekim ayının 15'inden itibaren olgunlaşmaktadır. Bu özelliği ile geççi çeşitlerden birisidir. Meyvelerindeki çatlamanın orta derecede olduğu hicaznar çeşidi, güneş yanıklığına oldukça duyarlı bir çeşittir. Verimlilik açısından oldukça yüksek değerlere sahip olup ağaç başına ortalama verim 60–65 kg'dır. Meyve iriliği ise ortalama 400–500 g arasında değişmektedir. Kabuk rengi sarı zemin üzerinde % 95 koyu parlak kırmızıdır. Dane iriliği ve dane randımanı azdır. Buna karşılık dane rengi koyu kırmızı olup, çekirdekleri orta derecede serttir. Suda çözülebilir kuru madde yönünden bütün tipler arasında ortalama % 17–17,5 ile en yüksek değeri göstermektedir. Asit içeriği % 1,8–1,9 olduğundan mayhoş narlar arasında oldukça yüksek bir değere sahiptir ve ekşi-mayhoş olarak adlandırılır (Onur ve Tibet 1993). Anılan çeşit Akdeniz ve son yıllarda da Ege Bölgeleri'nde kapama bahçe olarak en çok tesis edilen ayrıca, ihracatı da her geçen yıl artmakta olan bir çeşittir.

Nar yetiştiriciliği yapılacak bölgede, yazların uzun ve sıcak, kışların ise ılık ve yağışlı olması gerekir. Narın soğuklama gereksinimi hemen hemen yok gibidir. Meyvelerini olgunlaştırabilmek için vejetasyon dönemi içinde yüksek bir sıcaklık toplamı ister. Nar, Ülkemizin subtropik bölgelerinde genellikle Nisan ayında, ılıman iklim bölgelerinde ise Mayıs ayında çiçeklenmeye başlamaktadır. Çiçeklenme Haziran ayına kadar sürmektedir.

Genel olarak kışın -10°C sıcaklığa kadar dayanabilen nar bitkisi, geç çiçek açması nedeniyle ilkbahar geç donlarından zarar görmez, ancak geç olgunlaşan çeşitlerde meyveler, sonbahar erken donlarından etkilenebilmektedir.

Yıllık ortalama 500 mm'lik yağış yetiştiricilik için yeterlidir. Yaz aylarındaki yağışlar meyve kalitesini bozmakta, özellikle olgunluğa yakın dönemlerde meyve çatlamlarına neden olmaktadır. Meyve olumu döneminde kuru hava koşulları, kaliteli meyvelerin oluşması bakımından önemlidir. Nar, antepfıstığı ile birlikte, çok kurak karasal iklime en dayanıklı kültür bitkisi olarak bilinmektedir (Yılmaz 2015).

3.1.2. Araştırma alanı

Deneme Antalya Alanya karayolu üzerinde, Antalya ilinin 20 km doğusunda bulunan Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanı 36° 52' kuzey enlemi ve 30° 50' doğu boylamında deniz seviyesinden 15m yükseklikte yer almaktadır.

Araştırma alanının coğrafik konumu Şekil 3.1' de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanının coğrafik konumu

3.1.3. Toprak özellikleri

Deneme Aksu Çayının taşıdığı alüviyal materyal üzerinde oluşmuş topraklarda yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü yerden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin analizi sonucu elde edilen fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye Sınıfı	CaCO ₃ (%)	EC dSm ⁻¹	pH	TK (g/g)	SN (g/g)	As (gr/cm ³)
0-30	22,2	24,9	52,9	Siltli tın	24,0	0,36	8,1	22,1	12,7	1,35
30-60	25,1	22,6	52,3	Siltli tın	29,7	0,30	8,1	22,6	12,7	1,30
60-90	35,1	21,5	43,4	Tın	30,1	0,23	8,1	22,5	10,5	1,32
90-120	36,9	15,3	47,8	Tın	32,0	0,38	7,8	21,1	11,9	1,30

3.1.4. İklim özellikleri

Deneme alanı, Akdeniz iklimine sahip olup yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olmaktadır. Antalya’da yıllık ortalama sıcaklık 18,5 C° ve uzun yıllık ortalama toplam yağış 1119 mm’dir. Antalya Meteoroloji 4. Bölge Müdürlüğü’nden alınan uzun yıllık ortalama ve deneme alanının yaklaşık 250 m doğusunda bulunan TİGEM Boztepe Tarım İşletmesi arazisinde kurulu olan otomatik meteoroloji istasyonundan alınan denemenin yürütüldüğü yıla (2015) ilişkin meteorolojik veriler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Açık su yüzeyi buharlaşması değerleri denemenin yürütüldüğü nar bahçesine yerleştirilen bir A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanında uzun yıllık ve denemenin yürütüldüğü yılda (2015) kaydedilen aylık ortalama iklimsel veriler

Yıl	Aylar	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Buharlaşma (mm)	Rüzgar Hızı (m sn ⁻¹)	Oransal Nem (%)
1954-2013	Mayıs	20,5	31,8	142,7	2,0	65
	Haziran	25,4	7,9	176,9	1,9	59
	Temmuz	28,4	3,0	195,3	1,9	56
	Ağustos	28,2	2,4	172,2	1,7	60
	Eylül	24,7	13,7	133,6	1,8	60
	Ekim	20,0	78,8	96,0	1,8	60
2015	Mayıs	21,1	43,0	120,9	2,1	62
	Haziran	26,5	5,0	126,0	1,9	65
	Temmuz	28,0	0,0	164,3	1,7	62
	Ağustos	28,6	0,0	155,0	1,7	62
	Eylül	25,4	33,3	123,0	1,5	68
	Ekim	21,0	97,0	102,3	1,4	59

3.1.5. A sınıfı buharlaşma kabı

Açık su yüzeyi buharlaşmasının ölçümünde kullanılan standart A sınıfı buharlaşma kabı, galvanizli saçtan yapılmış 121 cm çapında 25,5 cm derinliğindedir. Kap yerden yüksekliği 15 cm olan ahşap ızgara üzerine bir düzeç yardımıyla yatay olarak oturtulmuştur (W.M.O, 1966). Üzeri kuş vb. hayvanların su içmesini önlemek için iri gözenekli bir kafes teliyle örtülü olan kap, denemeye başlamadan önce alüminyum rengine boyanmıştır. Denemede kullanılan A sınıfı buharlaşma kabının konumu Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Deneme alanında A sınıfı buharlaşma kabının konumu

3.1.6. Sulama suyunun sağlanması

Denemede kullanılan sulama suyu, deneme alanında daha önceden açılmış olan derin kuyudan sağlanmıştır. Sulamada kullanılan sulama suyunun tuzluluğu 0,561 dS/m ve pH'sı 7,3'dür. Denemede kullanılan suyun kimyasal özellikleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan sulama suyunun bazı özellikleri

Kasyonlar (me/l)				Anyonlar (me/l)				pH	EC (dSm ⁻¹)
Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼		
0,49	0,05	4,23	1,85	0,0	5,03	0,53	1,06	7,3	0,561

3.1.7. İnfrared termometre aleti

Bitki taç örtüsü sıcaklıklarının ölçümünde elde taşınabilir tipte 9 V pil ile çalışabilen infrared termometre aleti (Spectrum Technologies Inc., IR Crop Temperature Meter) kullanılmıştır (Şekil 3.3). Aletin ölçebildiği sıcaklık aralıkları - 40 ile 320 °C, dalga boyu 8-14 µ arasında değişmektedir. Mesafe hedef oranı 8:1 ve emissivity değeri 0,95 olarak verilmektedir.



Şekil 3.3. Denemede kullanılan infrared termometre

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, 30-60 ve 60-90 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 fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde ise aşağıdaki verilen yöntemler kullanılmıştır.

Yüzey toprağının tekstür sınıfı, tekstür bileşenlerinin (% kum, % kil ve % silt) Bouyoucus hidrometre yöntemi ile (Şekil 3.4) hesaplanmasından sonra tekstür üçgeninden belirlenmiştir (Gee ve Boudier 1986). Toprağın tarla kapasitesi ve solma noktasındaki su içeriği değerleri, laboratuarda basınç tablasında toprağın sırasıyla 1/3 ve 15 atmosfer basınç altında tutabildiği su miktarı, olarak belirlenmiştir (Klute 1986). Toprağın elektiriksel iletkenlik (ECe) ve pH değerleri, saturasyon ekstraktında Richards (1954)'in belirttiği esaslara göre pH ve elektiriksel iletkenlik aleti (Hach HQ serisi) ile belirlenmiştir. Hacim ağırlığı, Blake ve Hartge'nin (1986) belirttiği esaslara göre silindir yöntemi ile belirlenmiştir. Kireç (%), Çağlar (1958)'de belirtilen esaslara göre, Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir. Kalsiyum (Ca⁺⁺) ve Magnezyum (Mg⁺⁺): Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, versanat titrasyonu yöntemine göre yapılmıştır. Sodyum (Na⁺) ve Potasyum (K⁺), Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, gazlı fleymfotometre aleti ile belirlenmiştir. Karbonat (CO₃⁼) ve bikarbonat (HCO₃⁼), 0,01N sülfürik asitle titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Klor (Cl⁻), Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, 0.05N gümüş nitrat çözeltisi ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir. Sülfat (SO₄⁼), Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, BaCl₂ çözeltisi kullanılarak titrimetrik olarak tayin edilmiştir.

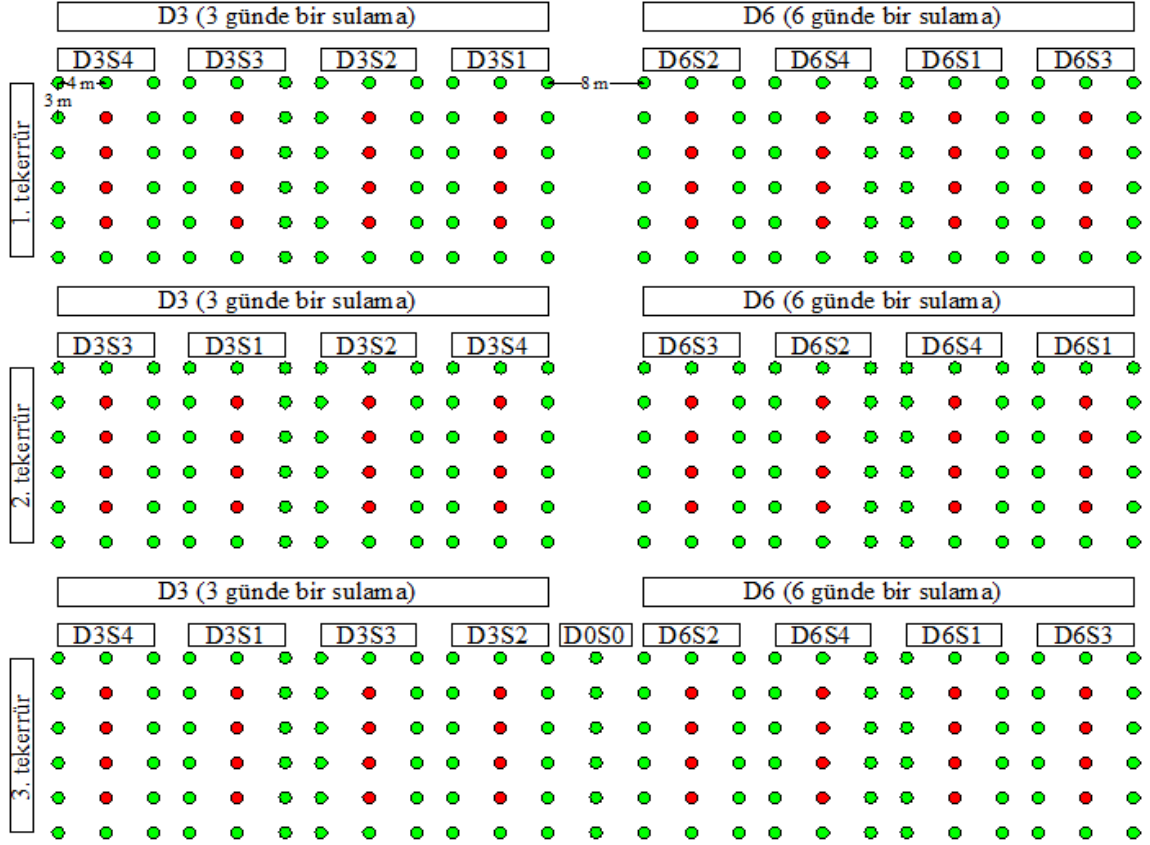


Şekil 3.4. Tekstür bileşenlerinin Bouyoucus hidrometre yöntemi ile belirlenmesi

3.2.2. Deneme yöntemi ve araştırma konuları

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Deneme alanına nar fidanları 4×3 m (sıra arası 4 m, sıra üzeri 3 m) olacak şekilde dikilmiştir. Her parselde üç sıra ve her sırada 6 ağaç olup diğer bir deyişle her parselde toplamda 15 adet ağaç yer almıştır. Kenarlardan birer sıra ve ortadaki sıranın dış kenarlarından birer ağaç kenar tesiri olarak değerlendirme dışı tutulmuş ve ortadaki sıradan 4 ağaç değerlendirmeye alınmıştır. Deneme planı Şekil 3.5’de verilmiştir.

Denemede ana konular sulama aralığına, alt konular ise sulama suyu miktarlarına göre oluşturulmuştur. Sulama suyu miktarları, açık su yüzeyi buharlaşması değeri farklı pan katsayıları (K_{pc}) ile çarpılarak belirlenmiştir. Ana konular, 3 günde bir (D3) ve 6 günde bir (D6) sulama olmak üzere oluşturulmuştur. Alt konular ise, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın S1 konusunda % 50’si, S2 konusunda % 75’i, S3 konusunda % 100’ü, S4 konusunda % 125’i kadar sulama suyu uygulanarak oluşturulmuştur. Deneme alanında bitki su stresi indeksini saptamak için üst sınır çizgisini belirlemek amacıyla altı ağaç susuz parsel (DOS0 konusu) olarak ayrılmıştır.



Şekil 3.5. Deneme planı

3.2.3. Sulama yöntemi

3.2.3.1. Sulama sisteminin özellikleri

Sulama sistemi, sırasıyla kontrol birimi, ana boru hattı, yan boru (manifold) hatları, lateral boru hatları ve damlatıcılardan oluşmaktadır. Kontrol biriminde, sırasıyla 2" hidrosiklon, 60 L'lik gübre tankı ve 2" 120 mesh'lik elek filtre bulunmakta ve sulama suyu deneme parsellerine $\phi 50$ ve $\phi 32$ mm PE boru hattı ile dağıtılmaktadır. Bu hatlarda her parsel için ayrı bir küresel vana ve su sayacı bağlantısı bulunmaktadır. Denemede, her ağaç sırasında iki lateral bulunmaktadır. Lateraller, 50 cm aralıklı 4 L h^{-1} sabit debili içten geçik (in-line) damlatıcılara sahip $\phi 16$ PE borulardan oluşmaktadır.

3.2.4. Sulama suyu miktarının saptanması

İlkbaharda bitki kök bölgesindeki kullanılabilir su % 50'ye düştüğünde tüm ağaçlara ilk su eşit olarak verilmiştir. İlk sulamada verilen su miktarı aşağıdaki ilişki ile hesaplanmıştır,

$$I = Q_{fc} - Q_c \quad (2.24)$$

- I : İlk sulamada verilecek su miktarı(mm),
 Q_{fc} : Tarla kapasitesi (mm),
 Q_c : Sulamadan önceki mevcut nem (mm).

Daha sonraki sulamalarda deneme konularına uygulanacak sulama suyu miktarları açık su yüzeyi buharlaşması değerine dayalı olarak belirlenmiştir.

Söz konusu kaptan iki sulama aralığı (3–6 gün) süresince gerçekleşen yığılımlı buharlaşma miktarları K_{pc} katsayısı ve örtü yüzdesi (P) ile çarpılarak sulama suyu miktarı (L) belirlenmiştir.

Konulara göre uygulanacak sulama suyu miktarının hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

$$I = A \cdot E_p \cdot K_{pc} \cdot P \quad (2.25)$$

Eşitlikte,

- I : Parsele uygulanan sulama suyu (L),
- A : Parsel alanı (m²),
- E_p : Sulama aralığındaki birikimli A sınıfı Pan buharlaşma miktarı (mm),
- K_{pc} : Pan katsayısı,
- P : Örtü yüzdesini (%) ifade etmektedir.

Deneme süresince P değeri, gerçek örtü yüzdesi değeri olarak belirlenen değer (% 40) olarak alınmıştır. Deneme konularına uygulanacak su (L) parsel başlangıcındaki su sayacı ile ölçülü olarak uygulanmıştır.

Verilen sulama suyunun doğruluğunun denetlenmesinde Eyllen vd (1986)'nın önerileri doğrultusunda aşağıda verilen basınç-damlatıcı debisi-zaman ilişkisinden de yararlanılmıştır.

$$T = \frac{I \times A}{q \times n} \quad (2.26)$$

Eşitlikte;

- T : Sulama suyu uygulama süresi (h),
- I : Uygulanacak sulama suyu miktarı (mm),
- A : Parsel alanı (m²),
- q : Damlatıcı debisi (L/h)
- n : Parseldeki damlatıcı sayısı

3.2.5. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi

Deneme süresince tüm tekerrürlerde 30 cm, 60 cm, 90 cm ve 120 cm derinliklerden sulamalardan önce gravimetrik örnekleme yöntemiyle toprak nem içeriği belirlenmiştir.

3.2.6. Kültürel işlemler

Nar ağaçlarında, 26.06.2015, 15.07.2015 ve 20.08.2015 tarihlerinde gövde dışında çıkan dip sürgünleri temizlenmiştir. Ayrıca 15.06.2015 tarihinde yaprak biti zararlısına karşı ilaç uygulaması yapılmıştır. Ticari adı Eforia 247 SC olan ilaç, 40

ml/100 L su karışımı ile uygulanmıştır. İlacın süspansiyon konsantresi, 141 g/l thiamethoxam, 106 g/l lambdacyhalothrin'dir.

3.2.7. Bitki su stresi indeksinin (CWSI) belirlenmesi

Nar ağaçlarında bitki su stresi indeksini belirlemek amacıyla, 10.06.2015-04.11.2015 tarihleri arasında her sulamadan önce ve sonra olmak üzere infrared termometre ile bitkilerin bitki taç örtüsü sıcaklıkları ölçülmüştür. Ölçümler güneşin yeryüzüne dik geldiği ve günün en sıcak saatleri olan 11:00, 12:00, 13:00, 14:00'de alınmıştır. Her ölçüm saatinde her parselin ortasındaki sıradan dört ağacın her birinin kuzeydoğu, kuzeybatı, güneydoğu ve güneybatı olmak üzere dört farklı yönde üç tekerürlü olarak bir konuda 48 ölçüm yapılmıştır. Infrared termometre ağacın boyunun orta noktasına doğru 90°'lik açıyla dik bir şekilde tutularak ve termometrenin görüş açısı ağacın yapraklarına denk gelecek şekilde okumalar yapılmıştır (Septar vd 2014). Sulama konularına ilişkin günlük ortalama CWSI değerleri de ölçülen 48 değer ortalaması alınarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.6. İnfrared termometre aleti ile bitki taç örtüsü sıcaklığının ölçülmesi

Bitki su stresi indeksi deneysel yaklaşım olarak kabul edilen Idso Yöntemi (Idso vd 1981) kullanılarak hesaplanmıştır. Bu yöntem için öncelikle stresli ve stressiz

koşullarda bitki yüzey sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı ile buhar basıncı açığı (VPD) ilişkisini gösteren temel grafik oluşturulmuştur. Bu grafikte alt sınır baz çizgisini belirlemek amacıyla, sulamadan sonraki günler olan 04.07.2015, 25.07.2015, 01.08.2015, 08.08.2015, 22.08.2015, 29.08.2015, 05.09.2015, 12.09.2015 tarihlerinde üç günde ve altı günde bir tam sulanan konulardan saat 09:00-18:00 saatleri arasında saat başı her tekerrürden alınan ölçümlerin ortalamaları dikkate alınmıştır. Alt baz çizgileri oluşturulurken hesaplanan CWSI değerlerindeki eksi işaretli değerlerin önüne geçmek amacıyla Bellvert vd (2013) tarafından verilen yaklaşımdan yararlanılarak regresyon denklemleri, tüm değerler yerine stresin en az olduğu değerler (en az stresli T_c-T_a değerleri) kullanılarak elde edilmiştir.

Üst sınır baz çizgisini belirlemek için bitkinin transpirasyon yapmasını engellemek amacıyla susuz parseldeki altı ağacın her birinden sırasıyla 24.07.2015, 28.07.2015, 04.08.2015, 24.08.2015, 01.09.2015, 07.09.2015 tarihlerinde dal kesilip aynı konum ve yönde tekrar ağaca bağlanarak (Sammis 1988), sonraki ikişer gün boyunca (25.07.2015, 27.07.2015; 29.07.2015, 30.07.2015, 31.07.2015; 05.08.2015, 06.08.2015, 07.08.2015; 25.08.2015, 26.08.2015; 02.09.2015, 03.09.2015; 08.09.2015, 09.09.2015, 10.09.2015 tarihlerinde) günün en sıcak saatleri olan 11:00, 12:00, 13:00 ve 14:00 saatlerinde infrared termometre ile yine kuzeybatı, kuzeydoğu, güneybatı ve güneydoğu olmak üzere dört yönden ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Alt sınır baz çizgisi için kesilen dalın solma anına kadar olan görüntüsü

3.2.8. Bitki su tüketiminin belirlenmesi

Bitkilerin su tüketimlerinin belirlenmesinde su bütçesi eşitliğinden yararlanılmıştır (James, 1988)

$$ET= I+P\pm\Delta S \quad (2.27)$$

Eşitlikte;

- ET : Bitki su tüketimi (mm),
I : Sulama suyu (mm),
P : Yağış (mm),
 ΔS : Toprak profilindeki (120 cm) nem değişimini (mm) göstermektedir.

Günlük ortalama su tüketim değerleri, aylık su tüketim değerleri aydaki gün sayısına bölünerek bulunmuştur.

Bitki su tüketiminin hesaplanmasında denemenin başladığı 15.03.2015 ile denemenin sonlandırıldığı 20.11.2015 arasındaki zaman dikkate alınmıştır.

3.2.9. Verimin belirlenmesi

Farklı sulama uygulamalarının ve stres faktörünün meyve verim üzerindeki etkisini incelemek amacıyla her konuda, üç yinelemeden de dörder ağaç olmak üzere toplam 12 ağaç değerlendirmeye alınmıştır. Ağaçlardaki tüm meyveler toplanarak tartılmış ve verim kg/dekar olarak hesaplanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanı Topraklarının ve Sulama Suyunun Özellikleri

Çizelge 3.1’de verilen deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri incelendiğinde, toprak katmanlarının 0-30 ve 30-60 cm’sinin siltli tınlı, 60-90 ve 90-120 cm’sinin tınlı bünyeye sahip olduğu görülmektedir. Toprak katmanlarında tarla kapasitesi değeri % 21,1 ile % 22,6, solma noktası değerleri ise % 10,5 ile % 12,7 arasında değişmektedir.

Toprak katmanlarının hacim ağırlıkları 1,30-1,35 g cm⁻³ arasında değişmekte olup siltli tınlı bünye için verilen sınırlar içerisinde bulunmaktadır. Killi topraklar için söz konusu değer 1,2-1,3, tınlı topraklar için 1,3-1,4 ve kumlu topraklar için ise 1,4-1,6 g cm⁻³ aralığında değiştiği bilinmektedir (Israelsen ve Hansen 1962).

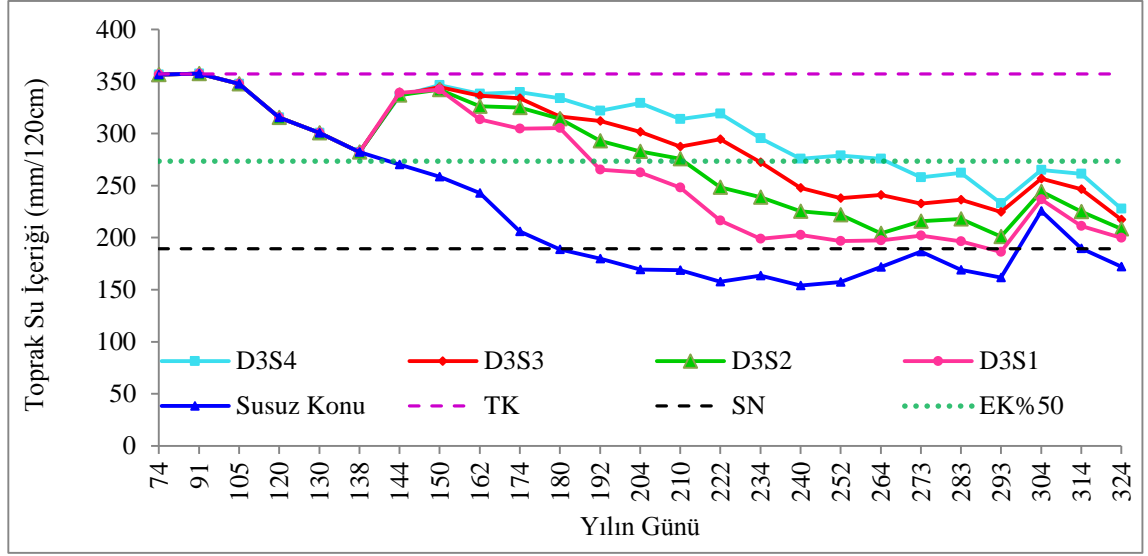
Deneme alanı topraklarının kimyasal özellikleri incelendiğinde (Çizelge 3.1) toprak pH’sının (8,1) hafif alkali özellikte olduğu, toprak saturasyon ekstraktı elektriksel iletkenliğinin ise 0,23 ile 0,38 dS/m arasında değiştiği, toprak tuzluluğu açısından bir sorun oluşturmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.3’te verilen sulamada kullanılan suyun kimyasal özelliklerinin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, sulama suyu elektriksel iletkenliği 0,561 dS/m olup 0,7 dS/m’den küçük olduğundan sulama suyu olarak güvenle kullanılabilirliği ve su kalitesi sınıfının da T₂S₁ olduğu belirlenmiştir (Ayers ve Westcot, 1985).

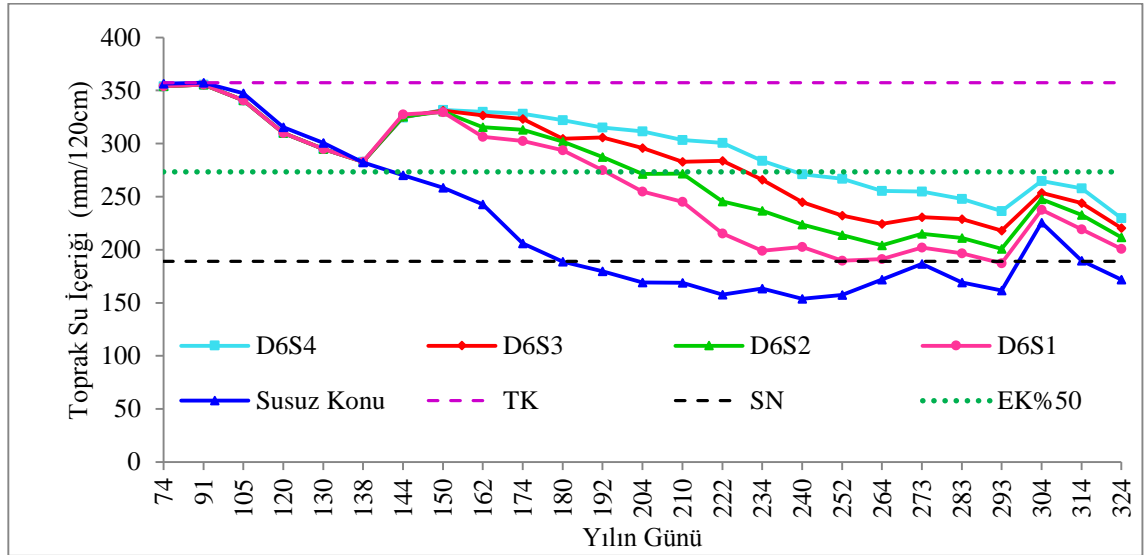
4.2. Mevsim Boyunca Toprak Neminin Değişimi

Deneme süresince toprak nem değişimi üç günde bir sulanan konuda Şekil 4.1’de ve altı günde bir sulanan konuda ise Şekil 4.2’de verilmektedir. Benzer uygulamalara maruz kaldığından dolayı, yılın 91. gününe kadar toprak nemi tüm sulama konularında tarla kapasitesinde seyretmiştir. İlk sulama 90 cm’lik toprak profilindeki elverişli kapasitenin % 50’sinin tüketildiği 138. gününde yapılmış ve tüm sulama konularında toprak nemi tarla kapasitesine gelene kadar (38 mm) su verilmiştir. Bu tarihten sonra ise konulu sulama uygulamaları başladığından üç ve altı günde bir sulanan konularda sulama öncesi toprak nemi değerlerinde değişim gözlenmiştir.

Susuz konuda toprak profilindeki nem miktarı zamanla azalarak yılın 174. gününden sonra solma noktasının altına düşmüştür. Ancak, 22.10.2015, 23.10.2015, 24.10.2015 tarihlerinde (yılın 295, 296 ve 297. günlerinde) yağın yağışlardan dolayı (Çizelge 3.2) susuz konudaki toprak nemi solma noktasının üzerine çıkmıştır. Üç gün ara ile sulanan konularda, buharlaşma miktarının 1,25 katı sulama suyu uygulanan D3S4 konusunda sulamalardan önceki nem düzeyi, deneme süresince genel olarak elverişli kapasitenin (EK) % 50’si düzeyinde seyretmiştir. Buharlaşma miktarı kadar sulama suyu uygulanan D3S3 konusu ise, deneme süresince toprak su içeriği elverişli kapasitenin % 50’sine yakın seyreden ikinci konu olmuştur. Öte yandan, buharlaşma miktarının yarısı kadar su uygulanan D3S1 konusunda ise toprak profilindeki nem düzeyi solma noktasına en yakın düzeyde kalan konu olmuştur. Altı günde bir sulanan konularda da benzer bir durum söz konusudur (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Üç günde bir sulanan deneme konularında sulamalardan önce mevsim boyunca toprak neminin değişimi



Şekil 4.2. Altı günde bir sulanan deneme konularında sulamalardan önce mevsim boyunca toprak neminin değişimi

Sulamalardan önce toprak nemi, konulara bağlı olarak, 15 Temmuz -15 Ağustos 2015 (196 ve 225. günden sonra) tarihlerinden sonra elverişli kapasitenin % 50'sinin altında seyretmesi bitki su kullanımının artması ile verilen sulama suyunun yetersiz kalması, bu nedenle bitkilerin kök bölgesindeki toprak suyunu kullanması ile açıklanabilir.

4.3. Uygulanan Sulama Suyu ve Buharlaştırma Miktarları

Deneme süresince üç ve altı günde bir sulanan konularda sulama tarihleri, uygulanan sulama suyu miktarları ve A sınıfı buharlaştırma kabından olan buharlaştırma miktarı değerleri sırasıyla, Çizelge 4.1- 4.5 ve Çizelge 4.6 - 4.10'da verilmiştir.

Anılan çizelgelerden görüldüğü üzere, mevsim boyunca, üç veya altı günde bir sulanan S1 konusuna 188,8, S2 konusuna 263,9, S3 konusuna 339,5, S4 konusuna 414,5 mm sulama suyu uygulanmıştır. Susuz konuya ise hiç su verilmemiştir. Mevsim boyunca ölçülen toplam buharlaşma 753 mm olmuştur.

Çizelge 4.1. Üç günde bir sulanan konularda Mayıs ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama Konusu			
		D3S1	D3S2	D3S3	D3S4
18.5.2015		38,0	38,0	38,0	38,0
21.5.2015	17,0	3,4	5,1	6,8	8,5
24.5.2015	18,0	3,6	5,4	7,2	9,0
27.5.2015	16,0	3,2	4,8	6,4	8,0
30.5.2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Toplam	51,0	48,2	53,3	58,4	63,5
Ortalama	17,0	9,6	10,6	11,6	12,7

Çizelge 4.2. Üç günde bir sulanan konularda Haziran ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama Konusu			
		D3S1	D3S2	D3S3	D3S4
02.6.2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05.6.2015	15,0	3,0	4,5	6,0	7,5
08.6.2015	16,0	2,4	4,8	6,4	8,0
11.6.2015	14,0	2,8	4,2	5,6	7,0
14.6.2015	16,0	3,2	4,8	6,4	8,0
17.6.2015	15,0	3,0	4,5	6,0	7,5
20.6.2015	25,0	5,0	7,5	10,0	12,5
23.6.2015	17,0	3,4	5,1	6,8	8,5
26.6.2015	18,0	3,6	5,4	7,2	9,0
29.6.2015	21,0	4,2	6,3	8,4	10,5
Toplam	157,0	30,6	47,1	62,8	78,5
Ortalama	15,7	3,0	4,7	6,2	7,8

Çizelge 4.3. Üç günde bir sulanan konularda Temmuz ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama konusu			
		D3S1	D3S2	D3S3	D3S4
02.7.2015	18,0	3,6	5,4	7,2	9,0
05.7.2015	19,0	3,8	5,7	7,6	9,5
08.7.2015	21,0	4,2	6,3	8,4	10,5
11.7.2015	19,0	3,8	5,7	7,6	9,5
14.7.2015	20,0	4,0	6,0	8,0	10,0
17.7.2015	23,0	4,6	6,9	9,2	11,5
20.7.2015	30,0	6,0	9,0	12,0	15,0
23.7.2015	28,0	5,6	8,4	11,2	14,0
26.7.2015	21,0	4,2	6,3	8,4	10,5
29.7.2015	21,0	4,2	6,3	8,4	10,5
Toplam	220,0	44,0	66,0	88,0	110,0
Ortalama	22,0	4,4	6,6	8,8	11,0

Çizelge 4.4. Üç günde bir sulanan konularda Ağustos ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama konusu			
		D3S1	D3S2	D3S3	D3S4
01.8.2015	19,0	3,8	5,7	7,6	9,5
04.8.2015	20,0	4,0	6,0	8,0	10,0
07.8.2015	18,0	3,6	5,4	7,2	9,0
10.8.2015	17,0	3,4	5,1	6,8	8,5
13.8.2015	16,0	3,2	4,8	6,4	8,0
16.8.2015	20,0	4,0	6,0	8,0	10,0
19.8.2015	15,0	3,0	4,5	6,0	7,5
22.8.2015	19,0	3,8	5,7	7,6	9,5
25.8.2015	20,0	4,0	6,0	8,0	10,0
28.8.2015	19,0	3,8	5,7	7,6	9,5
31.8.2015	21,0	4,2	6,3	8,4	10,5
Toplam	204,0	40,8	61,2	81,6	102,0
Ortalama	18,5	3,7	5,5	7,4	9,2

Çizelge 4.5. Üç günde bir sulanan konularda Eylül ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama Konusu			
		D3S1	D3S2	D3S3	D3S4
03.9.2015	16,0	3,2	4,8	6,4	8,0
06.9.2015	14,0	2,8	4,2	5,6	7,0
09.9.2015	13,0	2,6	3,9	5,2	6,5
12.9.2015	13,0	2,6	3,9	5,2	6,5
15.9.2015	14,0	2,8	4,2	5,6	7,0
18.9.2015	12,0	2,4	3,6	4,8	6,0
21.9.2015	10,0	2,0	3,0	4,0	5,0
24.9.2015	12,0	2,4	3,6	4,8	6,0
27.9.2015	8,0	1,6	2,4	3,2	4,0
30.9.2015	9,0	1,8	2,7	3,6	4,5
Toplam	121,0	24,2	36,3	48,4	60,5
Ortalama	12,1	2,4	3,6	4,8	6,5

Çizelge 4.6. Altı günde bir sulanan konularda Mayıs ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama Konusu			
		D6S1	D6S2	D6S3	D6S4
18.5.2015		38,0	38,0	38,0	38,0
24.5.2015	35,0	7,0	10,5	14,0	17,5
30.5.2015	16,0	3,2	4,8	6,4	8,0
Toplam	51,0	48,2	53,3	58,4	63,5
Ortalama	25,5	16,0	17,7	19,4	21,1

Çizelge 4.7. Altı günde bir sulanan konularda Haziran ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama Konusu			
		D6S1	D6S2	D6S3	D6S4
05.6.2015	15,0	3,0	4,5	6,0	7,5
11.6.2015	30,0	6,0	9,0	12,0	15,0
17.6.2015	31,0	6,2	9,3	12,4	15,5
23.6.2015	42,0	8,4	12,6	16,8	21,0
29.6.2015	39,0	7,8	11,7	15,6	19,5
Toplam	157	31,4	47,1	62,8	78,5
Ortalama	31,4	6,2	9,4	12,5	15,7

Çizelge 4.8. Altı günde bir sulanan konularda Temmuz ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama Konusu			
		D6S1	D6S2	D6S3	D6S4
05.7.2015	37,0	7,4	11,1	14,8	18,5
11.7.2015	40,0	8,0	12,0	16,0	20,0
17.7.2015	43,0	8,6	12,9	17,2	21,5
23.7.2015	58,0	11,6	17,4	23,2	29,0
29.7.2015	42,0	8,4	12,6	16,8	21,0
Toplam	220	44,0	66,0	88,0	110,0
Ortalama	44	8,8	13,2	17,6	22

Çizelge 4.9. Altı günde bir sulanan konularda Ağustos ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama Konusu			
		D6S1	D6S2	D6S3	D6S4
4.8.2015	39,0	7,8	11,7	15,6	19,5
10.8.2015	35,0	7,0	10,5	14,0	17,5
16.8.2015	36,0	7,2	10,8	14,4	18,0
22.8.2015	34,0	6,8	10,2	13,6	17,0
28.8.2015	39,0	7,8	11,7	15,6	19,5
Toplam	183	36,6	54,9	73,2	91,5
Ortalama	36,6	7,3	10,9	14,6	18,3

Çizelge 4.10. Altı günde bir sulanan konularda Eylül ayında uygulanan sulama suyu ve buharlaşma miktarları (mm)

Sulama Tarihi	Buharlaşma	Sulama Konusu			
		D6S1	D6S2	D6S3	D6S4
3.9.2015	37,0	7,4	11,1	14,8	18,5
9.9.2015	27,0	5,4	8,1	10,8	13,5
15.9.2015	27,0	5,4	8,1	10,8	13,5
21.9.2015	22,0	4,4	6,6	8,8	11,0
27.9.2015	20,0	4,0	6,0	8,0	10,0
30.9.2015	9,0	1,8	2,7	3,6	4,5
Toplam	142,0	28,4	42,6	56,8	71,0
Ortalama	23,6	4,7	7,1	9,4	11,8

4.4. Araştırma Konularında Bitki Su Tüketimi

Denemenin başladığı 15.03.2015 ile denemenin sonlandırıldığı 20.11.2015 tarihleri arasındaki sulama mevsiminde sulama konularında toprak profilinden olan bitki su tüketimine ilişkin unsurlar Çizelge 4.11’de verilmektedir.

Çizelge 4.11. Araştırma konularında deneme süresince bitki su tüketimi unsurları (mm)

Bitki Su Tüketimi	Sulama Konusu									
	Unsurları	D3S1	D3S2	D3S3	D3S4	D6S1	D6S2	D6S3	D6S4	Susuz Parsel
Sulama Suyu	187,8	263,9	339,2	414,5	187,8	263,9	339,2	414,5	414,5	0
Yağış	250,1	250,1	250,1	250,1	250,1	250,1	250,1	250,1	250,1	250,1
Topraktan Kullanılan Su	156,6	148,2	139,0	128,6	153,1	142,2	133,5	124,1	124,1	184,50
Toplam	594,5	662,2	728,3	793,2	591,0	656,2	722,8	788,7	788,7	434,60

Çizelge 4.11’de görüldüğü üzere, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın sırasıyla % 50, 75, 100 ve 125’i oranında 3 günde bir sulanan D3S1, D3S2, D3S3, D3S4 konularında deneme süresince meydana gelen toplam su tüketimi sırasıyla 594,5, 662,2, 728,3, 793,2 mm, 6 günde bir sulanan D6S1, D6S2, D6S3, D6S4 konularında meydana gelen su tüketimleri ise sırasıyla 591,0, 656,2, 722,8, 788,7 mm olmuştur. Susuz (sulananmayan) parselde ise deneme süresince meydana gelen toplam su tüketimi 434,60 mm olmuştur.

Deneme süresince 250,1 mm yağış meydana gelmiştir. Topraktan kullanılan su miktarları ise D3S1, D3S2, D3S3, D3S4, D6S1, D6S2, D6S3, D6S4 konularında ve susuz parselde, sırasıyla, 156,6, 148,2, 139,0, 128,6, 153,1, 142,2, 133,5, 124,1 ve 184,50 mm olarak belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça topraktan kullanılan su miktarı artış göstermiştir.

Üç ve altı günde bir sulanan konulara ilişkin aylık su tüketim değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelge 4.12 incelendiğinde, deneme süresince tüm konularda en yüksek bitki su tüketim Temmuz ve Ağustos aylarında görülmüştür. Bitki su tüketimi değerleri Temmuz ve Ağustos aylarına kadar artmış Ağustos ayından sonra ise azalmıştır. Çalışma süresince en düşük bitki su tüketiminin ise Kasım ayında olduğu belirlenmiştir. Uygulanan su miktarı arttıkça bitki su tüketim değerindeki artış net bir şekilde görülmektedir (Çizelge 4.11). Ayrıca, 3 günde bir sulanan konuların su tüketim değerleri altı günde bir sulanan konuların su tüketim değerlerinden biraz daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Araştırma konularında aylık su tüketim (mm) değerleri

Aylar	D3S1	D3S2	D3S3	D3S4	D6S1	D6S2	D6S3	D6S4	Susuz Parsel
Mart	40,1	40,1	40,1	40,1	39,4	39,4	39,4	39,4	40,1
Nisan	63,9	63,9	63,9	63,9	67,5	67,5	67,5	67,5	63,9
Mayıs	67,7	72,6	75,3	78,4	74,6	79,1	83,4	87,8	103,1
Haziran	72,3	80,1	96,0	96,3	71,6	80,4	94,4	93,3	74,7
Temmuz	101,2	104,6	117,1	129,8	92,6	96,2	109,6	128,6	19,9
Ağustos	86,3	111,4	121,1	140,2	83,4	109,1	119,6	134,3	14,9
Eylül	58,1	79,3	96,9	111,5	58,0	78,6	95,7	110,0	0,5
Ekim	68,1	74,0	78,6	95,7	67,2	70,0	80,0	93,0	63,8
Kasım	36,9	36,2	39,4	37,2	36,8	36,0	33,2	34,9	53,7
Toplam	594,5	662,2	728,3	793,2	591,0	656,2	722,8	788,7	434,6
Aylık Ortalama	66,1	73,6	80,9	88,1	65,7	72,9	80,3	87,6	48,3

Üç ve altı günde bir sulanan konulara ilişkin ortalama günlük su tüketim değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Araştırma konularında günlük ortalama su tüketim değerleri (mm)

Aylar	D3S1	D3S2	D3S3	D3S4	D6S1	D6S2	D6S3	D6S4	Susuz Parsel
Mart	1,29	1,29	1,29	1,29	1,27	1,27	1,27	1,27	1,29
Nisan	2,13	2,13	2,13	2,13	2,25	2,25	2,25	2,25	2,13
Mayıs	2,26	2,42	2,51	2,61	2,49	2,64	2,78	2,93	3,44
Haziran	2,41	2,67	3,20	3,21	2,39	2,68	3,15	3,11	2,49
Temmuz	3,26	3,37	3,78	4,19	2,99	3,10	3,53	4,15	0,64
Ağustos	2,78	3,59	3,91	4,52	2,69	3,52	3,86	4,33	0,48
Eylül	1,94	2,64	3,23	3,72	1,93	2,62	3,19	3,67	0,02
Ekim	2,20	2,39	2,54	3,09	2,17	2,26	2,58	3,00	2,06
Kasım	1,23	1,21	1,31	1,24	1,23	1,20	1,11	1,16	1,79

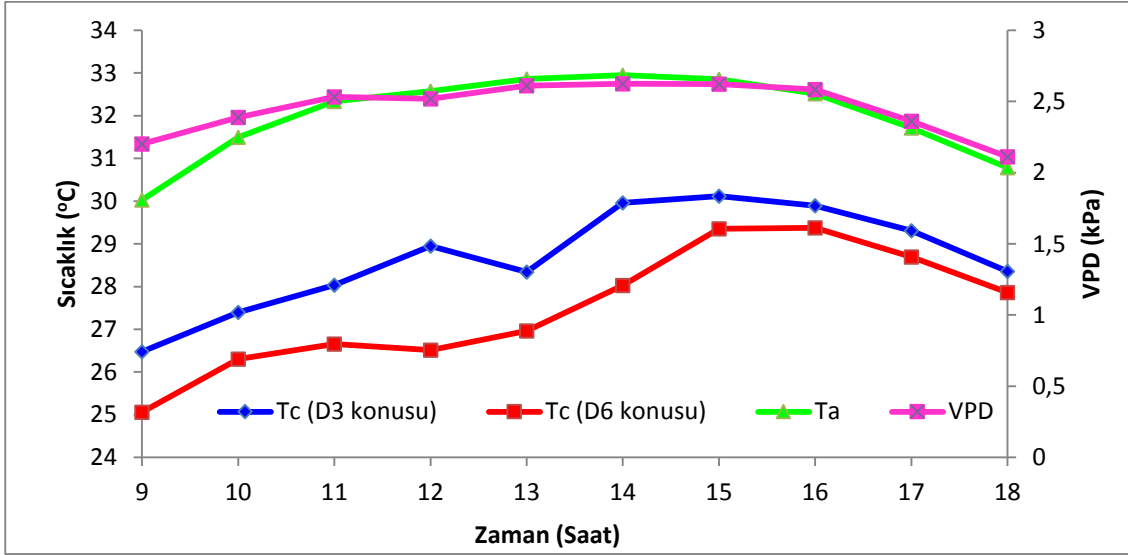
Aylık su tüketim değerlerine benzer şekilde, genel olarak en düşük günlük su tüketim değerleri Mart ve Kasım aylarında, en yüksek günlük su tüketim değerleri ise Temmuz ve Ağustos aylarında meydana gelmiştir.

Parvizia vd (2014), İran’da 2011-12 yıllarında 9 yaşındaki nar ağaçlarında Mart-Ekim ayları arasında farklı sulama ve gübre uygulamalarının nar bitkisi üzerinde etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, FAO-Penman-Monteith yöntemine (Allen vd 1988) göre hesaplanan kıyas bitki su tüketiminin % 100’ü, %75’i ve %50’si düzeylerinde sulanan konularda sırasıyla toplam uygulanan sulama suyu miktarlarının

denemenin ilk yılı, 1198, 929,8, 661,6 mm, ikinci yılında ise 1214,1, 941,9, 669,6 mm olduğunu bildirmişlerdir.

4.5. Bitki Taç Örtüsü Sıcaklıklarına İlişkin Bulgular

Üç ve altı günde bir tam sulanan konularda farklı günlerde ölçülen bitki taç örtüsü sıcaklıkları (T_c), hava sıcaklığı (T_a) ve buhar basıncı açığının (VPD) ortalama değerlerinin gün içerisindeki değişimi Şekil 4.3’de verilmektedir.



Şekil 4.3. D3 ve D6 konularındaki tüm ölçümlerin bitki taç örtüsü sıcaklığı, VPD ve hava sıcaklığı değerlerinin gün boyunca değişimi

Şekil 4.3’de görüldüğü gibi, araştırma konularındaki bitki taç örtüsü sıcaklığı değerleri hava sıcaklığındaki artışa bağlı olarak saat 09:00’dan sonra artmaya başlamış, 13:00’de beklenmedik bir şekilde azalarak, 14:00’den sonra 15:00’e kadar artmış ancak bu saatten sonra gün batımına kadar azalmıştır. Yine anılan şekilden, her iki konunun bitki taç örtüsü sıcaklığı değerlerinin hava sıcaklığından daha düşük olduğu, ayrıca, en yüksek hava sıcaklığı değerinin saat 14:00’de, en yüksek taç sıcaklığı değerlerinin de 15:00’de meydana geldiği görülmektedir (Şekil 4.3). Maksimum hava sıcaklığı ile maksimum bitki taç örtüsü sıcaklığı arasındaki bir saatlik fark, atmosferdeki havadan bitki yüzeyine ısı iletim sürecinden kaynaklandığı söylenebilir. Emekli (2005) tarafından Antalya’da çim bitkisinde yapılan bir çalışmada, maksimum hava sıcaklığı 13:30’da ve maksimum taç örtüsü sıcaklığı ise 14:00’de ölçülmüştür. Aradaki farkın yıllık değişimlerden kaynaklandığı söylenebilir. Öte yandan, Testi vd (2008) da Kaliforniya’da yürüttükleri çalışmalarında bitki taç örtüsü sıcaklıklarının 12:00-15:00 saatleri arasında ölçülmesini önermişlerdir. Gerek bu çalışmada elde edilen sonuç gerekse Emekli (2005) tarafından verilen sonuçlar dikkate alındığında infrared termometre ölçümlerinin Antalya için 11:00-14:00 yerine 12:00-15:00 saatleri arasında alınmasının daha doğru olacağı sonucuna varılabilir.

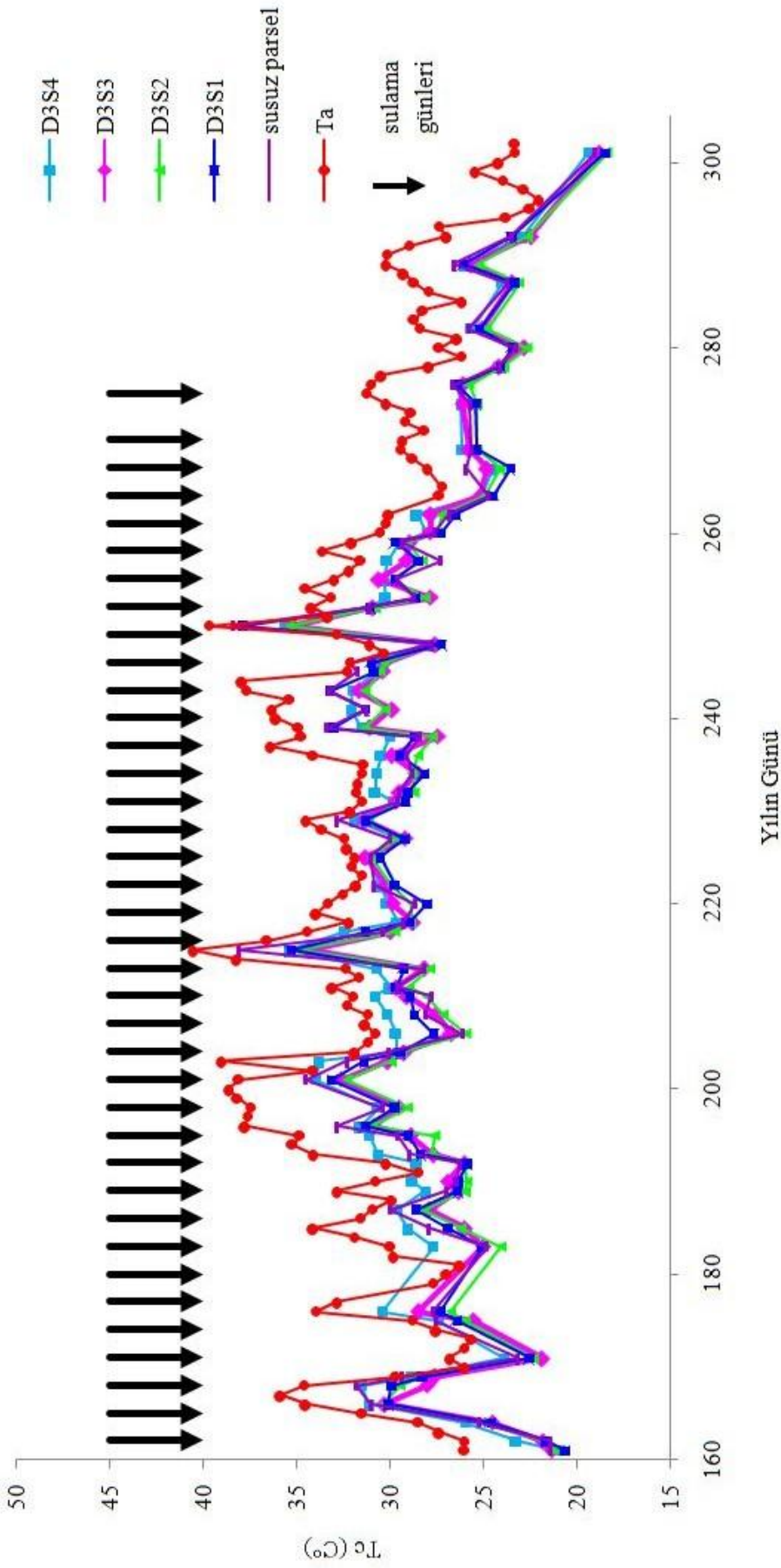
Şekil 4.3’den görüleceği üzere, ölçüm süresince üç günde bir tam sulanan konudaki bitki taç örtüsü sıcaklığı, altı günde bir tam sulanan konunun bitki taç örtüsü sıcaklığından yaklaşık olarak 1-2 °C daha yüksek ölçülmüştür. Buradan, nar ağacında

sık sulama uygulanmasının bitkinin taç örtüsü sıcaklığını arttırdığı, bir başka deyişle bitkiyi strese soktuğu sonucuna varılabilir.

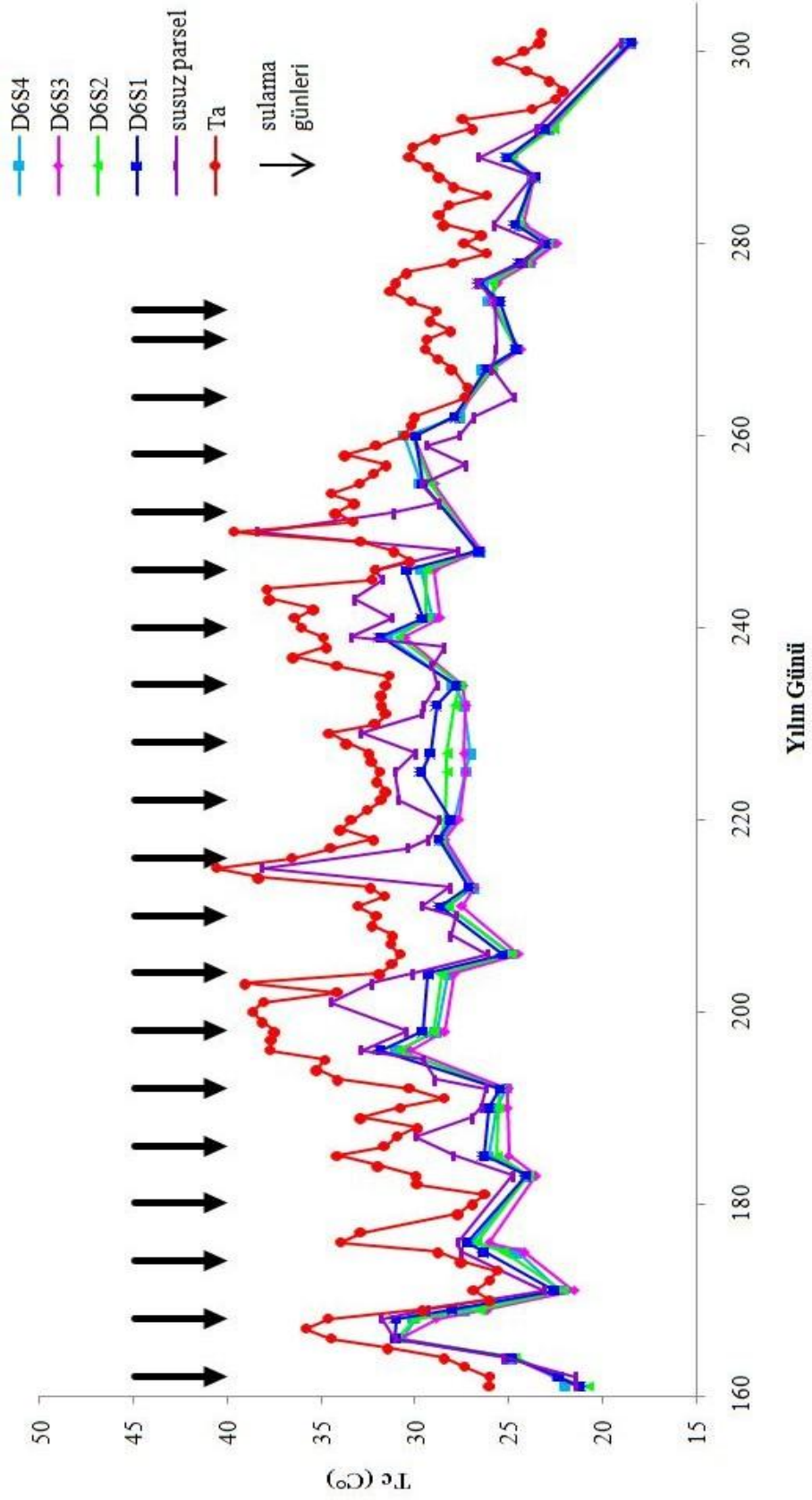
Üç günde bir ve altı günde bir farklı düzeylerde sulanan konulardaki bitki taç örtüsü sıcaklıklarının mevsim boyunca değişimi Şekil 4.4 ve 4.5’de verilmiştir.

Şekil 4.4 incelendiğinde, en yüksek taç örtüsü sıcaklığı değerlerinin susuz parselde en düşük taç sıcaklığı değerlerinin ise D3S2 konusunda ölçüldüğü görülmektedir. Genel olarak konular arasında önemli derecede bir farklılık gözlemlenmemektedir. Taç örtüsü sıcaklıkları mevsim boyunca stabil olarak kalmamış, mevsim sonuna doğru hava sıcaklığındaki düşüğe bağlı olarak tüm konularda taç örtüsü sıcaklıkları azalmıştır. Yılın 167. 215. ve 249. günlerinde hava sıcaklığındaki ani artışlardan dolayı tüm konularda taç örtüsü sıcaklıkları artmıştır. Susuz parsel ise diğer konulardan daha fazla sıcaklık artışı göstermiştir.

Şekil 4.5’ten görüleceği üzere, 6 günde bir sulanan konular arasında D6S1 konusu en yüksek taç sıcaklığı değerlerine sahiptir. Şekil 4.4.ve 4.5’den genel olarak taç sıcaklıklarının mevsim boyunca stabil kalmadığı, sulamalardan önce taç sıcaklıklarının arttığı ve sulamadan sonra da azaldığı sonucuna varılabilir.

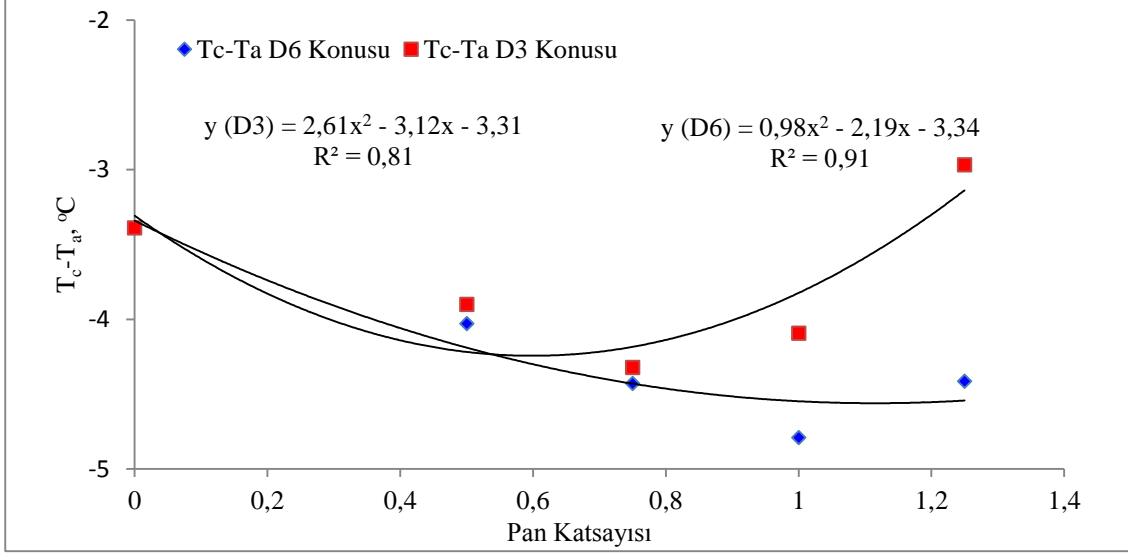


Şekil 4.4. Üç günde bir farklı düzeylerde sulanan konularda taç örtüsü sıcaklıklarının mevsim boyunca değişimi



Şekil 4.5. Altı günde bir farklı düzeylerde sulanan konularda taç örtüsü sıcaklıklarının mevsim boyunca değişimi

Mevsim boyunca 3 ve 6 günde bir sulanan konularda farklı pan katsayıları ile ölçülen bitki taç örtüsü taç örtüsü-hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) değerlerinin ortalaması arasındaki ilişki Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Sulama konularında farklı pan katsayısı ile mevsimlik ortalama T_c-T_a arasındaki ilişki

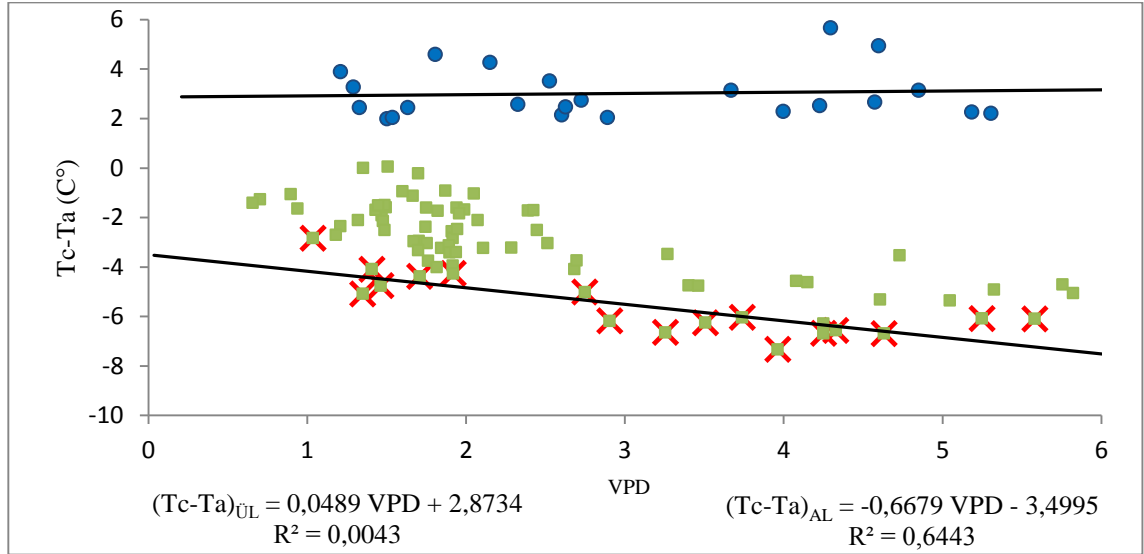
Şekil 4.6'da görüldüğü üzere, üç ve altı günde bir sulanan konularda pan katsayıları ile mevsimlik ortalama T_c-T_a arasındaki ilişki ikinci derecede bir fonksiyonla açıklanabilmektedir. Pan katsayılarına, bir başka deyişle uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak T_c-T_a sıcaklık farkının mutlak değeri olarak belirli bir pike ulaştıktan sonra azalması su-verim ilişkisine benzer bir ilişkinin burada da geçerli olduğunu göstermektedir. Elde edilen ikinci derecede denklemlerin birinci türevi alınıp sıfıra eşitlendiğinde T_c-T_a farkının mutlak değeri olarak maksimum olduğu pan katsayısı değeri elde edilmiş olur. Söz konusu maksimum T_c-T_a farkında su stresi de minimum olacaktır. Bu değer üç günde bir sulanan konu için 0,6 ve altı günde bir sulanan konu için ise 1,1 olarak hesaplanmıştır. Her iki sulama aralığında da hem düşük hem de yüksek pan katsayılarının T_c-T_a farkını mutlak değeri olarak azalttığını bir başka deyişle sadece az suyun değil fazla suyun da strese neden olduğu sonucu bir kez daha doğrulanmış olmaktadır.

4.6. Bitki Su Stresi İndeksine (CWSI) İlişkin Bulgular

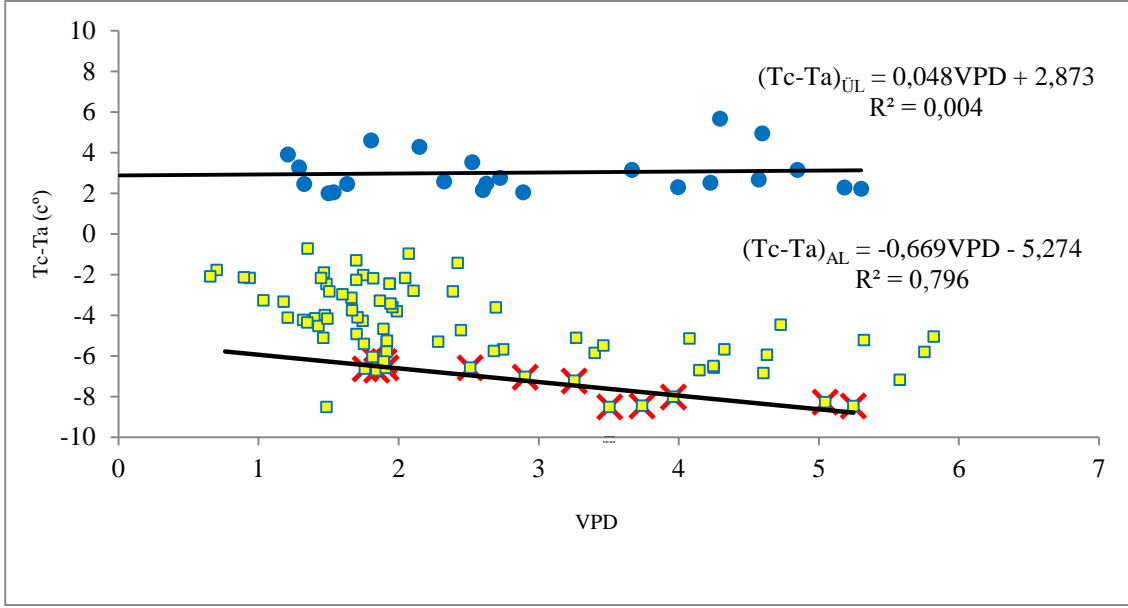
4.6.1. Bitki su stresi indeksi baz çizgilerine ilişkin bulgular

Üç ve altı günde bir sulanan konularda, bitki su stres indeksini (CWSI) hesaplamak için kullanılan bitki taç sıcaklığı ve hava sıcaklığı farkı (T_c-T_a) ve buhar basıncı açığı (VPD) ilişkisini gösteren temel grafik sırasıyla Şekil 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Üç günde bir sulanan konuda su stresi çekmeyen alt baz çizgisinin denklemi $T_c-T_a = -0,6679VPD-3,4995$ olarak hesaplanırken altı günde bir sulanan konularda ise anılan alt baz çizgisi denklemi $T_c-T_a = -0,6692VPD-5,274$ olarak hesaplanmıştır. Tam su stresi koşullarda hesaplanan üst baz çizgisi ise $T_c-T_a = 0,0489VPD+2,8734$ olarak belirlenmiştir. Anılan alt baz çizgilerinin regresyon denklemlerini elde etmede tüm değerler yerine stresin en az olduğu, Şekil 4.7 ve 4.8’de “x” simgesi ile gösterilen değerler kullanılmıştır (Bellvert vd 2013).

Şekil 4.7 ve 4.8’de üç ve altı günde bir sulanan konularda ölçülen değerlerden elde edilen alt baz çizgisi denklemleri incelendiğinde, doğruların eğimlerinin birbirine çok yakın olduğu arakesit değerlerinin farklı olduğu görülmektedir. Söz konusu eğimlerin birbirine eşit olacak kadar yakın olması, yapılan infrared ölçümlerinin ve ölçüm için seçilen ağaçların istatistiksel açıdan tekdüze olduğu, farkın sadece sulama aralığından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 4.7. Üç günde bir sulanan konular için üst ve alt baz çizgileri ve denklemleri



Şekil 4.8. Altı günde bir sulanan konular için üst ve alt baz çizgileri ve denklemleri

Daha önce nar bitkisinde alt ve üst baz çizgilerinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Ancak, Bellvert vd (2013) tarafından asma ağaçlarında üst ve alt baz çizgileri için benzer eşitlikler önerilmiştir.

Testi vd (2008), antep fıstığında bitki su stresinin belirlenmesi amacıyla Kaliforniya'da yürüttükleri çalışmalarında, alt baz çizgisi eşitliğini $T_c - T_a = -1,33VPD + 2,44$ olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Sammis vd (1988) pıkan cevizinde alt baz çizgisi eşitliğini $T_c - T_a = -0,59VPD + 0,03$ ve üst baz çizgisi için ise bitki tacının gölgede kalması durumunda $T_c - T_a = 4,0$ °C ve tamamen güneş görmesi durumunda ise $T_c - T_a = 6,0$ °C eşitliğini vermektedirler. Roy ve Opori (2014) badem ağaçları için üst baz çizgisinin $T_c - T_a = 1,0$ °C ve alt baz çizgisinin ise $T_c - T_a = -1,16VPD + 31,6$ ($R^2 = 0,96$) eşitliği ile temsil edilebileceğini öne sürmüşlerdir. Bozkurt Çolak vd (2014) Çukurova koşullarında çekirdeksiz sofralık üzüm çeşidi için üst baz çizgisini $T_c - T_a = -0,1047VPD + 3,4406$ ve alt baz çizgisini ise $T_c - T_a = -1,4597VPD + 1,1468$ ($R^2 = 0,97$) eşitliğini önermişlerdir. Görüldüğü üzere, çalışmanın yürütüldüğü yerin iklim özellikleri ve bitki çeşidine bağlı olarak alt ve üst limit eşitlikleri değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen yaklaşık 3 °C'lik $T_c - T_a$ farkı literatürde verilen değerler ile uyuşma içerisinde. Nitekim Jackson vd (1981) üst baz çizgisinin 5 °C civarında olabileceğini ancak alt baz çizgisinin VPD'den dolayı lokal koşullara bağlı olarak değişikli gösterebileceğini belirtmişlerdir.

4.6.2. Bitki su stresi indeksi (CWSI) değerleri

Üç ve altı günde bir sulanan araştırma konularında hesaplanan CWSI değerlerinin mevsim boyunca değişimi sırasıyla Şekil 4.9 ve 4.10'da gösterilmiştir. CWSI değerleri üç günde bir sulanan konularda S4 için -0,10 ve 0,51, S3 için -0,20 ve 0,52, S2 için -0,18 ve 0,47, S1 için ise -0,14 ve 0,50 arasında değişirken, altı günde bir sulanan konularda ise S4 için -0,03 ve 0,69, S3 için -0,13 ve 0,63, S2 için -0,07 ve 0,64,

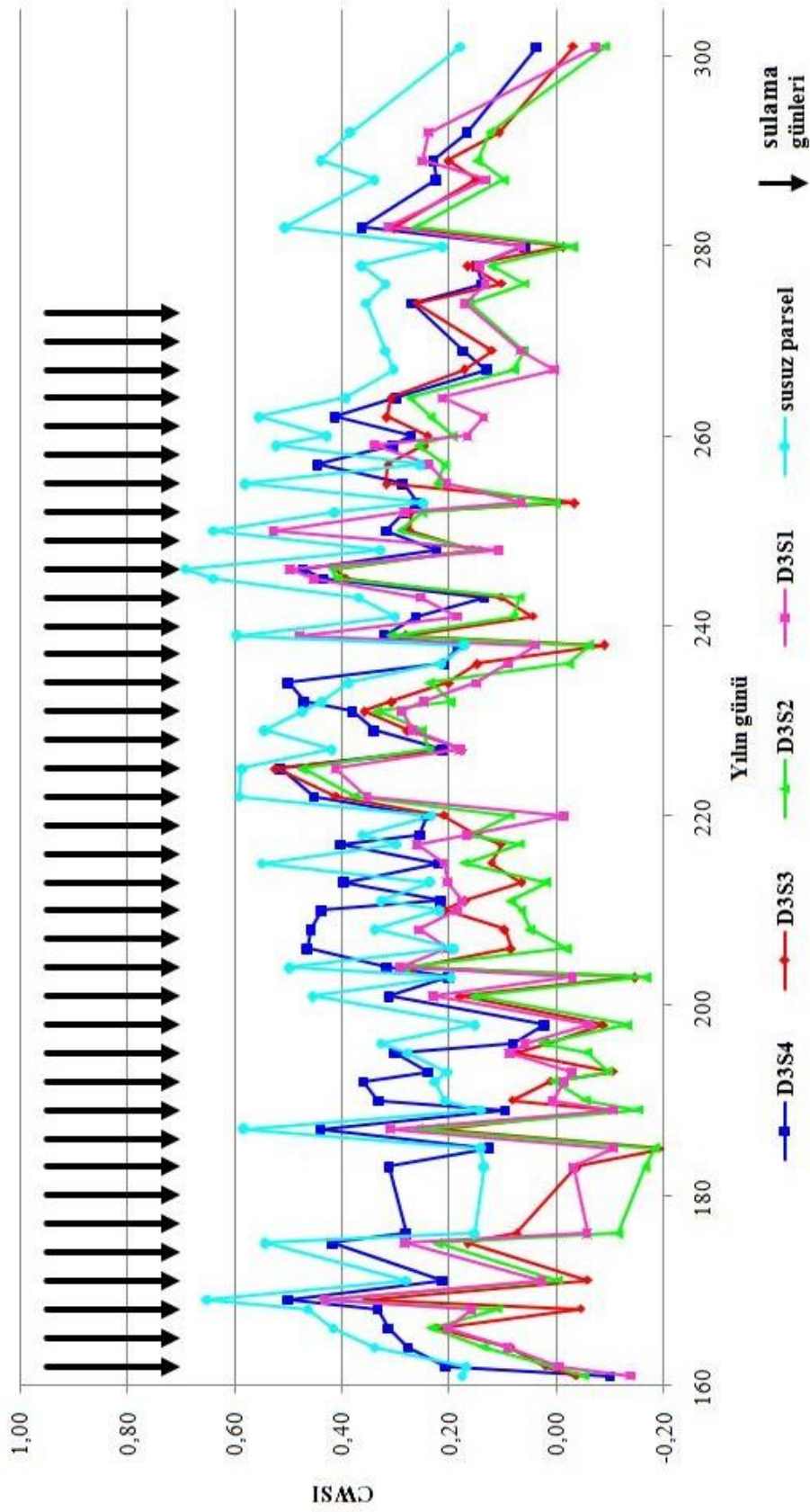
S1 için ise -0,01 ve 0,62 arasında değişiklik göstermiştir. Mevsim boyunca susuz parseldeki CWSI değişiminin 0,13 ile 0,69 arasında olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.9’da görüldüğü gibi susuz parsel için hesaplanan CWSI değerleri mevsim boyunca en yüksek düzeyde seyrederken, üç günde bir yığışımlı buharlaşmanın % 75’i ve % 100’ü kadar sulama yapılan sırasıyla D3S2 ve D3S3 konularında ise en düşük ve birbirine çok yakın değerlerde gerçekleşmiştir. CWSI değerleri sulamalardan önce artarken sulamadan sonra ise azalmıştır. Mevsim boyunca hiç su verilmeyen susuz parseldeki CWSI değerlerinin de sulamalara bağlı olarak dalgalanması, sulama yapılan yan parselden yanal sızmanın olabileceğine işaret etmektedir. Mevsim sonunda en yüksek CWSI değeri susuz parselde en düşük CWSI değeri ise D3S2 konusunda kaydedilmiştir. (Şekil 4.9).

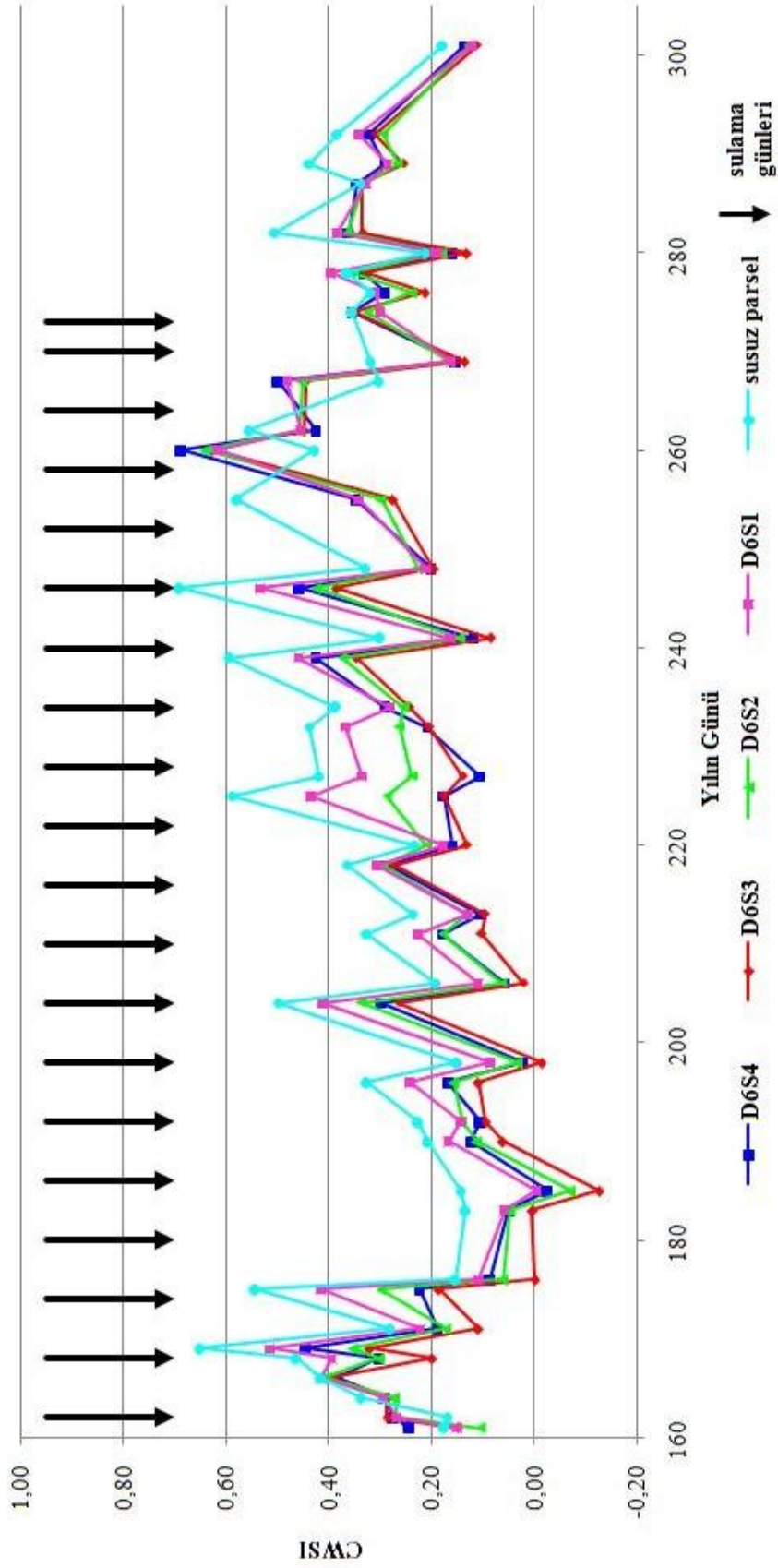
Öte yandan, altı günde bir sulanan konularda da CWSI değerleri, mevsim boyunca susuz parselde en yüksek düzeyde seyrederken, sulanan konular içinde en yüksek değerler, buharlaşmanın % 50’si kadar sulama suyu uygulanan konuda (D6S1) kaydedilmiştir. Altı günde bir sulanan konularda mevsim boyunca en düşük CWSI değerleri ise buharlaşmanın %100’ü kadar sulama suyu uygulanan konuda (D6S3) gerçekleşmiş olup genellikle 0,40 değerini geçmemiştir. Yılın 260. gününde tüm D6 konularında CWSI değerleri ani bir artış göstermiştir (Şekil 4.10). Bunun nedeni aynı tarihte olan ani sıcaklık artışından kaynaklanmaktadır.

Wang ve Gartung (2010), erkenci şeftali ağaçlarında CWSI değerlerini belirlemek için yaptıkları çalışmalarında, taç sıcaklıkları ve CWSI değerlerinin sezon boyunca benzer bir eğilim gösterdiklerini bildirmişler, kısıntılı su uygulanan konulardaki ağaçların su stresi çekmeyen kontrol konusundaki ağaçlarından daha yüksek CWSI değerlerine sahip olduklarını vurgulamışlardır.

Testi vd (2008), Antep fıstığında tam (kontrol) ve kısıntılı su uyguladıkları ağaçlarda deneme süresince CWSI değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, CWSI değerinin her gün tamamen stabil kalmadığını, sulama yapılan günlerde belirgin bir değişim gösterdiğini, sulama uygulamalarından sonra CWSI değerinin azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, sözkonusu azalmanın kısıntılı su uygulanan ağaçlarda daha belirgin olduğunu, CWSI değerleri daha düşük düzeylerde olmakla birlikte aynı değişim deseninin tam su uygulanan konularda da gözlendiğini saptamışlardır. Ayrıca anılan araştırmacılar, CWSI değerinin Antep fıstığı ağaçlarında su stresini belirlemede önemli bir indikatör olduğu sonucuna varmışlardır.



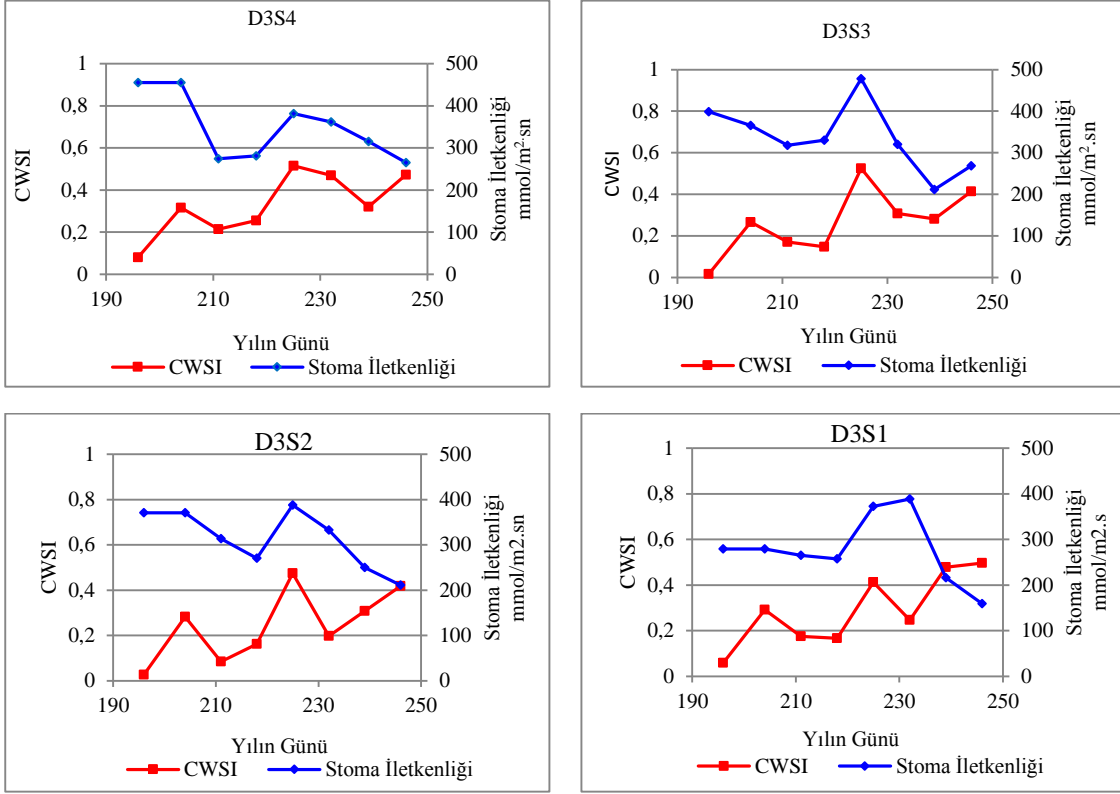
Şekil 4.9. Üç günde bir sulanan araştırma konularında CWSI değerlerinin mevsim boyunca değişimi



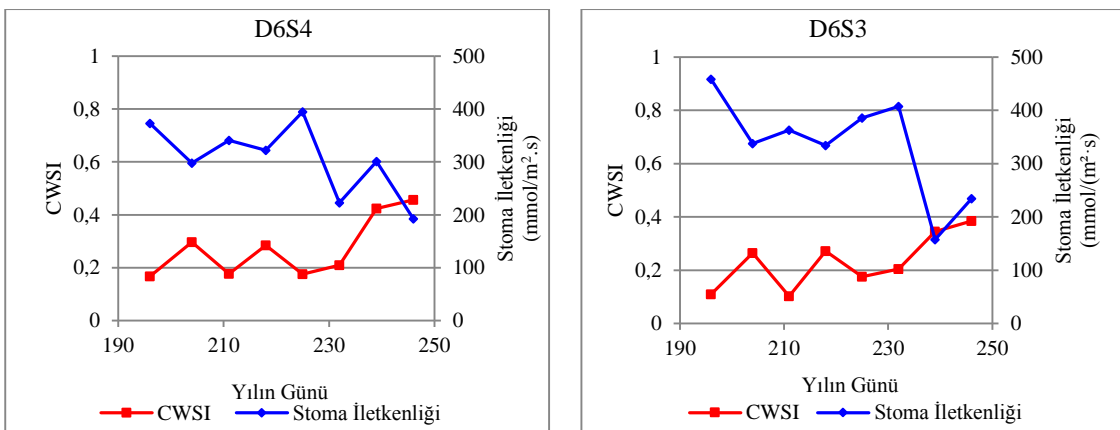
Şekil 4.10. Altı günde bir sulanan araştırma konularında CWSI değerlerinin mevsim boyunca değişimi

4.6.3. Bitki su stresi (CWSI) ve stoma iletkenliği ilişkisi

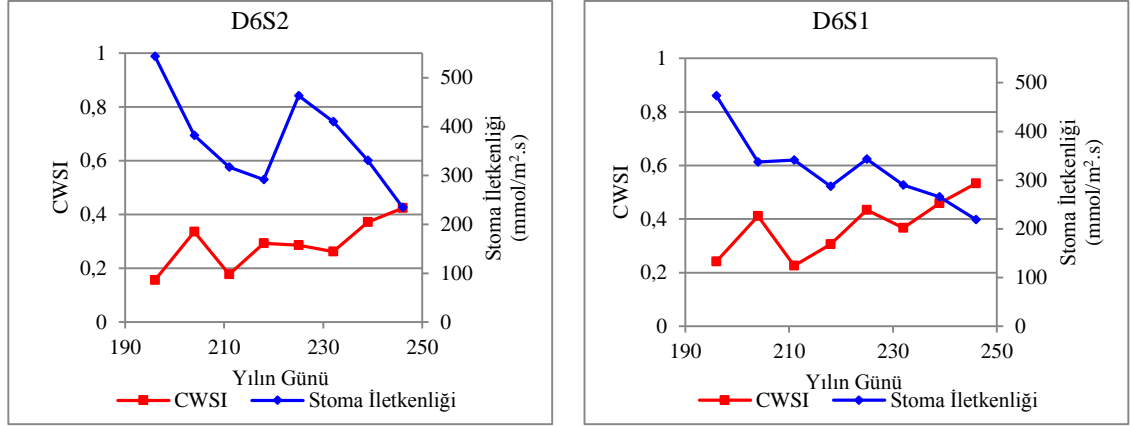
Üç ve altı günde bir sulanan tüm konulara ilişkin bitki su stres indeksi ile stoma iletkenliği arasındaki ilişki sırasıyla Şekil 4.11 ve 4.12’de susuz konu için ise aynı ilişki Şekil 4.13’de verilmiştir.



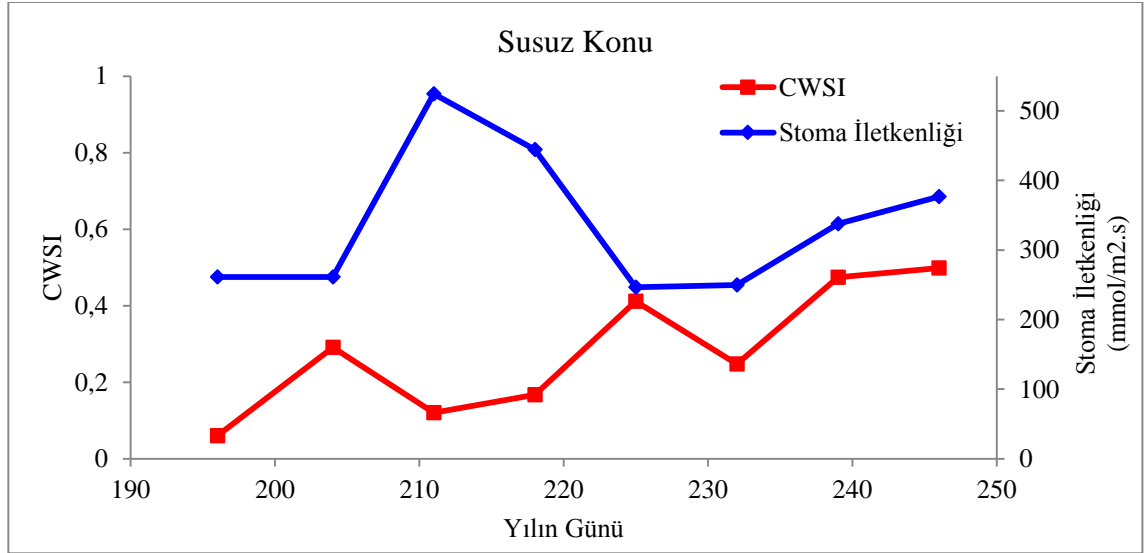
Şekil 4.11. Üç günde bir sulanan konularda CWSI ve stoma iletkenliğinin değişimi



Şekil 4.12. Altı günde bir sulanan konularda CWSI ve stoma iletkenliğinin değişimi



Şekil 4.12'nin Devamı



Şekil 4.13. Susuz parselde CWSI ve stoma iletkenliğinin değişimi

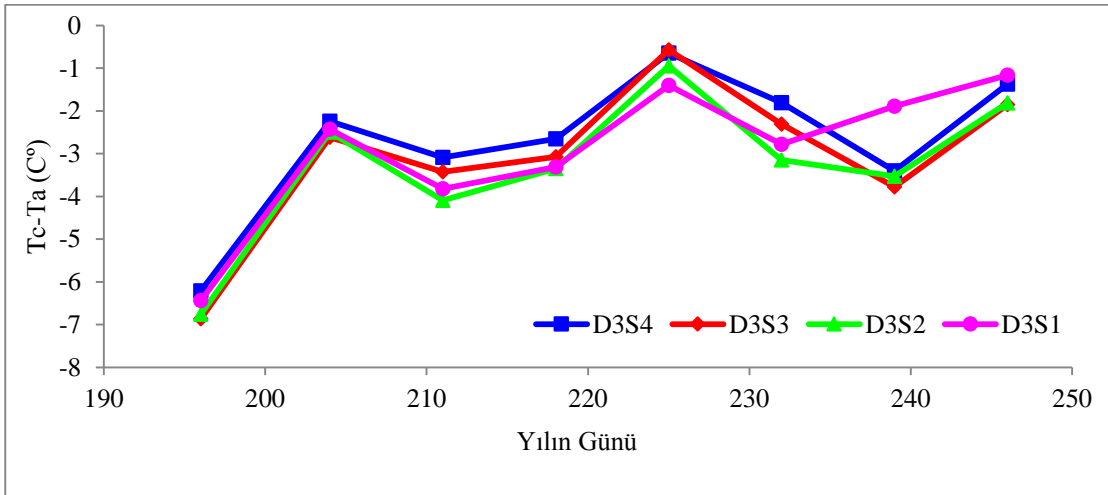
Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13 incelendiğinde, genel olarak tüm konularda CWSI değeri ile stoma iletkenlikleri arasında yakın bir ilişkinin olduğu, CWSI değeri arttıkça stoma iletkenliğinde azalma yönünde bir eğilim ve CWSI değerinin stabil olduğu günlerde ise stoma iletkenliğinin de stabil olduğu görülmektedir. Ayrıca, mevsim boyunca altı günde bir tam sulanan D6S3 konusu ile % 50 kısıntılı su uygulanan D6S1 konusu karşılaştırıldığında D6S3 konusundaki bitkilerin daha az strese girdiği, dolayısıyla daha yüksek stoma iletkenlik değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer D6 konuları da dikkate alındığında uygulanan su miktarı arttıkça, stresin (CWSI'nin) azaldığı, bununla orantılı olarak da stoma iletkenliğinin arttığı söylenebilir.

Üç ve altı günde günde bir tam sulanan konular (D3S3 ve D6S3 konuları) karşılaştırıldığında, D3S3 konusunda stoma iletkenliği azalma, CWSI artma eğilimindeyken D6S3 konusunda 235. güne kadar stoma iletkenliği ve CWSI nisbeten stabil kalmıştır.

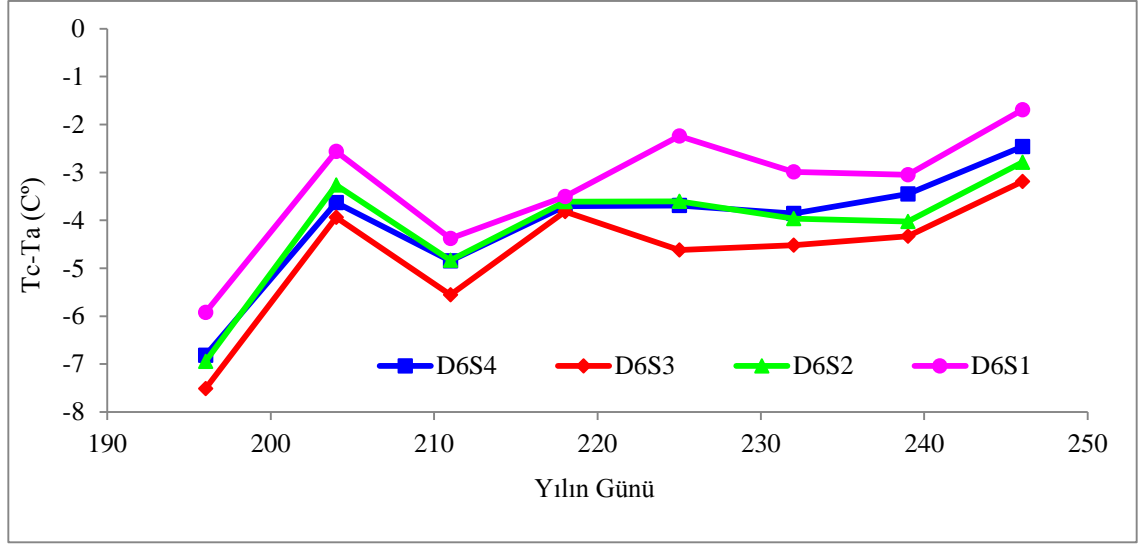
Gonzalez-Dugo vd (2015), Antep fıstığı ağaçlarında CWSI değerlerinin stoma iletkenliği ile iyi ilişkili olduğunu ve çalışmalarında CWSI eşik değerinden sonra stoma iletkenliğinin doğrusal olarak azaldığını göstermişlerdir. Agam vd (2013), zeytin ağaçlarında tam sulanan ağaçlarda sabah saatlerinde stoma iletkenliğinde keskin bir artış olduğunu, 08:00'den sonra aşamalı olarak azaldığını ve 08:00'de maximum değere ulaştıklarını bu saatten sonra da aşamalı olarak bir azalma görüldüğünü ve günbatımında ise stomaların tamamen kapandığını gözlemlemişlerdir. Stresli ağaçlarda ise benzer gelişimi izlediklerini fakat tam sulanan ağaçlara göre daha düşük değerler elde ettiklerini bildirmişlerdir. Berni vd (2009), zeytin ağaçlarında, yüksek çözünürlüklü termal görüntüleri kullanarak CWSI ve taç iletkenliğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, tam sulanan ağaçlarla kısıntılı sulanan ağaçlar arasındaki stoma iletkenliği değerlerini kıyasladıklarında, mevsim boyunca tam sulanan konuların her zaman daha yüksek değerlere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Wiriya-Alongkorn vd (2013), longan ağaçlarında CWSI ve stoma direnci arasında $R^2=0,55$ determinasyon katsayısı ile pozitif bir ilişki elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen stoma iletkenliği ve CWSI değerleri arasındaki ilişki literatürde verilen anılan değerler arasındaki ilişki ile uyuma içerisindedir. Nitekim literatürde verilen çalışmalara göre, CWSI değeri ile stoma iletkenliği arasındaki ilişki incelendiğinde, birçok çalışmada tam sulanan konularda kısıntılı sulanan konulara göre daha düşük CWSI değerleri ve bununla ilişkili olarak da daha yüksek stoma iletkenliği değerlerini elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Üç ve altı günde bir farklı düzeylerde sulanan konulardaki bitki taç örtüsü ve hava sıcaklığı farklarının (T_c-T_a) mevsim boyunca belirli günlerde (stoma iletkenliği değerlerinin ölçüldüğü günler) ölçülen değişimi Şekil 4.14 ve 4.15'de verilmektedir.



Şekil 4.14. Üç günde bir sulanan konularda bitki T_c-T_a farkının mevsim boyunca değişimi



Şekil 4.15. Altı günde bir sulanan konularda T_c-T_a farkının mevsim boyunca değişimi.

Altı günde bir sulanan konularda en düşük T_c-T_a değerlerinin tam sulama yapılan D6S3 konusunda olduğu, anılan konuyu D6S2 ve D6S4 konusunun izlediği, en yüksek T_c-T_a değerlerinin ise D6S1 konusunda saptandığı Şekil 4.15’de görülmektedir. Stoma iletkenlikleri değerlerinde ise en yüksek değerler D6S3 ve D6S2 konusunda elde edilirken, D6S1 ve D6S4’de daha düşük değerler elde edilmiştir (Şekil 4.12). Bu durumda, D6 konularına ilişkin şekillerden de açıkça görüldüğü üzere; bitki taç örtüsü sıcaklığının yükselmesi ve T_c-T_a farkının negatif olarak artmasının stomaların kapalı konumda kalmasına neden olduğu ve bunun da stoma iletkenliğini düşürdüğü sonucuna varılabilir. Bir başka deyişle, T_c-T_a farkının mutlak değer olarak büyümesi sonucu, stomalar sürekli tam açık konumda kalmakta ve dolayısıyla stoma iletkenliği artmaktadır.

Bozkurt Çolak vd (2014), ergin çekirdeksiz üzüm çeşidinde, konulara göre taç örtüsü ve hava sıcaklığı farkı ile bitki su stresi indeksi değerleri arasındaki ilişkinin mevsim boyunca değişimini incelemişlerdir. Susuz konuda negatif olarak en yüksek T_c-T_a değerleri elde ettiklerini bildirirken, sık sulama yaptıkları stressiz konuda ise en düşük değerleri elde ettiklerini ve bununla ilişkili olarak da susuz konuda en yüksek CWSI değerlerini sık sulama yaptıkları konuda ise en düşük CWSI değerlerini elde ettiklerini ve bunun sonucunda uygulanan sulama suyu miktarı ile T_c-T_a farkı değerlerinin ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Wang ve Gartung (2010), erkenci şeftali ağaçlarında, iki yıl boyunca yaptıkları çalışmalarında farklı sulama konularından elde ettikleri T_c-T_a değerlerinin iki yıl boyunca değişimini incelemişlerdir. Tam sulama suyu uyguladıkları stressiz konularda negatif değer olarak en düşük T_c-T_a değerlerini elde ettiklerini bildirirken kısıntılı sulama suyu uyguladıkları stresli konulardan ise çoğunlukla pozitif değerler elde ettiklerini ve bununla ilişkili olarak en düşük (negatif olarak) T_c-T_a değerlerini elde ettikleri tam sulama konusunda en düşük CWSI değerlerini elde ettiklerini ve elde ettikleri T_c-T_a değerleri ile CWSI ve stoma iletkenliği değerlerinin ilişkili olduğunu, T_c-T_a değerlerinin bitkinin su durumunun iyi bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir.

Gonzalez-Dugo vd (2014), portakal ve mandarin ağaçlarında üç yıl boyunca farklı sulama konularından elde ettikleri T_c-T_a değerlerinin değişimini incelemişlerdir. Deneme süresince, kısıntılı su uygulanan konulardaki ağaçların su stresi çekmeyen kontrol konusundaki ağaçlardan daha yüksek T_c-T_a değerlerine sahip olduğunu ve bu farklılığın stres düzeyi arttıkça arttığını vurgulamışlardır. Ayrıca, deneme süresince anılan iki konudaki T_c-T_a değerleri arasındaki maksimum farklılığın 1,5 ile 2,5 °C arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, en düşük T_c-T_a değerlerini elde ettikleri kontrol konusunun aynı zamanda en düşük CWSI değerlerine sahip olduğunu, yine en yüksek T_c-T_a değerlerini elde ettikleri stresli konularda ise en yüksek CWSI değerlerini elde ettiklerini ve bunun sonucunda da T_c-T_a değerleri ile CWSI değerleri arasında da önemli derecede bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmada elde edilen T_c-T_a değerleri literatür ile birlikte incelendiğinde bir uyum söz konusudur. T_c-T_a değerleri hem CWSI değerleri hem de stoma iletkenliği ile yakından ilişkilidir.

4.6.4. Mevsimlik ortalama verim ve CWSI arasındaki ilişki

Araştırma konularından elde edilen ortalama nar verimleri Çizelge 4.14’de verilmiştir. Anılan Çizelgeden görüleceği gibi, sulama aralığı ile sulama aralığı ve sulama seviyeleri interaksiyonu istatistiksel olarak önemsiz çıkarken sulama düzeyleri %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sulama düzeyleri açısından incelendiğinde en düşük verim ortalama 1420 kg/da ile susuz parselden elde edilirken en yüksek verim ortalama 2654 kg/da ile S4 konusundan elde edilmiştir. Ancak S3 konusu da ortalama 2606 kg/da ile aynı grupta yer almıştır. Bu bulgulara dayanılarak, damla sulama ile sulanan nar ağaçlarında üç veya altı günde bir sulanmanın fark etmediği, S3 ve S4 uygulamaları arasında da istatistiksel bir farkın olmadığı görülmektedir. Bu nedenle, altı günde bir A sınıfı buharlaşma kabından olan yığılımlı buharlaşma miktarı kadar suyun damla sulama sistemi ile uygulanmasının yeterli olduğu sonucuna varılabilir.

Çizelge 4.14. Araştırma konularından elde edilen ortalama nar verimi (kg/da)

Özellik	Sulama Aralığı	Susuz	S1	S2	S3	S4	Ortalama
Verim	D3	1420	1659	1936	2677	2869	2112
	D6	1420	1770	2120	2536	2440	2057
	Ortalama	1420 c	1714 bc	2027 b	2606 a	2654 a	

D(GÜN): ÖD, S (SULAMA DÜZEYİ):**, D×S: ÖD

ÖD, *, **, Sırasıyla; önemli değil P %5 ve P %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Laribi vd (2013), İspanyada nar bitkisinde meyve kalitesinde sürekli ve düzenli kısıntılı sulama uygulamalarının etkisini incelemek amacıyla, üç yıl süre ile yürüttükleri çalışmalarında, bitki su tüketiminin tamamının ve % 40’ı kadar sulama suyunun uygulandığı iki konunun verimlerini değerlendirdiklerini ve sulama uygulamaları arasında önemli farklılıklar olmasına rağmen, verimin su kısıtından önemsiz düzeyde etkilendiğini ve nar bitkisinin kuraklık koşullarına dayanıklı bir bitki olmasını destekleyici yönde sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir. Deneme süresince elde

ettikleri verim değerlerinin ortalaması tam sulanan konuda 21,8 ton/ha, % 40 sulama suyu uygulanan konuda ise 21,3 ton/ha olarak hesapladıklarını, iki konu arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık elde etmediklerini dile getirmişlerdir.

Mellisho vd (2012), İspanyada nar bitkisinde, farklı fenolojik dönemlerde, belirledikleri Penman yöntemine göre hesaplanan kıyas bitki su gereksiniminin (ET_o) farklı düzeylerinde sulama uygulaması yaparak, meyve kalitesi ve verim üzerinde olan etkilerini incelemişlerdir. Sezon başı ve büyüme sezonunun ilk yarısında, büyüme sezonunun ikinci yarısında, büyüme sezonunun sonu ve hasat süresince sırasıyla, T0 kontrol konusunda, ET_o 'ın % 60'ı, % 117'si ve % 99'u, T1 konusunda ET_o 'ın % 32'si, % 74'ü ve % 36'sı, T2 konusunda ise T1 konusu ile aynı sulama uygulaması yaptıklarını sadece büyüme sezonunun ikinci yarısında sulama uygulamasını yapmadıklarını bildirerek sulama konularını oluşturmuşlardır. İki yıl boyunca sürdürdükleri çalışmalarında. İlk yıl T0, T1 ve T2 konularında elde ettikleri verim değerlerini sırasıyla, 49,8, 42,4, 38,3 kg/ağaç, ikinci yıl sırasıyla 15,7, 3,3 ve 8,7 kg/ağaç olarak hesapladıklarını bildirmişlerdir. T1 ve T2 konuları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık elde etmediklerini, T0 konusunda diğer konulardan istatistiksel olarak daha yüksek bir değerde verim elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Intrigliolo vd (2013), İspanyada nar bitkisinde sürekli ve düzenli kısıntılı sulama uygulamalarının etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında bitki su tüketiminin (ET_c) %100'ü ve %50'si kadar sulama suyu uyguladıkları iki konunun verimlerini kıyasladıkları zaman, üç yıl boyunca sürdürdükleri çalışmalarında kontrol konusunda 21,8 t/ha, %50 su kısıntısı uygulanan konuda ise 21,3 t/ha değerlerini elde ettiklerini iki konu arasında önemli derecede istatistiksel olarak bir fark bulmadıklarını, sulama konuları arasında önemli derecede bir fark olmasına rağmen bunun verim üzerinde önemli derecede bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Araştırma konularında elde edilen mevsimlik ortalama CWSI değerleri Çizelge 4.15'de verilmiştir. Anılan Çizelgeden görüleceği gibi, sulama aralıkları, sulama düzeyleri ve sulama düzeyi \times sulama aralığı interaksiyonu %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Sulama aralıkları incelendiğinde üç günde bir sulanan konularda CWSI değerleri ortalaması 0,21 olup altı günde bir sulanan konuların mevsimlik CWSI değerleri ortalaması olan 0,27 değerinden daha düşüktür. Sulama düzeyleri incelendiğinde ise en yüksek CWSI değeri 0,36 ile susuz parselde elde edilmiş onu 0,27 ile S4 ve 0,23 ile bir ara grup oluşturan S1 konusu izlemiş en düşük CWSI değerleri ise sırasıyla 0,18 ve 0,19 olmak üzere S3 ve S2 konularından elde edilmiştir. Sulama düzeyi \times sulama aralığı interaksiyonu incelendiğinde ise düşük CWSI değeri 0,12 ile D3S2 konusundan elde edilmiştir. Ancak D3S3 ve D3S1 konuları da aynı grupta yer almıştır. Bu bulgulara göre damla sulama ile sulanan narda CWSI değerini en düşük düzeyde tutmak için 3 gün ara ile buharlaşmanın % 75'i düzeyinde sulama yapmanın yeterli olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 4.15. Araştırma konularında elde edilen mevsimlik ortalama CWSI değerleri

Özellik	Sulama Aralığı	Susuz	S1	S2	S3	S4	Ortalama
CWSI	D3	0,36 a	0,16 c	0,12 c	0,15 c	0,28 b	0,21 B
	D6	0,36 a	0,29 b	0,25 bc	0,21 c	0,25 bc	0,27 A
	Ortalama	0,36 a	0,23 bc	0,19 c	0,18 c	0,27 b	

D(GÜN): **,S (SULAMA DÜZEYİ):**, DXS:**

ÖD,* **, Sırasıyla Önemli değil ve P%5, P%1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.14 ve 4.15'deki sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, üç günde bir sulanan konulardaki verim ve CWSI değerleri arasında herhangi bir eğilimin olmadığı görülmektedir. Bir başka deyişle, en düşük CWSI değerinin elde edildiği konu S2 konusu olurken en yüksek verimin elde edildiği konu S4 olmuştur. Ancak, altı günde bir sulanan konuda verim ve CWSI değerleri arasında bir uyum söz konusudur. En yüksek verimin alındığı S3 konusu aynı zamanda en düşük CWSI değerinin (0,21) de elde edildiği konu olmuştur.

Şekil 4.6'dan elde edilen üç günde bir sulanan konular için 0.6 ve altı günde bir sulanan konular için 1,1 pan katsayıları birlikte değerlendirildiğinde, CWSI değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde, CWSI değerleri de üç günde bir sulanan konularda S2 ($K_{cp}= 0,5$) ve altı günde bir sulanan konularda S3 ($K_p=1,0$) konusunun uygun olduğu görülmektedir (Çizelge 4.15). Bu anlamda, elde edilen sonuçların kendi içerisinde de tutarlı olduğu söylenebilir.

Nar ağaçlarında sulama ve CWSI değeri ilişkisi konusunda literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, diğer bazı çok yıllık meyve ağaçlarında yapılan çalışmalarla sonuçlar karşılaştırılabilir. Gonzales-Dugo vd (2013) İspanya'da (Murcia, yaptıkları bir çalışmada sulamayı başlatmak için eşik CWSI değerlerini kayısı için 0,27, şeftali için 0,37 ve badem için 0,31 olarak verirken, mevsimlik ortalama CWSI değerlerini ise aynı bitkiler için sırasıyla 0,16, 0,20 ve 0,20 olarak bildirmişlerdir. Agam vd (2013) İsrail'de yaptıkları bir çalışmada iyi sulanan zeytin ağaçları için mevsimlik ortalama CWSI olarak 0,25 değerini belirlemişlerdir. Roy ve Ophori (2014) Kaliforniya'da badem ağaçlarında yürüttükleri bir çalışmada iyi sulanan bitkiler için mevsimlik ortalama CWSI değerini 0,24 ve su stresine maruz bitkiler için 0,5-0,7 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bozkurt Çolak vd (2014) Adana'da yaptıkları bir çalışmada ergin çekirdeksiz üzüm çeşidinin CWSI değerlerinin 0,30-0,35 arasında olduğunda sulanması durumunda en yüksek verimin elde edilebileceğini saptamışlardır. Belvert vd (2014) İspanya'da asma ağaçlarında yürüttükleri çalışmalarında, ortalama CWSI değerlerinin iyi sulanan bitkilerde 0,2'den daha küçük, orta düzeyde strese maruz bitkilerde 0,3-0,5 arasında ve şiddetli strese maruz bitkilerde de 0,7'den daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Elde edilen sonuçlarına göre, Antalya koşulları için nar ağaçlarında sulama programlaması amacıyla infrared termometre tekniğinin kullanılabileceği, böyle bir durumda mevsim boyunca ortalama CWSI değerinin 0,20 civarında tutulacak şekilde sulamaların programlanabileceği önerilebilir. Yine, altı günde bir sulanan en yüksek verim ve en düşük CWSI değerinin elde edildiği D6S3 konusundaki sulamalardan

önceki en yüksek CWSI değeri olan 0,40 değeri sulamaların başlatılmasına karar vermek için kullanılabilir. CWSI değerinin söz konusu değere ulaşana kadar oluşacak yığışimli buharlaşma miktarı ise uygulanacak sulama suyu miktarı olarak önerilebilir. Sulamaların A sınıfı buharlaşma kabından yapılan buharlaşmaya göre programlanması durumunda ise altı günde bir yığışimli buharlaşma miktarı kadar su uygulanmasının yeterli olabileceği sonucuna varılabilir.

5. SONUÇ

Antalya koşullarında infrared termometre tekniği kullanılarak Hicaznar çeşidi nar ağaçlarında bitki su stresi indeksinin değerlendirilmesi ve sulama programlanmasında kullanım olanaklarının belirlenmesi amacıyla 15.03.2015-20.11.2015 tarihleri arasında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yapılan çalışma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür.

Sulamalarda A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerleri esas alınmıştır. Ana konuların damla sulama ile üç ve altı günde bir sulama, alt konuların ise sulama aralıklarında meydana gelen buharlaşmanın S4 konusunda % 125'i, S3 konusunda % 100'ü, S2 konusunda % 75'i, S1 konusunda % 50'sinden oluştuğu toplam 8 farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Ayrıca, CWSI değerlerini belirlemede gerekli olan alt sınır baz çizgisini oluşturmak amacıyla deneme süresince hiç sulanmayan bir susuz parsel de oluşturulmuştur.

Mevsim boyunca üç veya altı günde bir sulanan S1 konusuna 188,6, S2 konusuna 263,9, S3 konusuna 339,5, S4 konusuna 414,5 mm sulama suyu uygulanmıştır. Susuz parselde ise hiç sulama suyu verilmemiştir. Mevsim boyunca A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam buharlaşma miktarı değeri ise 753 mm olmuştur.

Üç gün ara ile sulanan D3S1, D3S2, D3S3, D3S4, konularında deneme süresince meydana gelen su tüketimi değerleri sırasıyla 594,5, 662,2, 728,3, 793,2, altı gün ara ile sulanan D6S1, D6S2, D6S3, D6S4 konularında ise sırasıyla 591,0, 656,2, 722,8, 788,7 mm olmuştur. Susuz parselde deneme süresince meydana gelen su tüketimi ise 434,6 mm olarak belirlenmiştir.

Topraktan kullanılan su miktarları ise D3S1, D3S2, D3S3, D3S4, D6S1, D6S2, D6S3, D6S4, susuz konularda, sırasıyla, 156,6, 148,2, 139,0, 128,6, 153,1, 142,2, 133,5, 124,1 ve 184,5 mm olarak hesaplanmıştır.

Üç gün ara ile sulanan D3S3 ve altı gün ara ile sulanan D6S3 konularında 09:00–18:00 saatleri arasında ölçülen taç sıcaklığı, hava sıcaklığı ve VPD ölçümleri sonuçlarına göre her iki konunun da taç sıcaklığı değerlerinin hava sıcaklığı değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Antalya koşullarında, anılan değerler incelendiği zaman her iki konuda da en yüksek hava sıcaklığı değerlerinin saat 14:00'de, en yüksek taç sıcaklığı değerlerinin ise 15:00'de meydana geldiği saptanmış, maksimum hava sıcaklığı ile maksimum bitki taç örtüsü sıcaklığı arasındaki bir saatlik farkın atmosferdeki havadan bitki yüzeyine ısı iletim sürecinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, 09:00-18:00 saatleri arasında yapılan ölçümlerde taç sıcaklığı değerlerinin 12:00 ve 15:00 saatleri arasında maksimum değere ulaşmasından dolayı Antalya'da nar bitkisinde infrared termometre ölçümlerinin 11:00-14:00 yerine 12:00-15:00 saatleri arasında alınmasının daha doğru olacağı sonucuna varılabilir.

Üç ve altı gün ara ile sulanan konularda mevsim boyunca ölçülen bitki taç örtüsü-hava sıcaklığı farkı ($T_c - T_a$) değerlerinin ortalaması ve bu değerlerin A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen yığılımlı buharlaşmanın farklı düzeylerde (0 (susuz), 0,5, 0,75, 1, ve 1,25 katı) sulama uygulamaları ile olan ilişkisi incelendiğinde her iki sulama

aralığında da hem düşük hem de yüksek pan katsayılarının T_c-T_a farkını mutlak değer olarak azalttığı ve diğer bir deyişle sadece az suyun değil fazla suyun da strese neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırma süresince tam sulanan D3S3 ve D6S3 konularında sekiz farklı tarihte sulama sonrası 09:00–18:00 saatleri arasında yapılan ölçümlerle elde edilen su stresi çekmeyen alt baz çizgisinin denklemi D3S3 konusu için, $T_c-T_a = -0,6679VPD-3,4995$ olarak hesaplanırken D6S3 konusu için ise $T_c-T_a = -0,6692VPD-5,274$ olarak hesaplanmıştır. Temel grafiğin üst baz çizgisi denklemi ise farklı günlerde kesilen ve yerinde bırakılan nar dallarından yapılan ölçümlerle elde edilen değerlerden $T_c-T_a=0,0489VPD+2,8734$ olarak belirlenmiştir.

Sulama konularına ilişkin CWSI değerlerinin hesaplanmasında deneysel yaklaşım kullanılmış ve mevsimlik ortalama CWSI değerleri üç gün ara ile sulanan sırasıyla D3S1, D3S2, D3S3, D3S4 konuları için, 0,16, 0,12, 0,15, 0,28 altı gün ara ile sulanan sırasıyla D6S1, D6S2, D6S3, D6S4, konuları için 0,29, 0,25, 0,21, 0,25, susuz parselde ise 0,36 olarak belirlenmiştir.

Araştırma süresince sulamadan önce tüm konularda yılın 196, 204, 211, 218, 225, 232, 239, 246. günlerinde yapılan stoma iletkenliği ölçümleri ve anılan günlerde hesaplanan CWSI değerleri arasında yakın bir ilişki olduğu ve CWSI değeri arttıkça stoma iletkenliğinin azalma yönünde bir eğilim gösterdiği saptanmıştır. Konular kıyaslandığı zaman uygulanan su miktarı arttıkça, stresin azaldığı, orantılı olarak da stoma iletkenliğinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. En düşük T_c-T_a değerleri tam sulama yapılan D6S3 konusunda hesaplanırken, en yüksek T_c-T_a değerleri D6S1 konusunda hesaplanmıştır. Burada taç sıcaklığının yükselmesi, T_c-T_a farkının negatif olarak artması ve bunun da stomaların kapalı durumda kalmasına ve stoma iletkenliğini düşürmesine neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırma konularında nar verimleri incelendiği zaman, en düşük verim susuz parselden elde edilirken en yüksek verim üç günde bir sulanan konularda S4 konusundan altı günde bir sulanan konularda ise S3 konusundan elde edilmiştir. Sulama aralığı ile sulama aralığı ve sulama seviyeleri interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sulama düzeyleri % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sadece uygulanan su miktarı ve verimle ilgili sonuçlar incelendiğinde, nar ağaçlarında üç veya altı günde bir sulanmasının farklılık yaratmadığı, S3 ve S4 uygulamaları arasında da istatistiksel bir farkın olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, altı günde bir A sınıfı buharlaşma kabından olan yığılımlı buharlaşma miktarı kadar suyun damla sulama sistemi ile uygulanmasının yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Bitki su stresi indeksi ve verimle ilgili sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, üç günde bir sulanan konulardaki verim ve CWSI değerleri arasında herhangi bir eğilimin olmadığı görülmüştür. Bir başka deyişle, en düşük CWSI değerinin elde edildiği konu S2 konusu olurken en yüksek verimin elde edildiği konu S4 olmuştur. Ancak, altı günde bir sulanan konuda verim ve CWSI değerleri arasında bir uyum söz konusudur. En yüksek verimin alındığı S3 konusu aynı zamanda en düşük CWSI değerinin (0,21) de elde edildiği konu olmuştur.

Bu çalışma sonucunda infrared termometre tekniğinin nar ağaçlarının sulama programlamasında kullanılabilceği belirlenmiştir. Bu tekniğin kullanılması durumunda

mevsim boyunca ortalama CWSI değerinin 0,20 civarında tutulacak şekilde sulamaların programlanması gerektiği önerilmiştir. Altı günde bir sulanan en yüksek verim ve en düşük CWSI değerinin elde edildiği D6S3 konusundaki sulamalardan önceki en yüksek CWSI değeri olan 0,40 değerinin ise sulamaların başlatılmasına karar vermek için kullanılabilceği belirlenmiştir. CWSI değerinin söz konusu değere ulaşana kadar oluşacak yığışımli buharlaşma miktarı ise uygulanacak sulama suyu miktarı olarak önerilmiştir. Sulamaların A sınıfı buharlaşma kabından yapılan buharlaşmaya göre programlanması durumunda ise altı günde bir yığışımli buharlaşma miktarı kadar su uygulanmasının yeterli olabileceği belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- AGAM, N., COHEN, Y., BERNİ, J.A.J., ALCHANATİS, V., KOOL, D., DAG, A., YERMİYAHU, U. and BEN-GAL, A. 2013. An insight to the performance of crop water stress index for olive trees. *Agricultural Water Management*, 118: 79– 86.
- 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. and HORST G.L. 2001. A crop water stress index for tall fescue (*fetusca arundinacea schreb.*) irrigation decision-making a traditional method. *Computers and Electronics in Agriculture*, 31(2): 107-124.
- ALLEN, RG., PEREIRA, LS., RAES, D. and SMITH, M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome, Italy: FAO
- ALVES, I. and PEREIRA, L.S. 2000. Non-water-stressed baselines for irrigation scheduling with infrared thermometers: A New Approach. *Irrigation Science*, 19: 101-106.
- ALVES, I., FONTES, J.C. and PEREIRA, L.S. 2000. Evapotranspiration estimation from infrared surface temperature II: the surface temperature as a wet bulb temperature. *Transaction of the ASAE*, 43(3): 599-602.
- 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.
- ANONİM, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr. [Son erişim tarihi: 16.06.2016]
- AYERS, R.S and WESCOT, D.W. 1985. Water quality for agriculture. Food and agricultural organization (FAO) of the united nations. FAO Irrigation and Drainage Paper 29.
- BALLESTER, C., JIMENEZ-BELLO, M.A., CASTEL, J.R. and INTRIGLIOLO, D.S. 2013. Usefulness of thermography for plant water stress detection in citrus and persimmon trees. *Agricultural and Forest Meteorology*, 168:120– 129.
- BAŞTUĞ, R. 1994. Bitki su stresinin niceksel ifade biçimleri ve sulama zamanının belirlenmesinde kullanılmaları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7: 114-128.
- BAŞTUĞ, R. ve IRMAK, S. 1996. Toprak suyu potansiyeli ve bitki su stresi indeksi (cwsı) değerlerinin mısır sulanmasında kullanılması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9: 241-255.

- BELLVERT, J, ZARCO-TEJADA, P.J, GIRONA and FERERES, E. 2013. Mapping crop water stress index in a 'pinot-noir' vineyard: comparing ground measurements with thermal remote sensing imagery from an unmanned aerial vehicle. *Precision Agric*, 15(4): 361-376.
- BEN-GAL, A., AGAM, N., ALCHANATIS, V., COHEN, Y., YERMIYAHU, U., ZIPORI, I., PRESNOV, E., SPRINTSIN and M., DAG, A. 2009. Evaluating water stress in irrigated olives: correlation of soil water status, tree water status, and thermal imagery. *Irrig Science*, 27: 367-376
- BERNİ, J.A.J., ZARCO-TEJADA, P.J., SEPULCRE-CANTÓ, G., FERERES, E. and VILLALOBOS, F.J. 2009. Mapping canopy conductance and cwsı in olive orchards using high resolution thermal remote sensing imagery. *Remote Sensing of Environment*, 113: 2380-2388.
- 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.
- BLAKE, G.R. and HARTGE, K.H. 1986. Bulk Density. In A. Klute, ed., *Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods: Agronomy Monograph no. 9* (2nd ed.). Madison: *American society of Agronomy*, 9: 363-375.
- BOZKURT,S., ÇOLAK, Y., YAZAR, A., SEZEN, S.METİN. ve TANGOLAR, S., 2014. Çukurova bölgesinde ergin çekirdeksiz sofralık üzüm çeşidinde bitki su stresinin infrared termometre ile izlenmesi. *Alatarım*, 13 (1): 17-26
- CARCOVA, 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.
- 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.. 2003. Estimating soil moisture under low frequency surface irrigation using crop water stress index. *J. of Irrig. And Drain. Eng.*, 129(1): 27-35.
- CREMONA, M.V., STUTZEL, H. and KAGE, H. 2004. Irrigation scheduling of kholrabi (brassica oleracea var. gongylodes) using crop water stress index. *Hort. Sci.*, 39(2): 276-279.
- ÇAĞLAR, K.Ö. 1958. Toprak bilgisi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 10, Ankara.

- EHRLER, W.L., IDSO, S.B., JACKSON, R.D. and REGINATO, R.J. 1978. Wheat canopy temperature: relation to the plant water potential. *Agron. Journal*, 70: 251-256.
- EMEKLİ, Y. 2005. Antalya koşullarında bermuda (*cynodon dactylon* L.) çiminde bitki su stresi indeksinin (CWSI) değerlendirilmesi ve sulama programlaması amacıyla infrared termometre tekniğinden yararlanma olanakları. Yüksek Lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 13 s.
- EMEKLİ, Y., BASTUG, R., BUYUKTAS, D. and EMEKLİ, N. Y. 2007. Evaluation of a crop water stress index for irrigation scheduling of bermudagrass. *Agricultural Water Management*, 3: 205-212.
- ERDEM, Y., ŞEHİRALİ, S., ERDEM, T. and KENAR, D. 2006. Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *T.BÜTAK, Turk J. Agric. For.*, 195-202.
- EYLEN, M., DERVİŞ; Ö. ve DOĞAN; M. 1986. Çukurova koşullarında karık ve damla sulama yöntemleri ile sulanan çileğin verim ve su tüketimi. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü yayınları 135. 77. 39 s. Tarsus
- 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., KİLBY, 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. Hort. Sci.*, 118(6): 694-698.
- GEE, G.W. and BOUDER, J.W. 1986. Particle size analysis, *Methods of Soil Analysis*, Part1, 2nd Ed, Agronomy 9, Am, Soc, Agron, 825-844, Madison.
- 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.
- GENÇOĞLAN, C. ve YAZAR, A. 1999. Çukurova koşullarında yetiştirilen I. Ürün mısır bitkisinde infrared termometre değerlerinde yararlanılarak bitki su stresi indeksi (CWSI) ve sulama zamanının belirlenmesi. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 23: 87-95.
- GONZALEZ-DUGO, V., GOLDHAMER, D., ZARCO-TEJADA, P.J. and FERERES, E. 2015. Improving the precision of irrigation in a pistachio farm using an unmanned airborne thermal system. *Irrig Sci.*, 33: 43–52.
- GONZALEZ-DUGO, V., ZARCO-TEJADA, P., NICOLAS, E., NORTES, P.A., INTRIGLIOLO, D.S. and FERERES, E. 2013. Using high resolution uav thermal imagery to assess the variability in the water status of five fruit tree species within a commercial orchard. *Precision Agric.*, 14: 660–678.

- GONZALEZ-DUGO, V., ZARCO-TEJADA, P.J. and FERERES, E. 2014. Applicability and limitations of using the crop water stress index as an indicator of water deficits in citrus orchards. *Agricultural and Forest Meteorology* 198–199, 94–104.
- GUYOT, G. 1998. Physics and climatology. John Wiley and Sons-Praxis Publishing Association, GB, 632p.
- 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. *HortScience*, 25(12): 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.
- HSIAO, T.C. 1973. Plant responses to water stress with an infrared thermometer. *Hort Science*. Vol. 25(12):1535-1539.
- IDSO, S.B. 1982. Non-water stressed baselines: a key to monitoring and interpreting plant water stress. *Agricultural Meteorology*, 27: 59-70.
- 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, P.J. JR., REGINATO, R.J. and HATFIELD, J.L. 1981. Normalizing the stres-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology*, 24: 45-55.
- INTRIGLIOLO D.S., BONET L., NORTES P.A., PUERTO H., NICOLAS E. and BARTUAL J. 2013. Pomegranate trees performance under sustained and regulated deficit irrigation. *Irrig Sci.*, 31: 959–970.
- IRMAK, S., HAMAN, D.Z. and BASTUG, 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. John Wiley and Sons, Inc. USA
- JACKSON, R.D, KUSTAS, W.P and CHOUDHURY B.J. 1988. A reexamination of the crop water stress index. *Irrigation Science*, 9: 309-317.
- JACKSON, R.D. 1982. Canopy temperature and crop water stress. *Advances in Irrigation*. Hillel D. (Ed). *Acedemic pres.*, 1: 43-85.
- 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, RD., IDSO, S.B., REGINATO, R.J. and PINTER, P.J., JR. 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicator. *Water Resources Research*, 17: 1133-1138.
- JALALI-FARAHANI, H.R., SLACK, D.C., KOPEC, D.M. and MATTHIAS, A.D. 1993. Crop water-stress Index models for bermudagrass turf-a comparison. *Agronomy J.* 85 (6): 1210-1217.
- JAMES L. G. 1988. Principles of farm irrigation systems design. New York, USA, 543p.
- JONES, H.G. 1999. Use of infrared thermometry for estimation of stomal conductance as a possible aid to irrigation scheduling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 95: 139-149.
- KACAR, B. 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. 3. Toprak analizleri. *Ankara Üniv. Zir. Fak. Eğitim, Araş. Ve Geliş. Vakfı*, Yayın No:3, Ankara.
- KANBER, R. 2002. Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın no:174, Ders Kitapları yayın No: A-52, Adana, 530s.
- KLUTE, A. 1986. Water retention: Laboratory methods methods of soil analysis. Part1. 2nd Ed. *Agronomy 9. Am. Soc. Agron*, 635-660, Madision.
- KÖKSAL, E.S. 2006. Sulama suyu düzeylerinin şekerpancarının verim, kalite ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisinin, infrared termometre ve spektrometre ile belirlenmesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- KÖKSAL, E.S., CANDOĞAN, B.N., YILDIRIM, E.Y. and YAZGAN, S. 2010. Determination of water use and water stress of cherry trees based on canopy temperature, leaf water potential and resistance. *Zemdirbyste Agriculture*, 97 (4): 57-64.
- KUMAR, P.V., RAMAKRISHNA, Y.S., RAMANA RAO, B.V., KHANDGONDA, I.R., VICTOR, U.S., SRIVASTAVA, N.N. and RAO, G.G.S.N., 1999. Assesment of plant extractable soil water in castor beans (*ricinus communis* L.) using infrared thermometry. *Agricultural Water Management*, 39: 69-83.
- LARİBİ, A.I., PALOUA, L., INTRIGLIOLO, D.S., NORTESE, P.A., ROJAS-ARGUDO, C., TABERNERA, V., BARTUALD, J. and PEREZ-GAGOA, M.B 2013. Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate. *Agricultural Water Management* 125: 61-70.
- MELLISHO C.D., EGEA I., GALINDO A., RODRIGUEZ P., RODRIGUEZ J., CONEJERO W., ROMOJARO F. and TORRECILLAS A. 2012. Pomegranate (*punica granatum* L.) fruit response to different deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management* 114: 30-36.
- NIELSEN, D.C., 1990. Scheduling irrigations for soybeans with the crop water stress index (CWSI). *Field Crops Research* 23: 103-116.
- O'TOOLE, J.C., and HATFIELD, J.L. 1983. Effect of wind on the crop water

- stressindex derived by infrared thermometry. *Agronomy J.*, 75: 811-817.
- O'TOOLE, J.C., TURNER, N.C., NAMUCO, O.P., DINGKUHN, M., and GOMEZ, K.A. 1984. Comparison of some crop water stress measurement methods. *Crop Science*, 24: 1121-1128.
- 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.
- ONUR C. 1990. Nar Yetiştiriciliği. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı. Çiftçi - Üretici Yayınları. Genel No:323 Seri:48 (14)s. Ankara.
- ONUR, C. ve TİBET, H. 1993. Antalya'da nar çeşit adaptasyonu. *Derim*, 10(1): 3-18.
- ORTA, A.H., ERDEM, Y. and ERDEM, T. 2003. Crop water stress index for watermelon. *Scientia Horticulturae*, 98: 121-130.
- ÖDEMİŞ, B., ve BAŞTUĞ, R. 1999. Infrared termometre tekniği kullanılarak pamukta bitki su stresinin değerlendirilmesi ve sulamaların programlanması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1): 31-37.
- ÖZBEK, H. 2013. http://www.tarimkutuphanesi.com/NAR_YETISTIRICILIGI_00302.html. [Son erişim tarihi: 07.03.2012].
- PARVİZİA H., SEPASKHAH A.R. and AHMADİBA S.H. 2014. Effect of drip irrigation and fertilizer regimes on fruit yields and water productivity of a pomegranate (*punica granatum (l.) cv. rabab*). *Agricultural Water Management* 146: 45-56.
- PINTER, P.J. and REGINATO, R.J. 1982. A thermal infrared technique for monitoring cotton water stress and scheduling irrigations. *Trans. of the ASAE*, 25: 1651-1655.
- REGINATO, R.J. and HOWE, J. 1985. Irrigation scheduling using crop indicators. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 111: 125-133.
- REGINATO, R.J. 1983. Field quantification of crop water stress. *Trans. A.S.A.E.*, 26(3): 772-781.
- RICHARDS, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *Agricultural Handbook No. 60, USSL*, 160 p.
- ROY, S. and OPHORI, D. 2014. Estimation of crop water stress index in almond orchards using thermal aerial imagery. *Journal of Spatial Hydrology Vol.12, No.1 Fall 2014*.
- SAMMIS, T.W., RILEY, W.R. and LUGG, D.G. 1988. Crop water stress Index of pecans. *Applied Engineering in Agriculture*, 4(1): 39-45.

- 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.
- SEPTAR, L., PALTINEANU, C., CHITU, E., MOALE, C., DEMİRİSOY, H., KÖKSAL, E.S., KIZILKAYA, R. and MACİT, İ. 2014. Canopy temperature for peach tree at various soil water contents. *Eurasian Journal of Soil Science*, 3: 56 – 64.
- SEZEN, S.M., YAZAR, A., DAŞGAN, Y., YÜCEL, S., AKYILDIZ, A., TEKİN, S. and AKHOUNDNEJAD, Y. 2014. Evaluation of crop water stress index (cwsı) for red pepper with drip and furrow irrigation under varying irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 143: 59–70.
- STOCKLE, C.O. and DUGAS, W.A. 1992. Evaluating canopy temperature based indices for irrigation scheduling. *Irrigation Science*, 13: 31-37.
- TAGHVAEIAN, S., COMAS, L., DEJONGE, K.C. and TROUT, T.J. 2014. Conventional and simplified canopy temperature indices predict water stress in sunflower. *Agricultural Water Management*, 144: 69–80.
- TEKİNEL, O. ve KANBER, R. 1979. Çukurova koşullarında kısıntılı su kullanma durumunda pamuğun su tüketimi ve verimi. Tarsus Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, genel yayın no: 98. Rapor yayın no: 48, 40 sayfa.
- TESTI, L., GOLDHAMER, D.A., INIESTA, F. and SALINAS, M. 2008. Crop water stress index is a sensitive water stress indicator in pistachio trees. *Irrig Sci.*, 26: 395–405.
- THROSSELL, C.S., CARROW, R.N. and MILLIKEN, G.A. 1987. Canopy temperature based irrigation scheduling indices for Kentucky bluegrass turf. *Crop Science*, 27: 126-131.
- UDOMPETAİKUL, V., UPADHYAYA, S.K., SLAUGHTER, D., LAMPINEN, B. and SHACKEL, K. 2011. Plant water stress detection using leaf temperature and microclimatic information. An ASABE Meeting Presentation Paper Number: 1111555.
- VAN ZYL, J.L. 1986. Canopy temperature as a water stress indicator in vines. *S.Afr.J.Enol*, (7): 53-60.

- W.M.O., 1966. Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration. Tech. Note No83, Geneva, 121 s.
- WALKER, G.K. and HATFIELD, J.L. 1983. Stress, measurement using foliage temperatures. *Agronomy J.*, 75: 623-629.
- WANG, D., GARTUNG, J. 2010. Infrared canopy temperature of early-ripening peach trees under postharvest deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 97, 1787–1794.
- WANJURA, D.F., and UPCHURCH, D.R. 1997. Accounting for humidity in canopy-temperature-controlled irrigation scheduling. *Agricultural Water Management*, 34: 217-231.
- WANJURA, D.F., HATFIELD, J.L. and UPCHURCH, D.R. 1988. Stress index relationships with crop productivity, *Irrigation Science*, 11(2): 93-99
- WIRIYA-ALONGKORN, W., SPREER, W., ONGPRASERT, S., SPOHRER, K., PANKASEMSUK, T., MÜLLER, J. 2013. Detecting drought stress in longan tree using thermal imaging. *Maejo Int. J. Sci. Technol.*, 7(1): 166-180.
- YAZAR, A. 1990. Utilization of infrared thermometry technique for assessing crop water stress and irrigation scheduling for soybean. *Doğa. Türk Tarım ve Ormanlık 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.
- YILMAZ, C. 2015. Nar Yetiştiriciliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Tanıtım Broşürleri. Erdemli-MERSİN
- 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.

7. EKLER

EK-1 Araştırma süresince ölçülen bazı iklimsel veriler

Tarih	Sıcaklıklar			Ortalama		Toplam Yağış (mm)
	Maks. (°C)	Min. (°C)	Ort. (°C)	Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)	
1.6.2015	22,5	21,2	21,8	69,4	1,8	
2.6.2015	24,3	22,6	23,4	67,2	1,6	
3.6.2015	22,5	21,3	21,9	78,2	1,7	
4.6.2015	21,9	20,7	21,3	75,7	1,6	
5.6.2015	22,6	21,4	21,9	72,4	1,6	
6.6.2015	23,2	22,2	22,7	74,1	1,7	
7.6.2015	23,3	22,1	22,7	78,7	1,9	
8.6.2015	23,6	22,3	23,0	75,5	1,7	
9.6.2015	23,8	22,4	23,0	71,0	2,4	
10.6.2015	22,9	21,6	22,3	75,4	1,8	
11.6.2015	23,0	21,7	22,3	75,5	1,6	
12.6.2015	23,4	22,2	22,8	75,7	1,7	
13.6.2015	24,2	22,9	23,5	73,4	1,7	
14.6.2015	27,2	25,7	26,5	56,7	2,1	
15.6.2015	29,2	27,0	28,1	45,3	1,8	
16.6.2015	30,8	28,8	29,9	33,7	2,3	
17.6.2015	28,6	26,9	27,8	49,4	2,3	
18.6.2015	26,0	24,5	25,2	74,5	2,2	
19.6.2015	22,5	21,1	21,8	83,0	1,9	4,0
20.6.2015	24,3	23,0	23,6	67,1	2,0	
22.6.2015	26,1	25,5	25,8	69,2	1,1	
23.6.2015	25,2	24,2	24,7	76,0	2,1	
24.6.2015	25,4	24,1	24,7	73,1	1,8	
25.6.2015	27,7	26,0	26,9	55,5	2,3	
26.6.2015	27,9	26,3	27,1	49,9	2,4	
27.6.2015	23,6	21,9	22,7	71,2	1,8	1,0
28.6.2015	23,9	22,6	23,2	65,6	1,9	
29.6.2015	23,4	22,1	22,7	74,6	1,9	
30.6.2015	23,7	22,2	22,9	68,8	1,4	
1.7.2015	24,9	23,6	24,2	71,6	1,6	
2.7.2015	27,0	25,7	26,3	67,4	2,2	
3.7.2015	28,1	27,0	27,5	71,1	2,0	
4.7.2015	28,5	27,1	27,8	58,9	2,0	
5.7.2015	27,1	25,5	26,3	67,6	1,6	
6.7.2015	26,3	24,9	25,6	71,8	1,6	
7.7.2015	27,3	26,0	26,6	75,6	1,9	
8.7.2015	27,3	25,5	26,4	73,0	0,8	
9.7.2015	28,2	27,0	27,6	77,7	1,8	
10.7.2015	26,2	25,2	25,7	87,0	1,1	
11.7.2015	28,0	26,8	27,4	71,3	1,9	
12.7.2015	29,6	28,0	28,8	59,8	2,0	

EK 1'in Devamı

Tarih	Sıcaklıklar			Ortalama		Toplam Yağış (mm)
	Maks. (°C)	Min. (°C)	Ort. (°C)	Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)	
14.7.2015	27,2	25,7	26,5	62,8	1,8	
15.7.2015	30,7	28,8	29,7	50,2	1,9	
16.7.2015	32,6	30,4	31,5	36,0	1,6	
17.7.2015	32,4	30,2	31,2	31,0	1,7	
18.7.2015	30,6	28,5	29,5	41,9	1,7	
19.7.2015	30,5	28,4	29,5	40,4	1,5	
20.7.2015	29,2	27,1	28,2	46,8	1,6	
21.7.2015	28,2	26,5	27,3	65,5	1,7	
22.7.2015	30,2	28,2	29,3	63,1	1,8	
23.7.2015	27,5	26,1	26,8	81,8	1,8	
24.7.2015	27,7	26,6	27,1	77,5	2,0	
25.7.2015	27,9	27,1	27,5	73,7	1,6	
26.7.2015	28,1	27,0	27,5	79,9	1,6	
27.7.2015	28,2	27,1	27,6	75,7	1,6	
28.7.2015	28,3	27,2	27,8	77,5	1,6	
29.7.2015	28,8	27,8	28,3	82,6	1,8	
30.7.2015	28,9	27,8	28,4	85,6	1,4	
31.7.2015	29,0	28,2	28,6	86,9	1,9	
1.8.2015	28,8	27,8	28,3	82,4	1,6	
2.8.2015	31,1	29,4	30,2	70,2	1,6	
3.8.2015	33,2	31,3	32,2	47,9	1,8	
4.8.2015	32,6	30,8	31,7	49,1	2,2	
5.8.2015	29,5	28,2	28,8	70,7	1,5	
6.8.2015	28,7	27,3	28,0	74,6	1,8	
7.8.2015	29,0	27,6	28,3	67,3	1,7	
8.8.2015	29,0	27,9	28,4	75,8	1,6	
9.8.2015	28,9	27,8	28,3	79,8	1,9	
10.8.2015	28,5	27,6	28,0	78,9	1,8	
11.8.2015	28,5	27,6	28,0	80,5	1,6	
12.8.2015	28,6	27,6	28,1	80,3	1,6	
13.8.2015	28,6	27,7	28,1	85,6	1,6	
14.8.2015	28,8	27,8	28,4	81,2	1,6	
15.8.2015	29,3	28,1	28,7	74,6	1,8	
16.8.2015	29,5	28,1	28,8	62,1	1,7	
17.8.2015	29,4	28,2	28,8	61,2	1,8	
18.8.2015	28,2	27,1	27,6	80,3	1,5	
19.8.2015	28,0	27,0	27,5	84,2	1,6	
20.8.2015	28,0	27,0	27,5	81,5	1,4	
21.8.2015	28,1	27,3	27,7	83,3	1,4	
22.8.2015	28,4	27,5	27,9	84,6	1,5	
23.8.2015	28,5	27,5	28,0	84,1	1,5	
24.8.2015	29,0	27,9	28,5	76,4	1,5	

25.8.2015	30,5	29,0	29,8	49,3	1,7	
26.8.2015	28,0	26,2	27,1	55,3	1,6	
27.8.2015	28,0	26,1	27,0	51,7	1,4	

EK 1'in Devamı

Tarih	Sıcaklıklar			Ortalama		Toplam Yağış (mm)
	Maks. (°C)	Min. (°C)	Ort. (°C)	Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)	
28.8.2015	28,5	26,6	27,5	49,2	1,5	
29.8.2015	29,9	27,6	28,8	31,4	1,7	
30.8.2015	31,1	29,2	30,2	26,6	1,8	
31.8.2015	30,6	28,8	29,6	39,2	1,7	
1.9.2015	29,4	27,3	28,3	50,5	1,7	
2.9.2015	26,3	24,8	25,5	73,8	1,4	
3.9.2015	26,5	25,2	25,8	75,4	1,4	
4.9.2015	25,8	24,5	25,2	79,3	1,5	
5.9.2015	26,2	25,1	25,6	79,8	1,3	
6.9.2015	27,4	26,0	26,7	80,5	1,4	
7.9.2015	29,5	27,5	28,5	69,5	1,7	
8.9.2015	27,8	26,5	27,1	75,6	1,3	
9.9.2015	29,1	27,7	28,4	66,0	1,7	
10.9.2015	27,6	26,2	26,9	78,9	1,2	
11.9.2015	28,1	26,7	27,4	74,3	1,3	
12.9.2015	27,9	26,5	27,1	68,1	2,0	
13.9.2015	27,5	26,1	26,8	69,9	1,7	
14.9.2015	26,5	25,3	25,9	79,6	1,4	
15.9.2015	26,8	25,2	26,0	72,4	1,3	
16.9.2015	26,4	24,9	25,7	76,4	1,4	
17.9.2015	26,0	24,9	25,4	83,3	1,4	
18.9.2015	25,9	24,8	25,3	84,8	1,4	
19.9.2015	26,3	25,3	25,8	81,8	1,5	
20.9.2015	24,4	23,4	23,8	84,4	1,4	2,0
21.9.2015	23,7	22,8	23,2	82,2	1,5	4,0
22.9.2015	21,5	20,5	21,0	88,2	1,7	10,0
23.9.2015	23,2	22,2	22,7	87,2	2,6	14,0
24.9.2015	24,2	23,3	23,8	81,4	1,5	2,0
25.9.2015	24,0	22,9	23,5	79,0	1,3	
26.9.2015	24,6	23,4	24,0	82,2	1,3	
27.9.2015	24,7	23,6	24,1	85,2	1,1	
28.9.2015	23,7	22,7	23,2	83,7	1,1	
29.9.2015	24,6	23,6	24,1	77,5	1,4	
30.9.2015	24,4	23,3	23,9	73,6	1,4	
1.10.2015	25,3	23,9	24,6	56,4	1,7	
2.10.2015	25,2	23,8	24,5	60,0	1,5	
3.10.2015	24,5	23,0	23,8	68,3	1,3	
4.10.2015	24,0	22,6	23,3	74,6	1,3	
5.10.2015	22,8	21,6	22,2	81,2	1,2	
6.10.2015	21,2	20,1	20,6	80,0	1,3	
7.10.2015	23,0	21,3	22,2	49,0	1,9	1,0

8.10.2015	22,0	20,6	21,3	65,4	1,6	
9.10.2015	22,4	20,9	21,7	65,3	1,6	
10.10.2015	23,0	21,6	22,3	63,8	1,6	
11.10.2015	22,5	21,2	21,9	73,2	1,2	

EK 1'in Devamı

Tarih	Sıcaklıklar			Ortalama		Toplam Yağış (mm)
	Maks. (°C)	Min. (°C)	Ort. (°C)	Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)	
12.10.2015	22,8	21,9	22,3	78,9	1,5	
13.10.2015	22,8	21,8	22,3	79,6	1,2	16,0
14.10.2015	22,8	21,5	22,2	69,5	1,4	
15.10.2015	22,7	21,4	22,0	73,6	1,3	
16.10.2015	22,5	20,9	21,7	71,8	1,0	
17.10.2015	22,5	20,9	21,7	68,0	1,1	
18.10.2015	21,9	20,5	21,2	73,1	1,2	
19.10.2015	20,7	19,3	20,0	73,6	1,1	
20.10.2015	21,7	20,4	21,1	71,8	1,4	
21.10.2015	19,4	18,4	18,9	89,3	1,6	
22.10.2015	20,2	19,4	19,8	91,3	1,5	52,0
23.10.2015	21,2	20,2	20,8	90,5	3,1	11,0
24.10.2015	20,1	19,2	19,6	88,2	1,6	22,0
25.10.2015	20,3	19,4	19,8	76,8	1,3	
26.10.2015	20,6	19,2	19,9	57,8	1,6	
27.10.2015	18,7	17,1	17,8	52,1	1,3	
28.10.2015	17,6	15,7	16,6	53,0	1,4	
29.10.2015	18,0	16,1	17,1	54,0	1,4	
30.10.2015	17,8	16,1	17,0	63,4	1,2	
31.10.2015	19,7	18,1	18,9	53,2	1,3	

EK-2 Üç günde bir sulanan konularda ölçülen alt baz çizgisine ilişkin veriler

Tarih	Ölçüm Saatleri	Tc (°C)	Ta (°C)	Tc-Ta (°C)	Oransal Nem (%)	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/s)
4.7.2015	09.00	27,23	30,70	-3,47	26,00	3,27	3,7
	10.00	26,66	31,40	-4,74	26,00	3,40	3,8
	11.00	25,45	31,70	-6,25	25,00	3,51	3,2
	12.00	26,57	32,60	-6,03	24,00	3,74	4,8
	13.00	26,08	33,40	-7,33	23,00	3,96	7
	14.00	29,38	34,00	-4,62	22,00	4,15	7,8
	15.00	28,62	35,30	-6,68	19,00	4,63	7,9
	16.00	28,62	34,90	-6,28	24,00	4,25	6,2
	17.00	27,75	34,30	-6,55	20,00	4,33	5,1
	18.00	27,52	34,20	-6,68	21,00	4,25	4,8
25.7.2015	09.00	24,61	28,70	-4,09	64,30	1,41	1
	10.00	27,05	30,00	-2,95	59,90	1,70	1,9
	11.00	26,86	30,60	-3,74	59,90	1,76	2,8
	12.00	27,57	30,80	-3,23	58,50	1,84	3,4
	13.00	28,45	31,00	-2,55	57,50	1,91	4
	14.00	27,98	30,80	-2,82	56,90	1,91	3,8
	15.00	29,79	30,70	-0,91	57,70	1,87	3,6
	16.00	28,91	30,50	-1,59	55,60	1,94	3,1
	17.00	28,40	30,00	-1,60	58,80	1,75	2,9
	18.00	27,29	29,20	-1,91	63,80	1,47	2,2
01.8.2015	09.00	28,51	30,20	-1,69	66,70	1,43	1,4
	10.00	28,47	31,60	-3,13	59,30	1,89	2
	11.00	28,36	32,30	-3,94	60,40	1,92	2,6
	12.00	28,49	32,50	-4,01	62,90	1,81	3,1
	13.00	29,40	32,80	-3,40	61,90	1,90	3,1
	14.00	29,76	31,90	-2,14	68,80	1,48	3,3
	15.00	28,66	30,30	-1,64	78,30	0,94	3,2
	16.00	29,05	30,10	-1,05	79,00	0,90	2,2
	17.00	28,24	29,50	-1,26	83,00	0,70	1,8
	18.00	28,10	29,50	-1,40	84,10	0,66	1,8
15.08.2016	09.00	27,62	30,00	-2,38	58,90	1,74	1,2
	10.00	28,69	31,90	-3,22	51,70	2,28	1,4
	11.00	28,39	33,40	-5,01	46,60	2,75	2,1
	12.00	30,27	33,30	-3,03	50,90	2,51	3,2
	13.00	29,32	33,40	-4,08	47,90	2,68	3,5
	14.00	30,79	33,30	-2,51	52,20	2,45	3,7
	15.00	31,59	33,30	-1,72	53,30	2,39	3,6
	16.00	31,68	32,70	-1,03	58,60	2,05	3,5
	17.00	31,59	31,80	-0,22	63,90	1,70	3,2
	18.00	30,71	30,70	0,01	69,40	1,35	2,8

EK 2'nin Devamı

	09.00	Hava Bulutlu Olduğundan Ölçüm Alınmamıştır.					
	22.8.2015	10.00	27,67	30,50	-2,83	76,30	1,03
11.00		29,30	31,40	-2,10	71,30	1,32	2,5
12.00		28,80	31,30	-2,50	67,50	1,49	3,2
13.00		26,22	31,30	-5,08	70,50	1,35	3,1
14.00		30,42	32,00	-1,58	68,60	1,49	3
15.00		30,98	32,10	-1,13	65,20	1,66	3
16.00		30,66	31,60	-0,94	65,60	1,60	3
17.00		29,70	31,20	-1,50	67,30	1,49	2,6
18.00		28,70	30,20	-1,50	66,30	1,45	1,8
29.8.2015	09.00	27,25	32,00	-4,75	27,20	3,46	2
	10.00	29,25	33,80	-4,55	22,50	4,08	2,3
	11.00	29,89	35,20	-5,31	19,00	4,60	2
	12.00	30,85	36,20	-5,35	16,00	5,05	1,6
	13.00	30,62	36,70	-6,08	15,00	5,25	1,6
	14.00	31,31	37,40	-6,09	13,00	5,58	1,7
	15.00	33,00	37,70	-4,70	11,70	5,76	2
	16.00	32,55	37,60	-5,05	10,20	5,82	2,8
	17.00	31,19	36,10	-4,91	10,90	5,32	2,8
18.00	30,57	34,10	-3,53	11,60	4,73	2,8	
5.9.2015	09.00	24,55	26,90	-2,35	65,90	1,21	0,8
	10.00	24,35	29,10	-4,75	63,70	1,46	1,4
	11.00	26,12	30,50	-4,38	60,90	1,71	2,3
	12.00	27,97	31,00	-3,03	61,00	1,75	2,5
	13.00	27,24	31,50	-4,26	58,50	1,92	2,6
	14.00	29,83	31,50	-1,68	57,00	1,99	3,1
	15.00	27,75	30,70	-2,95	62,20	1,67	3,5
	16.00	27,09	30,40	-3,31	60,90	1,70	2,9
	17.00	29,85	29,80	0,05	64,10	1,51	2,1
18.00	26,11	28,80	-2,69	70,20	1,18	1,6	
12.9.2015	09.00	25,53	31,70	-6,18	37,90	2,90	1,3
	10.00	27,06	33,70	-6,64	37,80	3,25	2,1
	11.00	29,87	33,60	-3,73	48,20	2,69	2,7
	12.00	31,07	32,90	-1,83	60,90	1,96	3,7
	13.00	29,40	32,80	-3,40	61,10	1,93	3,9
	14.00	30,23	32,70	-2,47	60,70	1,94	4,2
	15.00	30,60	32,70	-2,10	58,10	2,07	4,6
	16.00	30,60	32,30	-1,70	49,90	2,42	4,6
	17.00	27,78	31,00	-3,23	53,10	2,11	4,4
18.00	27,88	29,60	-1,73	56,10	1,82	3,1	

EK-3 Altı günde bir sulanan konularda ölçülen alt baz çizgisine ilişkin veriler

Tarih	Ölçüm Saatleri	Tc (°C)	Ta (°C)	Tc-Ta (°C)	Oransal Nem (%)	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/s)
4.7.2015	09.00	25,58	30,70	-5,13	26,00	3,27	3,7
	10.00	25,54	31,40	-5,86	26,00	3,40	3,8
	11.00	23,18	31,70	-8,52	25,00	3,51	3,2
	12.00	24,14	32,60	-8,46	24,00	3,74	4,8
	13.00	25,38	33,40	-8,02	23,00	3,96	7
	14.00	27,29	34,00	-6,71	22,00	4,15	7,8
	15.00	29,35	35,30	-5,95	19,00	4,63	7,9
	16.00	28,31	34,90	-6,59	24,00	4,25	6,2
	17.00	28,61	34,30	-5,69	20,00	4,33	5,1
	18.00	27,69	34,20	-6,51	21,00	4,25	4,8
25.7.2015	09.00	24,54	28,70	-4,16	64,30	1,41	1
	10.00	25,07	30,00	-4,93	59,90	1,70	1,9
	11.00	23,96	30,60	-6,64	59,90	1,76	2,8
	12.00	24,09	30,80	-6,71	58,50	1,84	3,4
	13.00	24,40	31,00	-6,60	57,50	1,91	4
	14.00	25,47	30,80	-5,33	56,90	1,91	3,8
	15.00	27,41	30,70	-3,29	57,70	1,87	3,6
	16.00	28,05	30,50	-2,45	55,60	1,94	3,1
	17.00	27,97	30,00	-2,03	58,80	1,75	2,9
	18.00	27,29	29,20	-1,91	63,80	1,47	2,2
1.8.2015	09.00	25,66	30,20	-4,54	66,70	1,43	1,4
	10.00	26,93	31,60	-4,68	59,30	1,89	2
	11.00	26,50	32,30	-5,80	60,40	1,92	2,6
	12.00	26,43	32,50	-6,07	62,90	1,81	3,1
	13.00	26,52	32,80	-6,28	61,90	1,90	3,1
	14.00	27,90	31,90	-4,00	68,80	1,48	3,3
	15.00	28,12	30,30	-2,18	78,30	0,94	3,2
	16.00	27,95	30,10	-2,15	79,00	0,90	2,2
	17.00	27,71	29,50	-1,79	83,00	0,70	1,8
	18.00	27,40	29,50	-2,10	84,10	0,66	1,8
8.8.2015	09.00	25,72	30,00	-4,28	58,90	1,74	1,2
	10.00	26,58	31,90	-5,32	51,70	2,28	1,4
	11.00	27,71	33,40	-5,69	46,60	2,75	2,1
	12.00	26,71	33,30	-6,59	50,90	2,51	3,2
	13.00	27,63	33,40	-5,77	47,90	2,68	3,5
	14.00	28,55	33,30	-4,75	52,20	2,45	3,7
	15.00	30,46	33,30	-2,84	53,30	2,39	3,6
	16.00	30,52	32,70	-2,18	58,60	2,05	3,5
	17.00	30,49	31,80	-1,31	63,90	1,70	3,2
	18.00	29,97	30,70	-0,73	69,40	1,35	2,8

EK 3'ün Devamı

	09.00	Hava Bulutlu Olduğundan Ölçüm Alınmamıştır.					
	22.8.2015	10.00	27,23	30,50	-3,27	76,30	1,03
11.00		27,17	31,40	-4,23	71,30	1,32	2,5
12.00		22,78	31,30	-8,52	67,50	1,49	3,2
13.00		26,94	31,30	-4,36	70,50	1,35	3,1
14.00		27,82	32,00	-4,18	68,60	1,49	3
15.00		28,95	32,10	-3,15	65,20	1,66	3
16.00		28,63	31,60	-2,98	65,60	1,60	3
17.00		28,72	31,20	-2,48	67,30	1,49	2,6
18.00		28,03	30,20	-2,18	66,30	1,45	1,8
29.8.2015	09.00	26,50	32,00	-5,50	27,20	3,46	2
	10.00	28,64	33,80	-5,16	22,50	4,08	2,3
	11.00	28,35	35,20	-6,85	19,00	4,60	2
	12.00	27,92	36,20	-8,28	16,00	5,05	1,6
	13.00	28,23	36,70	-8,47	15,00	5,25	1,6
	14.00	30,22	37,40	-7,18	13,00	5,58	1,7
	15.00	31,88	37,70	-5,82	11,70	5,76	2
	16.00	32,54	37,60	-5,06	10,20	5,82	2,8
	17.00	30,86	36,10	-5,24	10,90	5,32	2,8
18.00	29,63	34,10	-4,48	11,60	4,73	2,8	
5.9.2015	09.00	22,77	26,90	-4,13	65,90	1,21	0,8
	10.00	23,98	29,10	-5,12	63,70	1,46	1,4
	11.00	26,38	30,50	-4,12	60,90	1,71	2,3
	12.00	25,58	31,00	-5,43	61,00	1,75	2,5
	13.00	26,24	31,50	-5,26	58,50	1,92	2,6
	14.00	27,69	31,50	-3,81	57,00	1,99	3,1
	15.00	26,94	30,70	-3,76	62,20	1,67	3,5
	16.00	28,13	30,40	-2,27	60,90	1,70	2,9
	17.00	26,97	29,80	-2,83	64,10	1,51	2,1
18.00	25,45	28,80	-3,35	70,20	1,18	1,6	
12.9.2015	09.00	24,65	31,70	-7,05	37,90	2,90	1,3
	10.00	26,46	33,70	-7,24	37,80	3,25	2,1
	11.00	29,97	33,60	-3,63	48,20	2,69	2,7
	12.00	29,29	32,90	-3,61	60,90	1,96	3,7
	13.00	30,35	32,80	-2,45	61,10	1,93	3,9
	14.00	29,26	32,70	-3,44	60,70	1,94	4,2
	15.00	31,72	32,70	-0,98	58,10	2,07	4,6
	16.00	30,86	32,30	-1,44	49,90	2,42	4,6
	17.00	28,20	31,00	-2,80	53,10	2,11	4,4
18.00	27,41	29,60	-2,19	56,10	1,82	3,1	

EK-4 Alt baz çizgisinin belirlenmesine yönelik alınan veriler

Tarih	Ölçüm Saatleri	Tc (°C)	Ta (°C)	Tc-Ta (°C)	Oransal Nem(%)	VPD (kPa)	Rüzgar Hızı (m/s)
25.7.2015	11.00	31,13	30,60	0,53	59,90	1,78	2,80
	12.00	28,60	30,80	-2,20	58,50	1,87	3,40
	13.00	30,47	31,00	-0,53	57,50	1,93	4,00
	14.00	29,47	30,80	-1,33	56,90	1,94	3,80
27.7.2015	11.00	34,20	30,70	3,50	71,60	1,25	2,80
	12.00	31,03	31,10	-0,07	69,00	1,40	3,20
	13.00	29,87	31,40	-1,53	68,00	1,47	3,60
	14.00	33,93	31,60	2,33	68,40	1,47	3,50
29.7.2015	11.00	31,97	31,90	0,07	70,80	1,38	2,70
	12.00	33,33	32,20	1,12	71,00	1,39	3,20
	13.00	31,55	32,00	-0,45	70,70	1,39	3,60
	14.00	32,68	31,90	0,77	67,60	1,53	4,00
30.7.2015	11.00	36,90	32,30	4,60	62,70	1,80	1,40
	12.00	34,13	33,60	0,52	59,30	2,12	1,60
	13.00	34,00	33,50	0,50	64,70	1,83	2,60
	14.00	33,88	32,70	1,18	66,00	1,68	3,90
31.7.2015	11.00	35,10	31,20	3,90	73,40	1,21	2,10
	12.00	34,20	32,20	2,00	68,80	1,50	3,50
	13.00	34,25	31,80	2,45	71,80	1,33	4,20
	14.00	34,58	31,30	3,28	71,80	1,29	4,20
5.8.2015	11.00	36,48	34,60	1,88	44,80	3,04	2,30
	12.00	37,25	34,50	2,75	50,20	2,72	3,40
	13.00	36,55	34,40	2,15	52,20	2,60	3,40
	14.00	36,30	34,30	2,00	53,20	2,53	3,60
6.8.2015	11.00	34,45	32,00	2,45	65,70	1,63	3,00
	12.00	33,95	32,50	1,45	66,00	1,66	3,60
	13.00	34,15	32,10	2,05	67,90	1,53	3,70
	14.00	34,13	32,30	1,83	67,60	1,57	3,60
7.8.2015	11.00	37,85	34,70	3,15	33,70	3,67	1,90
	12.00	36,28	33,80	2,48	50,10	2,62	3,50
	13.00	39,63	33,60	6,03	51,20	2,54	3,40
	14.00	39,55	33,60	5,95	50,10	2,60	3,60
25.8.2015	11.00	35,98	34,80	1,18	25,00	4,17	1,60
	12.00	37,65	36,20	1,45	21,20	4,73	1,60
	13.00	39,48	37,20	2,28	18,30	5,18	1,80
	14.00	39,83	37,60	2,23	18,20	5,30	2,00
26.8.2015	11.00	35,60	33,30	2,30	21,90	4,00	1,80
	12.00	36,63	34,10	2,53	21,00	4,23	1,70
	13.00	37,88	35,20	2,68	19,60	4,57	1,80
	14.00	38,13	36,30	1,83	17,30	4,99	1,80
27.8.2015	11.00	34,83	33,60	1,23	22,40	4,04	1,30
	12.00	40,18	34,50	5,68	21,50	4,29	1,70
	13.00	40,25	35,30	4,95	19,60	4,60	1,60
	14.00	39,35	36,20	3,15	19,30	4,85	1,60

EK 4'ün Devamı

2.9.2015	11.00	34,45	32,40	2,05	40,60	2,89	2,70
	12.00	35,83	32,30	3,53	47,80	2,52	3,10
	13.00	34,98	32,40	2,58	52,20	2,32	3,10
	14.00	36,48	32,20	4,28	55,30	2,15	3,20
3.9.2015	11.00	37,28	32,30	4,98	37,80	3,01	1,70
	12.00	38,10	32,10	6,00	46,40	2,56	3,00
	13.00	36,50	32,10	4,40	46,80	2,54	2,80
	14.00	37,23	32,10	5,13	46,80	2,54	3,10
8.9.2015	11.00	33,30	33,10	0,20	45,10	2,78	2,60
	12.00	36,75	33,40	3,35	45,80	2,79	2,80
	13.00	36,73	33,60	3,13	43,40	2,94	2,80
	14.00	36,50	33,10	3,40	47,10	2,68	3,20
9.9.2015	11.00	36,25	34,50	1,75	36,80	3,46	2,70
	12.00	34,65	34,90	-0,25	36,90	3,53	2,40
	13.00	33,65	34,10	-0,45	46,30	2,87	3,00
	14.00	34,90	33,20	1,70	50,00	2,54	2,90
10.9.2015	11.00	33,40	32,60	0,80	55,60	2,18	1,60
	12.00	33,25	33,20	0,05	53,40	2,37	2,10
	13.00	33,33	33,70	-0,38	49,70	2,63	2,50
	14.00	33,40	33,30	0,10	51,80	2,47	3,10

EK-5 Araştırma konularına göre elde edilen bitki su stresi indeksi (CWSI) değerleri

D3S1 konusu				
Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüz. Hızı (m/s)
10.6.2015	161	-0,138	1.298	3.8
11.6.2015	162	-0,006	1.301	3.8
13.6.2015	164	0,089	1.581	3.2
15.6.2015	166	0,202	4.234	2.5
17.6.2015	168	0,159	4.013	2.6
18.6.2015	169	0,430	1.867	4.2
20.6.2015	171	0,026	1.525	3.0
24.6.2015	175	0,283	1.532	3.7
25.6.2015	176	-0,057	3.979	2.4
2.7.2015	183	-0,032	1.767	3.9
4.7.2015	185	-0,107	4.070	3.0
6.7.2015	187	0,309	1.873	3.1
8.7.2015	189	-0,107	3.109	7.5
9.7.2015	190	0,006	1.522	3.8
11.7.2015	192	-0,015	1.210	3.4
12.7.2015	193	-0,029	3.038	2.8
14.7.2015	195	0,087	4.701	1.7
15.7.2015	196	0,058	5.285	2.2
17.7.2015	198	-0,061	5.346	2.9
20.7.2015	201	0,229	5.822	2.1
22.7.2015	203	-0,030	5.849	3.7
23.7.2015	204	0,291	1.705	3.5
25.7.2015	206	0,204	1.858	3.3
27.7.2015	208	0,256	1.399	3.4
29.7.2015	210	0,184	1.425	2.4
30.7.2015	211	0,175	1.862	3.0
1.8.2015	213	0,203	1.775	1.9
3.8.2015	215	0,209	6.042	3.2
5.8.2015	217	0,260	2.723	3.5
6.8.2015	218	0,167	1.599	3.1
8.8.2015	220	-0,013	2.596	3.5
10.8.2015	222	0,353	1.889	2.9
13.8.2015	225	0,412	1.422	3.6
15.8.2015	227	0,179	1.650	3.1
17.8.2015	229	0,269	3.060	3.1
19.8.2015	231	0,288	1.527	2.8
20.8.2015	232	0,246	1.734	3.0
22.8.2015	234	0,149	1.483	2.5
24.8.2015	236	0,090	2.857	1.8
26.8.2015	238	0,040	4.447	1.6
27.8.2015	239	0,479	4.443	1.7
29.8.2015	241	0,185	5.119	6.1
31.8.2015	243	0,252	5.374	1.5
2.9.2015	245	0,452	2.472	1.9

EK 5'in Devamı

3.9.2015	246	0,497	2,665	2,4
5.9.2015	248	0,107	1,841	3,4
7.9.2015	250	0,527	5,767	3,2
9.9.2015	252	0,283	3,100	2,3
10.9.2015	253	0,065	2,413	2,4
12.9.2015	255	0,204	2,132	2,0
14.9.2015	257	0,237	2,191	3,7
16.9.2015	259	0,338	2,267	2,0
17.9.2015	260	0,165	1,550	2,0
19.9.2015	262	0,135	1,676	1,9
21.9.2015	264	0,213	1,456	1,8
24.9.2015	267	0,003	1,508	2,8
26.9.2015	269	0,066	1,645	1,5
1.10.2015	274	0,170	2,323	1,8
3.10.2015	276	0,132	2,379	2,1
5.10.2015	278	0,144	1,165	2,3
7.10.2015	280	0,065	2,645	2,3
9.10.2015	282	0,314	1,926	2,7
14.10.2015	287	0,131	1,549	1,9
16.10.2015	289	0,250	2,203	1,9
19.10.2015	292	0,239	1,688	1,8
28.10.2015	301	-0,073	2,122	1,5

D3S2 Konusu

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPPa)	Rüz. Hızı (m/s)
10.6.2015	161	-0,052	1,298	3,8
11.6.2015	162	0,008	1,301	3,8
13.6.2015	164	0,135	1,581	3,2
15.6.2015	166	0,233	4,234	2,5
17.6.2015	168	0,110	4,013	2,6
18.6.2015	169	0,435	1,867	4,2
20.6.2015	171	-0,003	1,525	3,0
24.6.2015	175	0,222	1,532	3,7
25.6.2015	176	-0,116	3,979	2,4
2.7.2015	183	-0,166	1,767	3,9
4.7.2015	185	-0,184	4,070	3,0
6.7.2015	187	0,257	1,873	3,1
8.7.2015	189	-0,152	3,109	7,5
9.7.2015	190	-0,054	1,522	3,8
11.7.2015	192	0,005	1,210	3,4
12.7.2015	193	-0,096	3,038	2,8
14.7.2015	195	-0,059	4,701	1,7
15.7.2015	196	0,027	5,285	2,2
17.7.2015	198	-0,132	5,346	2,9
20.7.2015	201	0,152	5,822	2,1
22.7.2015	203	-0,167	5,849	3,7
23.7.2015	204	0,282	1,705	3,5

EK 5'in Devamı

25.7.2015	206	-0,018	1,858	3,3
27.7.2015	208	0,049	1,399	3,4
29.7.2015	210	0,065	1,425	2,4
30.7.2015	211	0,084	1,862	3,0
1.8.2015	213	0,020	1,775	1,9
3.8.2015	215	0,170	6,042	3,2
5.8.2015	217	0,069	2,723	3,5
6.8.2015	218	0,161	1,599	3,1
8.8.2015	220	0,087	2,596	3,5
10.8.2015	222	0,376	1,889	2,9
13.8.2015	225	0,474	1,422	3,6
15.8.2015	227	0,238	1,650	3,1
17.8.2015	229	0,250	3,060	3,1
19.8.2015	231	0,334	1,527	2,8
20.8.2015	232	0,198	1,734	3,0
22.8.2015	234	0,236	1,483	2,5
24.8.2015	236	-0,024	2,857	1,8
26.8.2015	238	-0,061	4,447	1,6
27.8.2015	239	0,307	4,443	1,7
29.8.2015	241	0,080	5,119	6,1
31.8.2015	243	0,068	5,374	1,5
2.9.2015	245	0,409	2,472	1,9
3.9.2015	246	0,418	2,665	2,4
5.9.2015	248	0,149	1,841	3,4
7.9.2015	250	0,291	5,767	3,2
9.9.2015	252	0,250	3,100	2,3
10.9.2015	253	0,001	2,413	2,4
12.9.2015	255	0,223	2,132	2,0
14.9.2015	257	0,208	2,191	3,7
16.9.2015	259	0,258	2,267	2,0
17.9.2015	260	0,193	1,550	2,0
19.9.2015	262	0,235	1,676	1,9
21.9.2015	264	0,273	1,456	1,8
24.9.2015	267	0,080	1,508	2,8
26.9.2015	269	0,060	1,645	1,5
1.10.2015	274	0,161	2,323	1,8
3.10.2015	276	0,059	2,379	2,1
5.10.2015	278	0,122	1,165	2,3
7.10.2015	280	-0,031	2,645	2,3
9.10.2015	282	0,263	1,926	2,7
14.10.2015	287	0,098	1,549	1,9
16.10.2015	289	0,147	2,203	1,9
19.10.2015	292	0,125	1,688	1,8
28.10.2015	301	-0,090	2,122	1,5

EK 5'in Devamı

D3S3 Konusu				
Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüz. Hızı (m/s)
10.6.2015	161	-0,037	1,298	3,8
11.6.2015	162	0,021	1,301	3,8
13.6.2015	164	0,086	1,581	3,2
15.6.2015	166	0,223	4,234	2,5
17.6.2015	168	-0,045	4,013	2,6
18.6.2015	169	0,351	1,867	4,2
20.6.2015	171	-0,058	1,525	3,0
24.6.2015	175	0,167	1,532	3,7
25.6.2015	176	0,074	3,979	2,4
2.7.2015	183	-0,038	1,767	3,9
4.7.2015	185	-0,205	4,070	3,0
6.7.2015	187	0,220	1,873	3,1
8.7.2015	189	-0,106	3,109	7,5
9.7.2015	190	0,083	1,522	3,8
11.7.2015	192	0,012	1,210	3,4
12.7.2015	193	-0,105	3,038	2,8
14.7.2015	195	0,074	4,701	1,7
15.7.2015	196	0,016	5,285	2,2
17.7.2015	198	-0,087	5,346	2,9
20.7.2015	201	0,179	5,822	2,1
22.7.2015	203	-0,146	5,849	3,7
23.7.2015	204	0,266	1,705	3,5
25.7.2015	206	0,084	1,858	3,3
27.7.2015	208	0,097	1,399	3,4
29.7.2015	210	0,208	1,425	2,4
30.7.2015	211	0,171	1,862	3,0
1.8.2015	213	0,065	1,775	1,9
3.8.2015	215	0,122	6,042	3,2
5.8.2015	217	0,102	2,723	3,5
6.8.2015	218	0,148	1,599	3,1
8.8.2015	220	0,210	2,596	3,5
10.8.2015	222	0,411	1,889	2,9
13.8.2015	225	0,524	1,422	3,6
15.8.2015	227	0,177	1,650	3,1
17.8.2015	229	0,277	3,060	3,1
19.8.2015	231	0,359	1,527	2,8
20.8.2015	232	0,308	1,734	3,0
22.8.2015	234	0,201	1,483	2,5
24.8.2015	236	0,147	2,857	1,8
26.8.2015	238	-0,089	4,447	1,6
27.8.2015	239	0,282	4,443	1,7
29.8.2015	241	0,045	5,119	6,1
31.8.2015	243	0,103	5,374	1,5
2.9.2015	245	0,393	2,472	1,9
3.9.2015	246	0,413	2,665	2,4

EK 5'in Devamı

5.9.2015	248	0,155	1,841	3,4
7.9.2015	250	0,274	5,767	3,2
9.9.2015	252	0,271	3,100	2,3
10.9.2015	253	-0,034	2,413	2,4
12.9.2015	255	0,317	2,132	2,0
14.9.2015	257	0,315	2,191	3,7
16.9.2015	259	0,247	2,267	2,0
17.9.2015	260	0,241	1,550	2,0
19.9.2015	262	0,316	1,676	1,9
21.9.2015	264	0,309	1,456	1,8
24.9.2015	267	0,173	1,508	2,8
26.9.2015	269	0,120	1,645	1,5
1.10.2015	274	0,262	2,323	1,8
3.10.2015	276	0,103	2,379	2,1
5.10.2015	278	0,165	1,165	2,3
7.10.2015	280	-0,014	2,645	2,3
9.10.2015	282	0,301	1,926	2,7
14.10.2015	287	0,150	1,549	1,9
16.10.2015	289	0,201	2,203	1,9
19.10.2015	292	0,107	1,688	1,8
28.10.2015	301	-0,031	2,122	1,5

D3S4 Konusu

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüz. Hızı (m/s)
10.6.2015	161	-0,10	1,298	3,8
11.6.2015	162	0,21	1,301	3,8
13.6.2015	164	0,28	1,581	3,2
15.6.2015	166	0,31	4,234	2,5
17.6.2015	168	0,33	4,013	2,6
18.6.2015	169	0,50	1,867	4,2
20.6.2015	171	0,21	1,525	3,0
24.6.2015	175	0,42	1,532	3,7
25.6.2015	176	0,28	3,979	2,4
2.7.2015	183	0,31	1,767	3,9
4.7.2015	185	0,12	4,070	3,0
6.7.2015	187	0,44	1,873	3,1
8.7.2015	189	0,10	3,109	7,5
9.7.2015	190	0,33	1,522	3,8
11.7.2015	192	0,36	1,210	3,4
12.7.2015	193	0,24	3,038	2,8
14.7.2015	195	0,30	4,701	1,7
15.7.2015	196	0,08	5,285	2,2
17.7.2015	198	0,02	5,346	2,9
20.7.2015	201	0,31	5,822	2,1
22.7.2015	203	0,20	5,849	3,7
23.7.2015	204	0,32	1,705	3,5
25.7.2015	206	0,46	1,858	3,3
27.7.2015	208	0,46	1,399	3,4

EK 5'in Devamı

29.7.2015	210	0,44	1,425	2,4
30.7.2015	211	0,21	1,862	3,0
1.8.2015	213	0,40	1,775	1,9
3.8.2015	215	0,22	6,042	3,2
5.8.2015	217	0,40	2,723	3,5
6.8.2015	218	0,25	1,599	3,1
8.8.2015	220	0,24	2,596	3,5
10.8.2015	222	0,45	1,889	2,9
13.8.2015	225	0,51	1,422	3,6
15.8.2015	227	0,21	1,650	3,1
17.8.2015	229	0,34	3,060	3,1
19.8.2015	231	0,38	1,527	2,8
20.8.2015	232	0,47	1,734	3,0
22.8.2015	234	0,50	1,483	2,5
24.8.2015	236	0,21	2,857	1,8
26.8.2015	238	0,18	4,447	1,6
27.8.2015	239	0,32	4,443	1,7
29.8.2015	241	0,26	5,119	6,1
31.8.2015	243	0,13	5,374	1,5
2.9.2015	245	0,43	2,472	1,9
3.9.2015	246	0,47	2,665	2,4
5.9.2015	248	0,22	1,841	3,4
7.9.2015	250	0,32	5,767	3,2
9.9.2015	252	0,28	3,100	2,3
10.9.2015	253	0,26	2,413	2,4
12.9.2015	255	0,29	2,132	2,0
14.9.2015	257	0,45	2,191	3,7
16.9.2015	259	0,30	2,267	2,0
17.9.2015	260	0,27	1,550	2,0
19.9.2015	262	0,41	1,676	1,9
21.9.2015	264	0,30	1,456	1,8
24.9.2015	267	0,13	1,508	2,8
26.9.2015	269	0,17	1,645	1,5
1.10.2015	274	0,27	2,323	1,8
3.10.2015	276	0,14	2,379	2,1
5.10.2015	278	0,15	1,165	2,3
7.10.2015	280	0,06	2,645	2,3
9.10.2015	282	0,36	1,926	2,7
14.10.2015	287	0,22	1,549	1,9
16.10.2015	289	0,23	2,203	1,9
19.10.2015	292	0,17	1,688	1,8
28.10.2015	301	0,04	2,122	1,5

D6S1 Konusu

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüz. Hızı (m/s)
10.6.2015	161	0,150	1,298	3,8
11.6.2015	162	0,267	1,301	3,8
13.6.2015	164	0,294	1,581	3,2

EK 5'in Devamı

15.6.2015	166	0,415	4,234	2,5
17.6.2015	168	0,394	4,013	2,6
18.6.2015	169	0,515	1,867	4,2
20.6.2015	171	0,221	1,525	3,0
24.6.2015	175	0,415	1,532	3,7
25.6.2015	176	0,107	3,979	2,4
2.7.2015	183	0,057	1,767	3,9
4.7.2015	185	-0,006	3,670	3,0
9.7.2015	190	0,167	1,522	3,8
11.7.2015	192	0,142	1,210	3,4
15.7.2015	196	0,242	5,285	2,2
17.7.2015	198	0,084	5,346	2,9
23.7.2015	204	0,411	1,705	3,5
25.7.2015	206	0,109	1,858	3,3
30.7.2015	211	0,226	1,862	3,0
1.8.2015	213	0,129	1,775	1,9
6.8.2015	218	0,306	1,599	3,1
8.8.2015	220	0,176	2,596	3,5
13.8.2015	225	0,435	1,422	3,6
15.8.2015	227	0,334	1,650	3,1
20.8.2015	232	0,367	1,734	3,0
22.8.2015	234	0,279	1,483	2,5
27.8.2015	239	0,459	4,443	1,7
29.8.2015	241	0,163	5,119	6,1
3.9.2015	246	0,533	2,665	2,4
5.9.2015	248	0,209	1,841	3,4
12.9.2015	255	0,341	2,132	2,0
17.9.2015	260	0,617	1,550	2,0
19.9.2015	262	0,455	1,676	1,9
24.9.2015	267	0,481	1,508	2,8
26.9.2015	269	0,161	1,645	1,5
1.10.2015	274	0,299	2,799	1,8
3.10.2015	276	0,309	2,379	2,1
5.10.2015	278	0,395	1,258	2,3
7.10.2015	280	0,188	2,645	2,3
9.10.2015	282	0,385	1,926	2,7
14.10.2015	287	0,327	1,549	1,9
16.10.2015	289	0,285	2,203	1,9
19.10.2015	292	0,341	1,688	1,8
28.10.2015	301	0,121	2,122	1,5

D6S2 Konusu

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüz. Hızı (m/s)
10.6.2015	161	0,104	1,298	3,8
11.6.2015	162	0,269	1,301	3,8
13.6.2015	164	0,272	1,581	3,2
15.6.2015	166	0,410	4,234	2,5
17.6.2015	168	0,302	4,013	2,6

EK 5'in Devamı

18.6.2015	169	0,353	1,866	4,2
20.6.2015	171	0,172	1,525	3,0
24.6.2015	175	0,300	1,532	3,7
25.6.2015	176	0,060	3,979	2,4
2.7.2015	183	0,046	1,767	3,9
4.7.2015	185	-0,071	3,669	3,0
9.7.2015	190	0,111	1,521	3,8
11.7.2015	192	0,141	1,209	3,4
15.7.2015	196	0,156	5,284	2,2
17.7.2015	198	0,032	5,346	2,9
23.7.2015	204	0,337	1,704	3,5
25.7.2015	206	0,062	1,858	3,3
30.7.2015	211	0,178	1,862	3,0
1.8.2015	213	0,129	1,774	1,9
6.8.2015	218	0,294	1,598	3,1
8.8.2015	220	0,209	2,595	3,5
13.8.2015	225	0,286	1,422	3,6
15.8.2015	227	0,238	1,649	3,1
20.8.2015	232	0,263	1,733	3,0
22.8.2015	234	0,253	1,482	2,5
27.8.2015	239	0,373	4,443	1,7
29.8.2015	241	0,143	5,119	6,1
3.9.2015	246	0,425	2,664	2,4
5.9.2015	248	0,226	1,841	3,4
12.9.2015	255	0,298	2,132	2,0
17.9.2015	260	0,641	1,549	2,0
19.9.2015	262	0,456	1,676	1,9
24.9.2015	267	0,452	1,507	2,8
26.9.2015	269	0,166	1,645	1,5
1.10.2015	274	0,325	2,798	1,8
3.10.2015	276	0,238	2,379	2,1
5.10.2015	278	0,358	1,257	2,3
7.10.2015	280	0,178	2,645	2,3
9.10.2015	282	0,363	1,926	2,7
14.10.2015	287	0,333	1,548	1,9
16.10.2015	289	0,265	2,202	1,9
19.10.2015	292	0,294	1,688	1,8
28.10.2015	301	0,126	2,121	1,5

D6S3 Konusu

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüz. Hızı (m/s)
10.6.2015	161	0,149	1,298	3,8
11.6.2015	162	0,286	1,301	3,8
13.6.2015	164	0,287	1,581	3,2
15.6.2015	166	0,395	4,234	2,5
17.6.2015	168	0,198	4,013	2,6
18.6.2015	169	0,320	1,867	4,2
20.6.2015	171	0,108	1,525	3,0
24.6.2015	175	0,185	1,532	3,7

EK 5'in Devamı

25.6.2015	176	-0,002	3,979	2,4
2.7.2015	183	0,004	1,767	3,9
4.7.2015	185	-0,127	3,670	3,0
9.7.2015	190	0,060	1,522	3,8
11.7.2015	192	0,095	1,210	3,4
15.7.2015	196	0,109	5,285	2,2
17.7.2015	198	-0,015	5,346	2,9
23.7.2015	204	0,264	1,705	3,5
25.7.2015	206	0,020	1,858	3,3
30.7.2015	211	0,102	1,862	3,0
1.8.2015	213	0,096	1,775	1,9
6.8.2015	218	0,272	1,599	3,1
8.8.2015	220	0,131	2,596	3,5
13.8.2015	225	0,176	1,422	3,6
15.8.2015	227	0,139	1,650	3,1
20.8.2015	232	0,204	1,734	3,0
22.8.2015	234	0,242	1,483	2,5
27.8.2015	239	0,345	4,443	1,7
29.8.2015	241	0,085	5,119	6,1
3.9.2015	246	0,385	2,665	2,4
5.9.2015	248	0,196	1,841	3,4
12.9.2015	255	0,274	2,132	2,0
17.9.2015	260	0,627	1,550	2,0
19.9.2015	262	0,448	1,676	1,9
24.9.2015	267	0,445	1,508	2,8
26.9.2015	269	0,136	1,645	1,5
1.10.2015	274	0,350	2,799	1,8
3.10.2015	276	0,212	2,379	2,1
5.10.2015	278	0,328	1,258	2,3
7.10.2015	280	0,130	2,645	2,3
9.10.2015	282	0,335	1,926	2,7
14.10.2015	287	0,335	1,549	1,9
16.10.2015	289	0,255	2,203	1,9
19.10.2015	292	0,308	1,688	1,8
28.10.2015	301	0,111	2,122	1,5

D6S4 Konusu

Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüz. Hızı (m/s)
10.6.2015	161	0,242	1,30	3,8
11.6.2015	162	0,276	1,30	3,8
13.6.2015	164	0,291	1,58	3,2
15.6.2015	166	0,383	4,23	2,5
17.6.2015	168	0,303	4,01	2,6
18.6.2015	169	0,446	1,87	4,2
20.6.2015	171	0,187	1,53	3,0
24.6.2015	175	0,222	1,53	3,7
25.6.2015	176	0,085	3,98	2,4
2.7.2015	183	0,049	1,77	3,9

EK 5'in Devamı

4.7.2015	185	-0,026	3,67	3,0
9.7.2015	190	0,122	1,52	3,8
11.7.2015	192	0,105	1,21	3,4
15.7.2015	196	0,167	5,28	2,2
17.7.2015	198	0,021	5,35	2,9
23.7.2015	204	0,297	1,70	3,5
25.7.2015	206	0,058	1,86	3,3
30.7.2015	211	0,177	1,86	3,0
1.8.2015	213	0,103	1,77	1,9
6.8.2015	218	0,284	1,60	3,1
8.8.2015	220	0,158	2,60	3,5
13.8.2015	225	0,175	1,42	3,6
15.8.2015	227	0,105	1,65	3,1
20.8.2015	232	0,210	1,73	3,0
22.8.2015	234	0,290	1,48	2,5
27.8.2015	239	0,423	4,44	1,7
29.8.2015	241	0,116	5,12	6,1
3.9.2015	246	0,457	2,66	2,4
5.9.2015	248	0,200	1,84	3,4
12.9.2015	255	0,348	2,13	2,0
17.9.2015	260	0,688	1,55	2,0
19.9.2015	262	0,425	1,68	1,9
24.9.2015	267	0,500	1,51	2,8
26.9.2015	269	0,154	1,65	1,5
1.10.2015	274	0,354	2,80	1,8
3.10.2015	276	0,290	2,38	2,1
5.10.2015	278	0,332	1,26	2,3
7.10.2015	280	0,158	2,65	2,3
9.10.2015	282	0,361	1,93	2,7
14.10.2015	287	0,345	1,55	1,9
16.10.2015	289	0,289	2,20	1,9
19.10.2015	292	0,321	1,69	1,8
28.10.2015	301	0,136	2,12	1,5

Susuz Parsel				
Tarih	Yılın Günü	CWSI	VPD (kPa)	Rüz. Hızı (m/s)
10.6.2015	161	0,175	1,298	3,8
11.6.2015	162	0,167	1,301	3,8
13.6.2015	164	0,338	1,581	3,2
15.6.2015	166	0,416	4,234	2,5
17.6.2015	168	0,463	4,013	2,6
18.6.2015	169	0,652	1,867	4,2
20.6.2015	171	0,280	1,525	3,0
24.6.2015	175	0,543	1,532	3,7
25.6.2015	176	0,153	3,979	2,4
2.7.2015	183	0,135	1,767	3,9
4.7.2015	185	0,142	4,070	3,0
6.7.2015	187	0,583	1,873	3,1

EK 5'in Devamı

8.7.2015	189	0,142	3,109	7,5
9.7.2015	190	0,208	1,522	3,8
11.7.2015	192	0,228	1,210	3,4
12.7.2015	193	0,204	3,038	2,8
14.7.2015	195	0,276	4,701	1,7
15.7.2015	196	0,327	5,285	2,2
17.7.2015	198	0,151	5,346	2,9
20.7.2015	201	0,454	5,822	2,1
22.7.2015	203	0,196	5,849	3,7
23.7.2015	204	0,498	1,705	3,5
25.7.2015	206	0,192	1,858	3,3
27.7.2015	208	0,338	1,399	3,4
29.7.2015	210	0,219	1,425	2,4
30.7.2015	211	0,326	1,862	3,0
1.8.2015	213	0,235	1,775	1,9
3.8.2015	215	0,549	6,042	3,2
5.8.2015	217	0,298	2,723	3,5
6.8.2015	218	0,363	1,599	3,1
8.8.2015	220	0,233	2,596	3,5
10.8.2015	222	0,590	1,889	2,9
13.8.2015	225	0,587	1,422	3,6
15.8.2015	227	0,419	1,650	3,1
17.8.2015	229	0,544	3,060	3,1
19.8.2015	231	0,474	1,527	2,8
20.8.2015	232	0,437	1,734	3,0
22.8.2015	234	0,388	1,483	2,5
24.8.2015	236	0,214	2,857	1,8
26.8.2015	238	0,171	4,447	1,6
27.8.2015	239	0,594	4,443	1,7
29.8.2015	241	0,300	5,119	6,1
31.8.2015	243	0,368	5,374	1,5
2.9.2015	245	0,639	2,472	1,9
3.9.2015	246	0,692	2,665	2,4
5.9.2015	248	0,328	1,841	3,4
7.9.2015	250	0,639	5,767	3,2
9.9.2015	252	0,414	3,100	2,3
10.9.2015	253	0,248	2,413	2,4
12.9.2015	255	0,580	2,132	2,0
14.9.2015	257	0,254	2,191	3,7
16.9.2015	259	0,523	2,267	2,0
17.9.2015	260	0,427	1,550	2,0
19.9.2015	262	0,555	1,676	1,9
21.9.2015	264	0,392	1,456	1,8
24.9.2015	267	0,303	1,508	2,8
26.9.2015	269	0,319	1,645	1,5
1.10.2015	274	0,354	2,323	1,8
3.10.2015	276	0,318	2,379	2,1
5.10.2015	278	0,364	1,165	2,3
7.10.2015	280	0,213	2,645	2,3

EK 5'in Devamı

9.10.2015	282	0,505	1,926	2,7
14.10.2015	287	0,338	1,549	1,9
16.10.2015	289	0,439	2,203	1,9
19.10.2015	292	0,385	1,688	1,8
28.10.2015	301	0,179	2,122	1,5

EK-6 Belirli tarihlerde tüm konularda ölçülen stoma iletkenliği değerleri

Stoma İletkenliği mmol/(m²·s)										
Tarih	Yılın Günü	Konular								Susuz Parsel
		D3S1	D3S2	D3S3	D3S4	D6S1	D6S2	D6S3	D6S4	
15.7.2015	196	278,9	370,6	398,9	454,9	473,5	544,0	458,4	373,0	261,4
23.7.2015	204	278,9	370,6	365,8	454,9	337,1	381,9	338,0	297,7	261,4
30.7.2015	211	265,0	313,7	317,5	274,4	341,0	317,1	363,2	340,9	524,6
06.8.2015	218	257,1	270,2	330,0	280,7	287,2	291,7	334,1	322,0	444,3
13.8.2015	225	372,7	388,1	477,9	381,4	343,1	463,3	385,5	394,9	246,5
20.8.2015	232	388,8	332,4	320,1	361,3	290,1	410,2	407,5	223,0	249,6
27.8.2015	239	216,1	250,2	211,3	315,4	265,9	331,2	157,2	300,6	337,8
03.9.2015	246	159,3	211,2	268,8	264,8	219,1	234,7	234,6	192,8	376,6

ÖZGEÇMİŞ



görevine devam etmektedir.

Begüm TEKELİOĞLU 1988 yılında İzmir’de doğdu. İlkokul 4. Sınıfı kadar İzmit’de öğrenim gördü, orta ve lise öğrenimini İzmir’de tamamladı. 2007 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinde öğrenimine başladı. 2012 yılında Erasmus değişim programıyla altı ay Çek Cumhuriyeti’nde (Prag) eğitimine devam etti. 2013 yılında Akdeniz Üniversitesinde Yüksek lisansa başladı. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2014 yılında bu görevinden ayrılarak Akdeniz Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen aynı bölümde