

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

**SULAMA SİSTEMLERİ VE SULAMA PROGRAMININ
KAYSIDA BİTKİ SU TÜKETİMİ İLE BAZI FİZYOLOJİK
ÖZELLİKLER VE YAPRAK ALANI ÜZERİNE ETKİLERİ**

M. Naim DEMİRTAŞ

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

**2003
ŞANLIURFA**

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

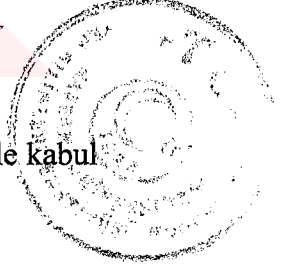
**SULAMA SİSTEMLERİ VE SULAMA PROGRAMININ
KAYISIDA BİTKİ SU TÜKETİMİ İLE BAZI FİZYOLOJİK
ÖZELLİKLER VE YAPRAK ALANI ÜZERİNE ETKİLERİ**

M. Naim DEMİRTAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 03.09.2003 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

19.09.2003
Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Fen Bil. Enst. Müdürü



Doç.Dr. Halil KIRNAK
Danışman

Prof.Dr. İbrahim BOLAT
Üye

Yrd.Doç.Dr. Cengiz KAYA
Üye

Bu çalışma Harran Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No : HÜBAK-201

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	I
ÇİZELGE DİZİNİ.....	IV
ŞEKİL DİZİNİ.....	VI
ÖZ.....	XI
ABSTRACT.....	XII
TEŞEKKÜR.....	XIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Sulama Yöntemleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	5
2.2. Fizyolojik Özellikler İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	10
2.3. Bitki Su Tüketimi İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. MATERYAL.....	17
3.1.1. Deneme Yeri.....	17
3.1.2. Toprak Özellikleri.....	17
3.1.3. İklim Özellikleri.....	17
3.1.4. Bitki Çeşidi.....	18
3.1.5. Sulama Suyunun Sağlanması.....	18
3.1.6. Sulama Sisteminin Özellikleri.....	20
3.2. YÖNTEM.....	22
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Toprak Analizleri.....	22
3.2.2. Denemenin Düzenlenmesi.....	22
3.2.3. Tarımsal İşlemler.....	23
3.2.4. Sulamaların Planlanması ve Uygulanması.....	25
3.2.5. Fizyolojik Ölçümlerin Yapılması.....	25
3.2.5.1. Yaprak Su Potansiyeli.....	25
3.2.5.2. Yaprak Oransal Su Kapsamı.....	26
3.2.5.3. Yaprak Klorofil ve Karotinoid İçeriği.....	27
3.2.5.4. Yaprak Renk Değişimleri.....	27
3.2.5.5. Yaprak Alanı.....	27

3.2.6. Kayısı Su Tüketiminin Belirlenmesi.....	29
3.2.6.1. Su Bütçesi Yöntemi.....	29
3.2.6.2. Ampirik ET Modelleri.....	29
3.2.6.2.1. Blaney-Criddle Yöntemi.....	29
3.2.6.2.2. FAO-Blaney-Criddle Yöntemi.....	30
3.2.6.2.3. FAO-Radyasyon Yöntemi.....	31
3.2.6.2.4. Penman-Monteith Yöntemi.....	31
3.2.6.2.5. Penman Yöntemi.....	32
3.2.6.2.6. FAO-Penman Yöntemi.....	34
3.2.6.2.7. Wright Penman Yöntemi.....	35
3.2.6.2.8. Hargreaves-Samani Yöntemi.....	35
3.2.6.2.9. Jensen-Haise Yöntemi.....	36
3.2.6.2.10. FAO-Pan Buharlaştırma Yöntemi.....	37
3.2.7. İstatistiksel Analizler.....	38
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Yaprak Su Potansiyeli (YSP)	39
4.1.1. Yaprak Su Potansiyelinin Mevsimlik Değişimi.....	39
4.1.2. Yaprak Su Potansiyelinin Günlük Değişimi.....	44
4.2. Yaprak Oransal Su Kapsamı (YOSK).....	45
4.3. YSP ile YOSK İlişkisi.....	50
4.4. Yaprak Renk Değişimleri.....	51
4.5. Yaprak Klorofil Konsantrasyonu.....	53
4.6. Yaprak Karotinoid Konsantrasyonu.....	57
4.7. Yaprak Alanı.....	59
4.8. Bitki Su Tüketimi.....	62
4.9. Bitki Su Tüketimi-YSP-YOSK İlişkisi.....	65
4.10. Evapotranspirasyon – Class-A Pan İlişkisi.....	67
4.11. Class A Pan-YSP-YOSK İlişkisi.....	69
4.12. Toprak Nem Değişimleri.....	69
4.13. Potansiyel ET Hesaplama Yöntemleri ile İlgili Sonuçlar.....	73
4.14. Bitki Katsayıları (Kc).....	75

5. SONUÇ VE ÖNERİLER	77
KAYNAKLAR.....	81
EKLER.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	118
ÖZET.....	119
SUMMARY.....	123



ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1.	Dünyadaki önemli kayısı üreticisi ülkelerin üretim miktarları ve üretimdeki payları (2001 yılı).....	1
Çizelge 1.2.	Ülkemizde kayısı üretimi yapan illerin üretim miktarları ve üretimdeki payları (2001 yılı).....	2
Çizelge 1.3.	Ülkemiz kuru kayısı dış satımı ve döviz getirisi.....	2
Çizelge 3.1.2.	Deneme alanının toprak özellikleri.....	17
Çizelge 3.1.3.1.	Malatya İli 1981-2000 yılları arası ortalama meteorolojik değerler.....	18
Çizelge 3.1.4.	Sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri.....	18
Çizelge 3.1.3.2.	Araştırma alanının 2001-2002 yılları ortalama meteorolojik değerleri.....	19
Çizelge 4.1.1.1.	Sulamadan önce ve sonra ölçülen YSP (bar) değerleri (2001-2002 yılları).....	39
Çizelge 4.1.1.2.	Sulamadan önce ölçülen YSP (bar) değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.1.1.3.	Sulamadan önce ölçülen YSP (bar) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması.....	41
Çizelge 4.2.1.	Sulamadan önce ve sonra ölçülen YOSK (%) değerleri.....	46
Çizelge 4.2.2.	Sulamadan önce ölçülen YOSK (%) değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.2.3.	Sulamadan sonra ölçülen YOSK (%) değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.2.4.	Sulama öncesi ve sonrası elde edilen YOSK (%) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması.....	47
Çizelge 4.4.1.	Sulama yöntemleri ve programlarına bağlı olarak (a) renk değişiminin varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.4.2.	Yaprak renk değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması	52
Çizelge 4.5.1.	Klorofil-a (mg/g) değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.5.2.	Klorofil-b (mg/g) değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	54

Çizelge 4.5.3.	Toplam klorofil (mg/g) değerlerinin varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.5.4.	Klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil (mg/g) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması.....	55
Çizelge 4.6.1.	Yaprak karotinoid (mg/g) değerlerinin varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.6.2.	Yaprak karotinoid içeriği (mg/g) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması.....	58
Çizelge 4.6.3.	Sulama aralıklarında yaprak karotinoid içeriği (mg/g) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması.....	58
Çizelge 4.7.1.	Yaprak alanı (cm ²) değerlerinin varyans analiz sonuçları	60
Çizelge 4.7.2.	Yaprak alanı (cm ²) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması.....	60
Çizelge 4.8.1.	Uygulanan sulama suyu ve bitki su tüketimi değerleri.....	62
Çizelge 4.10.1.	Bitki su tüketimi ile Class-A Pan ilişkisi.....	68
Çizelge 4.13.1.	ET tahmin yöntemlerinin korelasyon analizleri.....	75
Çizelge 4.14.1.	Kayısı için elde edilen aylık Kc değerleri.....	75
Ek Çizelge 1.	İncelenen özelliklerin dönem öncesi ve sonrası t-Testi sonuçları.....	90
Ek Çizelge 2.	Ampirik modeller yardımıyla hesaplanan aylık potansiyel ET değerleri.....	91
Ek Çizelge 3.	Ampirik modeller yardımıyla hesaplanan aylık yığılımlı potansiyel ET değerleri.....	92

ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1.6.1.a	Mini yağmurlama sulama sisteminin görünüşü..... 20
Şekil 3.1.6.1.b	Çanak sulama sisteminin görünüşü..... 20
Şekil 3.1.6.2.	Denemede kullanılan pompaj sistemi..... 21
Şekil 3.2.2.1.	Deneme alanının görünüşü..... 23
Şekil 3.2.2.2.	Deneme planı..... 24
Şekil 3.2.5.1.1.a	Basınç hücresi cihazının genel görünüşü..... 26
Şekil 3.2.5.1.1.b	Yaprağın basınç hücresi cihazına yerleştirilmesi..... 26
Şekil 3.2.5.4.1.	Renk tayin cihazı..... 28
Şekil 3.2.5.5.1.	Yaprak alanı ölçüm cihazı..... 28
Şekil 3.2.5.4.2.	L, a, b renk değerleri..... 28
Şekil 4.1.1.1.	Farklı sulama sistemi ve sulama aralıklarında sulamadan önce ve sonraki YSP değişimi..... 40
Şekil 4.1.1.2.	Y ₁₅ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi..... 42
Şekil 4.1.1.3.	Ç ₂₅ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi..... 42
Şekil 4.1.1.4.	Y ₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerleri arasındaki ilişki (2001 yılı)..... 43
Şekil 4.1.1.5.	Ç ₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerleri arasındaki ilişki (2002 yılı) 43
Şekil 4.1.2.1.	15 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2001 yılı)..... 44
Şekil 4.1.2.2.	25 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2002 yılı)..... 45
Şekil 4.2.1.	Y ₁₅ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi 48
Şekil 4.2.2.	Ç ₂₅ uygulamalarında mevsimlik YOSK Değişimi..... 48
Şekil 4.2.3.	Y ₁₅ uygulamasında YOSK ile iklim değerlerinin değişimi (2001 yılı)..... 49
Şekil 4.2.4.	Ç ₁₅ uygulamasında YOSK ile iklim değerlerinin değişimi (2002 yılı) 49
Şekil 4.3.1.	Y ₁₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)..... 50
Şekil 4.3.2.	Ç ₂₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)..... 51

Şekil 4.4.1.	Sulama sezonu başında ve sonunda ölçülen L, a, b, yaprak renk değişimleri (2001 yılı).....	53
Şekil 4.4.2.	Sulama sezonu başında ve sonunda ölçülen yaprak renk değişimleri (2002 yılı).....	53
Şekil 4.5.1.	Mini yağmurlama sulamada, sulama sezonu başında ve sonunda yaprak klorofil içeriğinin değişimi (2001 yılı)....	55
Şekil 4.5.2.	Çanak sulamada, sulama sezonu başında ve sonunda yaprak klorofil içeriğinin değişimi (2002 yılı).....	56
Şekil 4.5.3.	Toplam klorofil ile (a) renk değişimleri arasındaki ilişki ..	57
Şekil 4.6.1.	Sulama sezonu başında ve sonunda yaprak karotinoid içeriğinin değişimi.....	58
Şekil 4.6.2.	Karotinoid ile (b) renk değişimleri arasındaki ilişki.....	59
Şekil 4.7.1.	Farklı dönemlerdeki yaprak alanı (cm ²) değişimleri.....	60
Şekil 4.7.2.	Bitki su tüketimi ile yaprak alanı arasındaki ilişki.....	61
Şekil 4.7.3.	YSP ile yaprak alanı arasındaki ilişki.....	62
Şekil 4.8.1.	15 günlük sulama uygulamalarının mevsimlik bitki su tüketimi.....	63
Şekil 4.8.2.	15 günlük sulama uygulamalarının yığışimli bitki su tüketimi	64
Şekil 4.8.3.	Sulama Suyu – Evapotranspirasyon İlişkisi.....	64
Şekil 4.9.1.	Y ₁₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK değişimi (2001 yılı).	65
Şekil 4.9.2.	Ç ₂₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK değişimi (2002 yılı).	66
Şekil 4.9.3.	Bitki su tüketimi ile YSP arasındaki ilişki.....	67
Şekil 4.9.4.	Bitki su tüketimi ile YOSK arasındaki ilişki.....	67
Şekil 4.10.1.	15 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2001 yılı).....	68
Şekil 4.10.2.	25 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2002 yılı).....	68
Şekil 4.11.1.	Epan – YSP – YOSK ilişkisi.....	69
Şekil 4.12.1.	15 günlük uygulamaların toprak nem değişimleri.....	70
Şekil 4.12.2.	20 günlük uygulamaların toprak nem değişimleri.....	70
Şekil 4.12.3.	25 günlük uygulamaların toprak nem değişimleri.....	70

Şekil 4.12.4.	Y ₁₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	71
Şekil 4.12.5.	Ç ₂₅ uygulamasında toprak nem içeriği-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)	72
Şekil 4.12.6.	Toprak nemi-YSP ilişkisi.....	72
Şekil 4.12.7.	Toprak nemi-YOSK ilişkisi.....	73
Şekil 4.13.1.	Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan potansiyel ET değerleri (2001 yılı).....	74
Şekil 4.13.2.	Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan yığışimli potansiyel ET değerleri (2002 yılı).....	74
Şekil 4.14.1.	FAO-24 Kc değerleri ile Hargreaves-Samani ve Penman Kc değerleri.....	76
Ek Şekil 1.1.	Y ₂₀ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi.....	93
Ek Şekil 1.2.	Y ₂₅ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi.....	93
Ek Şekil 1.3.	Ç ₁₅ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi.....	94
Ek Şekil 1.4.	Ç ₂₀ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi.....	94
Ek Şekil 2.1.	Ç ₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerleri arasındaki ilişki (2001 yılı)	95
Ek Şekil 2.2.	Y ₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerleri arasındaki ilişki (2002 yılı)	95
Ek Şekil 3.1.	20 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2001 yılı).....	96
Ek Şekil 3.2.	25 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2001 yılı).....	96
Ek Şekil 3.3.	15 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2002 yılı).....	97
Ek Şekil 3.4.	20 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2002 yılı).....	97
Ek Şekil 4.1.	Y ₂₀ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi.....	98
Ek Şekil 4.2.	Y ₂₅ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi.....	98
Ek Şekil 4.3.	Ç ₁₅ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi.....	99
Ek Şekil 4.4.	Ç ₂₀ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi.....	99

Ek Şekil 5.1.	Ç ₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerlerinin değişimi (2001 yılı).....	100
Ek Şekil 5.2.	Y ₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerlerinin değişimi (2002 yılı)	100
Ek Şekil 6.1.	Y ₂₀ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	101
Ek Şekil 6.2.	Y ₂₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	101
Ek Şekil 6.3.	Ç ₁₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	101
Ek Şekil 6.4.	Ç ₂₀ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	102
Ek Şekil 6.5.	Ç ₂₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	102
Ek Şekil 6.6.	Y ₁₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	102
Ek Şekil 6.7.	Y ₂₀ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	103
Ek Şekil 6.8.	Y ₂₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	103
Ek Şekil 6.9.	Ç ₁₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	103
Ek Şekil 6.10.	Ç ₂₀ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	104
Ek Şekil 7.1.	20 günlük sulama uygulamalarının mevsimlik bitki su tüketimi.....	105
Ek Şekil 7.2.	25 günlük sulama uygulamalarının mevsimlik bitki su tüketimi.....	105
Ek Şekil 8.1.	20 günlük sulama uygulamalarının yığışimli bitki su tüketimi.....	106
Ek Şekil 8.2.	25 günlük sulama uygulamalarının yığışimli bitki su tüketimi.....	106
Ek Şekil 9.1	Y ₂₀ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)....	107
Ek Şekil 9.2.	Y ₂₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)....	107
Ek Şekil 9.3.	Ç ₁₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)....	107
Ek Şekil 9.4.	Ç ₂₀ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)....	108
Ek Şekil 9.5.	Ç ₂₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)....	108
Ek Şekil 9.6.	Y ₁₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)....	108
Ek Şekil 9.7.	Y ₂₀ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)....	109
Ek Şekil 9.8.	Y ₂₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)....	109
Ek Şekil 9.9.	Ç ₁₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)....	109
Ek Şekil 9.10.	Ç ₂₀ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)....	110

Ek Şekil 10.1.	20 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2001 yılı).....	111
Ek Şekil 10.2.	25 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2001 yılı)	111
Ek Şekil 10.3.	15 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2002 yılı)	112
Ek Şekil 10.4.	20 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2002 yılı)	112
Ek Şekil 11.1.	Y ₂₀ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	113
Ek Şekil 11.2.	Y ₂₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	113
Ek Şekil 11.3.	Ç ₁₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	113
Ek Şekil 11.4.	Ç ₂₀ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	114
Ek Şekil 11.5.	Ç ₂₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı).....	114
Ek Şekil 11.6.	Y ₁₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	114
Ek Şekil 11.7.	Y ₂₀ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	115
Ek Şekil 11.8.	Y ₂₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	115
Ek Şekil 11.9.	Ç ₁₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	115
Ek Şekil 11.10.	Ç ₂₀ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı).....	116
Ek Şekil 12.	Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan aylık potansiyel ET değerleri (2002 yılı).....	117
Ek Şekil 13.	Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan aylık yığışimli potansiyel ET değerleri (2001 yılı).....	117

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

SULAMA SİSTEMLERİ VE SULAMA PROGRAMININ KAYISIDA BİTKİ SU TUKETİMİ İLE BAZI FIZYOLOJİK ÖZELLİKLER VE YAPRAK ALANI ÜZERİNE ETKİLERİ

M. Naim DEMİRTAŞ

Harran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı

2003, Sayfa:126

Bu çalışmada; mini yağmurlama (Y) ve çanak sulama (Ç) yöntemlerinin genç Hacihaliloğlu kayısı çeşidinde bitki su tüketimi ile morfolojik ve fizyolojik gelişime etkileri incelenmiştir. Su; 15, 20 ve 25 gün aralıklarında bitkiye uygulanmıştır. İklim değerlerinden yararlanılarak hesaplanan ampirik evapotranspirasyon yöntemleri gerçek bitki su tüketimi ile karşılaştırılmıştır.

Sulama yöntemlerinin incelenen özelliklere istatistiksel olarak etkisi olmamıştır. En yüksek yaprak su potansiyeli (YSP) ve yaprak oransal su kapsamı (YOSK) değerleri sırasıyla -30.93 bar ve %81.29 olarak 15 gün aralıklardan elde edilmiş, sulama aralıkları büyüdükçe YSP ve YOSK değerlerinde düşüş saptanmıştır. YSP ve YOSK, transpirasyon ve sıcaklık ile ters, toprak nem içeriği ve hava oransal nemi ile paralel bir değişim göstermiştir. Yaprak klorofil ve karotinoid içerikleri ile yaprak alanı üzerine sulama aralığının etkisi %5 düzeyinde önemli olup, en yüksek değerler sırasıyla 5.03 mg/g, 0.20 mg/g ve 41.17 cm² olarak 15 gün sulama aralığında belirlenmiştir. Sulama aralıkları büyüdükçe bu değerlerde düşüş saptanmıştır.

En yüksek mevsimlik toplam bitki su tüketimi çanak sulama ile 15 günde bir sulanan konuda 661.1 mm olarak bulunmuştur. Sulama aralığı arttıkça mevsimlik bitki su tüketiminin azaldığı belirlenmiştir. Malatya koşullarında kayısı bitki su tüketimi tahmininde Hargreaves-Samani ve Penman yöntemlerinin daha güvenilir sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Evapotranspirasyon, Yaprak Su Potansiyeli, Yaprak Oransal Su Kapsamı, Mini Yağmurlama, Çanak Sulama, Klorofil.

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF IRRIGATION SYSTEMS AND IRRIGATION SCHEDULING ON EVAPOTRANSPIRATION, SOME PHYSIOLOGICAL PROPERTIES AND LEAF AREA OF APRICOT TREES

M. Naim DEMİRTAŞ

Harran University

Institute of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Structures and Irrigation

2003, Page:126

In this study, the effects of mini-sprinkler and surface irrigation methods on evapotranspiration (ET) rate and morphological and physiological growth of young apricot trees cv. 'Hacıhaliloğlu' was studied. Irrigation water was applied to trees with 15-day, 20-day and 25-day irrigation intervals. The actual ET rate of apricot trees was compared with empirical ET methods calculated using meteorological data.

The irrigation methods had no statistically significant effect on examined parameters. The highest leaf water potential (LWP) and leaf relative water content (LRWC) were -30.93 bar and 81.29% with 15-day irrigation intervals, respectively. As the irrigation intervals were increased, the values of the LRWC and LWP were decreased. The LRWC and LWP showed an inverse relationship with ET and air temperature but they had a linear relationship with relative humidity and soil moisture content. While leaf chlorophyll content, carotenoid and leaf area were statistically affected by irrigation intervals at $p < 0.05$ level, the maximum values were obtained from 15-day irrigation intervals as 5.03 mg/g, 0.20 mg/g and 41.17 cm², respectively. When the irrigation intervals were increased, the values of these parameters were decreased.

The total highest seasonal ET was obtained from the surface irrigation method with 15-day irrigation interval as 661.1 mm. While the irrigation intervals were increased, the seasonal ET was decreased. Hargreaves-Samani and Penman were the most suitable ET prediction methods in Malatya region for the estimation of apricot tree's ET.

Keywords : Evapotranspiration, leaf water potential, leaf relative water content, mini-sprinkler, surface irrigation, chlorophyll.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın başından sonuna kadar yürütülmesi, değerlendirilmesi ve yazılması gibi her aşamasında beni yönlendiren, her türlü yardımı esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Halil KIRNAK'a en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Yakın ilgisini esirgemeyen Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölüm Başkanı Sayın Doç. Dr. İdris BAHÇECİ'ye, tez jüri üyelerim Sayın Prof. Dr. İbrahim BOLAT ile Yrd. Doç. Dr. Cengiz KAYA'ya teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Laboratuvar çalışmalarında her türlü özveriyi gösteren Laboratuvar Şefimiz Belgin ÇELİK'e, arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen mesai arkadaşım Oktay TANER'e, tezin yazımındaki yardımlarından dolayı arkadaşım Mustafa ŞAHİN'e teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Kayısı, *Rosaceae* familyasının *Prunoidea* alt familyası içerisinde bulunan *Prunus L.* cinsi ve *Prunophora* alt cinsine ait bir meyve türüdür. Dünyada yetiştiriciliği yapılan kayısı çeşitlerinin çoğu *Prunus armeniaca L. (Armeniaca vulgaris Lam.)* türüne aittir (Bailey, 1975).

Anavatanı Orta Asya, Batı Çin ve İran-Kafkasya olan kayısı, ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan önemli bir meyve türüdür. Dünya kayısı üretiminin büyük çoğunluğu Akdeniz ülkeleri tarafından yapılmaktadır (Baş, 1993). Türkiye, 2001 yılı verilerine göre 538 000 ton üretim miktarı ve %18.50 üretim payıyla kayısı üretimi yapan ülkeler içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'yi %11.63'lük pay ile Bağımsız Devletler Topluluğu (B.D.T.), %8.17 ile İran, %7.92 ile İtalya, %6.97 ile Pakistan izlemektedir (Çizelge 1.1.) (Anonymous, 2001).

Çizelge 1.1. Dünyadaki önemli kayısı üreticisi ülkelerin üretim miktarları ve üretimdeki payları (2001 yılı)

ÜLKELER	Üretim Miktarı (ton)	Dünya Üretimindeki Payı (%)
Türkiye	538 000	18.50
B.D.T.	320 300	11.63
İran	225 000	8.17
İtalya	218 023	7.92
Pakistan	192 000	6.97
İspanya	158 700	5.76
Fransa	150 000	5.45
Fas	120 000	4.36
Çin	89 000	3.23
Diğer	743 233	28.01
DÜNYA	2 754 256	100

Kayısı, Doğu Anadolu'nun kışları şiddetli soğuk geçen yüksek yerleri ile Karadeniz bölgesinin çok nemli olan doğu kısımları dışında ülkemizin hemen hemen her ilinde yetişmektedir. Ülkemizde turfanda kayısı yetiştiriciliğinde Akdeniz Bölgesi, Sofralık üretimde ise İçel, Hatay, Adana, İzmir Kars, Iğdır ve Antalya illeri büyük öneme sahiptir (Öztürk, 2000).

Ülkemizde, kayısı üretimi yapan illerin 2001 yılı yaş kayısı üretim miktarları ile üretimdeki payları Çizelge 1.2. de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi Malatya 294 091 ton üretim ve %60.02'lik payla ilk sırada yer almaktadır. Malatya'yı sırasıyla 39 181 ton ve %8.00 ile İçel, 33 415 ton ve %6.82 ile

Kahramanmaraş, 15 608 ton ve %3.19 ile Elazığ ve 12 349 ton ve %2.52 ile Iğdır izlemektedir. Türkiye'deki toplam kayısı ağacı sayısı 12 710 000 adet, toplam kayısı üretimi ise 490 000 tondur (Anonymous, 2001).

Malatya ili Türkiye'deki kayısı üretiminin yaklaşık %60'ını ve dünya kayısı üretiminin ise % 7-10'unu karşılamaktadır. Malatya'da üretilen kayısının tamamına yakını kurutulmuş olarak değerlendirilmekte ve bunun da %90-95'i dış satıma gitmektedir. Dünya kuru kayısı ticaretinde Türkiye %80-85'lik payıyla birinci sırada yer almaktadır. Türkiye'deki taze kayısı üretiminin de yarısını tek başına Malatya ili karşılamaktadır. Malatya'nın en önemli kayısı çeşidi Hacıhaliloğlu olup, kayısı ağacı varlığının % 73'ünü bu çeşit oluşturmaktadır (Asma, 2000). Ülkemizin kuru kayısı dışsatım miktarları ile döviz getirisi çizelge 1.3. de verilmiştir (Anonymous, 2000).

Çizelge 1.2. Ülkemizde kayısı üretimi yapan illerin üretim miktarları ve üretimdeki payları (2001 yılı)

İller	Üretim Miktarı (ton)	Üretimdeki payı (%)
Malatya	294 091	60.02
İçel	39 181	8.00
Kahramanmaraş	33 415	6.82
Elazığ	15 608	3.19
Iğdır	12 349	2.52
Erzincan	7 177	1.46
Konya	6 344	1.29
Sivas	3 950	0.81
Hatay	3 537	0.72
İzmir	2 597	0.53
TOPLAM	490.0	100.00

Çizelge 1.3. Ülkemiz kuru kayısı dış satımı ve döviz getirisi

Yıllar	İhracat (ton)	Değer (Dolar)	Dolar / ton
1978	6 853	14 988	2 187
1983	15 430	28 931	1 874
1988	22 012	50 135	2 277
1993	33 063	83 405	2 522
1998	50 655	119 821	2 365
2000	72 990	111 922	1 530

Malatya'da kayısı denince akla Hacıhaliloğlu gelmektedir. Malatya'nın yanı sıra Elazığ'ın Baskil, Sivas'ın Gürün ve Kahramanmaraş'ın Elbistan İlçelerinde de bu kayısı çeşidinin önemli miktarda dikimi yapılmış olup, dikim alanları yıldan yıla da artış göstermektedir (Anonymous, 1999).

Malatya İli'nde ekili tarım alanı 425 045 ha'dır. Bu arazilerin %37.5'inde susuz, %62.5'inde sulu tarım yapılmaktadır. Bölgenin en önemli tarım ürünü ise kayısıdır (Kolukısa, 1994). Malatya'da yaklaşık 50 bin aile kayısı tarımı ile uğraşmaktadır. Kuru kayısının iyi gelir getirmesi nedeniyle, kayısı dikim alanları 700 m rakımdan 1800 m rakımlara kadar yayılmıştır. Üreticiler gerek kısıtlı su koşullarında gerekse sulama olanağı bulunmayan alanlarda bile kayısı yetiştirmeye çalışmaktadırlar.

En önemli kurutmalık çeşit olan Hacıhaliloğlu kayısı, hem ülkemiz hem de bölge için büyük ekonomik öneme sahiptir. İyi bir gelir kaynağı olması nedeniyle bölge üreticileri için vazgeçilmez ürün olmakta ve bu ürüne talep gün geçtikçe artmaktadır. Talebin artması ile kayısı yetiştiriciliğinde, başta sulama olmak üzere gerek yetiştiricilikte gerekse kültürel uygulamalarda birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Birçok üretici modern yetiştiriciliğin uygulanmasında yeterli teknik bilgiye sahip değildir. Meyve bahçelerinde ağaç başına veya birim alandan elde edilen ürünün artırılmasında kültürel uygulamaların büyük önemi vardır. Bu kültürel işlemler arasında; sulama, gübreleme, tarımsal mücadele, budama ve derim en önemlileridir. .

Bitkiler yaşamlarını sürdürmek için yaşadığı ortamdan su ve suda çözülmüş besin maddelerini almak zorundadır. Bitki yaşadığı sürece ortamdan çok büyük miktarda su alır ve bunun büyük bir bölümünü transpirasyon (terleme) yoluyla ortama verir. Bitki tarafından absorbe edilen suyun yaklaşık % 98'i transpirasyon yoluyla havaya verilirken, kalan % 2'si ise bitki hücrelerinin büyümeleri veya metabolik olarak daha kompleks moleküllerin (fotosentez esnasında şekerler vb.) birleştirilmelerinde kullanılır (Kadıoğlu, 1999).

Bitkiler kurumamak için transpirasyonla kaybettikleri suyun yerine yeterli miktarda su almak zorundadırlar. Bitkiler tarafından alınan suyun en önemli kaynağı toprak suyudur. Su kök sisteminin içinden geçerek, ksilem boyunca yapraklara kadar taşınır. Transpirasyonla su kaybeden bir bitkide, yaprak hücrelerindeki su potansiyeli, gövdedekinden, gövdedeki su potansiyeli ise kökteki ksilem hücrelerinden daha düşüktür. Su, yüksek su potansiyeline sahip köklerden, düşük su potansiyeline sahip yapraklara doğru taşınmaktadır. Transpirasyon hızı, kök-gövde oranı, yaprak alanı ve yapısı gibi bitkisel faktörler ile ışık, havanın nemi, sıcaklık,

rüzgar ve toprak suyunun yararışlılığı gibi çevresel faktörlere bağıdır (Kacar, 1989; Kadioğlu, 1999).

Sulama genellikle, bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanamayan suyun, çevre sorunu yaratmadan, toprağa verilmesi şeklinde tanımlanır (Kanber, 1997). Verilecek su miktarı; sulama zamanı ve sayısı, toprak yapısı, iklim koşulları, arazinin eğimi, bitki çeşidi ve yaşına bağı olarak değişmektedir. İklim koşulları, rakım ve ağaçtaki meyve yüküne bağı olarak değişmekle beraber bölgede genel olarak kayısı ağaçlarında yılda ortalama beş kez sulama yapılmaktadır. Sulamalar, çağla devresinde, hasattan 15 gün önce, hasattan sonra, Ağustos ve Eylül aylarında yapılmakla birlikte (Asma, 2000), bölgede kayısı bahçelerinde uygun bir sulama aralığı ve her sulamada uygulanacak su miktarı belirlenmemiştir.

Sulama, bölgede önemli bir sorun olmakta, yaz döneminde şehir içme suyu kesilerek bahçelere sulama suyu olarak verilmektedir. Bu durum, mevcut su kaynaklarının en iyi şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışma ile bölgede en önemli tarımsal ürün olan Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi için en uygun sulama yöntemi ve bu yöntemle uygulanacak suyun en uygun programının oluşturulması amaçlanmıştır. Bu çalışma ile hem üreticinin fazla sayıda sulama yapması ve her sulamada fazla su uygulaması engellenecek, hem de suyun en uygun sulama aralığında uygulanmasıyla bitkinin strese girmesi önlenecek ve böylece ürün kayıpları azaltılacaktır. Böylece üreticiler mevcut sulama olanaklarını en iyi şekilde değerlendirecektir. Ayrıca Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin bitki su tüketimi farklı ampirik evapotranspirasyon (ET) yöntemleri ile hesaplanacak ve bölge için en uygun ET yöntemi belirlenecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Sulama Yöntemleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Ölmez ve ark. (2001), yaptıkları bir çalışmada, Hacihaliloğlu kayısı çeşidinde farklı sulama sistemleri ve sulama aralıklarının fidan gelişimine etkilerini incelemişlerdir. Damla, mini yağmurlama ve salma sulama sistemlerinde su 15, 20 ve 25 gün aralıklarla bitkilere uygulanmıştır. Her sulamadan önce 150 cm toprak profilindeki nem düzeyi gravimetrik yöntemle her 30 cm derinlik için ayrı ayrı hesaplanmış ve profildeki eksik nemi tarla kapasitesine getirecek kadar su uygulanmıştır. Fidan dikiminden itibaren ilk üç yılda bitki gelişimi izlenmiş, elde edilen değerlere göre ağaç taç gelişimi, gövde ve sürgün gelişimi açısından mini yağmurlama ve damla sulama sistemleri birbirine yakın düzeylerde olmak üzere, salma sulamaya göre farklılık göstermiştir. En iyi gelişim mini yağmurlama sulamada tespit edilmiş, bunu damla ve salma sulama sistemleri izlemiştir. Araştırmacılar, 15 gün sulama aralığının en iyi sonucu verdiğini, ancak suyun kısıtlı olduğu durumlarda 20 gün sulama aralığının da uygulanabilir olduğunu, 25 gün sulama aralığının ise bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Çalışmada ayrıca sulama aralıkları büyüdükçe bitki gelişimi ile birlikte mevsimlik su tüketiminin azaldığı saptanmıştır.

Çevik ve ark. (1992), Çukurova koşullarında limon ağaçlarında en uygun sulama yöntemini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; üstten yağmurlama, alttan yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada sulama yöntemlerinin meyve özelliklerine etkisi 10 yıllık periyot boyunca incelenmiş, en yüksek verim alttan yağmurlama ve üstten yağmurlama yöntemlerinde elde edilmiş, bunları karık ve damla sulama yöntemleri izlemiştir. Damla sulama ile karık sulama yöntemi arasında verim yönünden önemli bir fark olmamasına karşın, alttan ve üstten yağmurlama yöntemleri, karık ve damla sulamalara göre ağaç başına verimi %33 artırmıştır. Diğer meyve özellikleri ile sulama yöntemleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Sulama yöntemlerinin fungal hastalıklar üzerine etkileri araştırılırken; alttan yağmurlama ile sulanan ağaçlarda *P.citrophthora*'ya (kök boğazı çürüklüğü) yakalanma oranı en fazla, damla sulama yapılan ağaçlarda hastalığa yakalanma oranı en az olmuştur.

Tarsus'da, yeni dikilmiş portakal bahçesinde damla ve mini yağmurlama sulama yöntemlerinin 7 yıllık sonuçları değerlendirilmiştir. Sulamalar mini yağmurlamada 90 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir suyun % 40-50 si tüketildiğinde; damla sulamada iki gün aralıkla ve 4 farklı pan katsayısı (0.60; 0.80; 1.00; 1.20) kullanılarak yapılmıştır. Araştırma sonucunda ele alınan sulama yöntemlerinin portakal verimine etkisi tespit edilmiştir. En yüksek verim yağmurlama sulamadan elde edilmiştir. Farklı seviyelerde sulama suyu uygulanan damla sulama konuları arasında ise önemli bir fark bulunmamıştır. Damla sulamada su kullanma randımanı yağmurlamaya göre 3-5 kat daha yüksek bulunmuştur. Yağmurlama sulamada bitkiler, damlaya göre %24-43 arasında daha çok su tüketmişlerdir. Sulama yöntemleri, kök gelişmesi ve yoğunluğunu farklı biçimde etkilemişlerdir. Yağmurlama sulamada kökler toprak derinliği boyunca daha türdeş dağılırken, damlada kökler lateral bulduğu tarafta yoğunlaşmıştır. Her iki yöntemde de köklerin yaklaşık %80'inin ilk 60 cm de yoğunlaştığı belirlenmiştir (Kanber ve ark., 1996).

Çimen ve ark. (1992), genç Nova mandarinde damla, mini yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinin ağaç gelişimine, su tüketim miktarına ve yabancı otlanmaya etkilerini araştırmışlardır. Gövde çapı, bitki boyu ve taç gelişimi açısından en yüksek değer mini yağmurlamada elde edilmiştir. Sulama sistemlerinde su tüketimi yönünden damla sulama, gelişmeye etkisi açısından daha avantajlı bulunmuştur. Sulama yöntemlerinin yabancı otlanmaya etkisi 50 m²'lik parsellerde sayılan yabancı ot adedi (mekanik ot mücadelesi uygulamasında) damla sulamada 11 863, mini yağmurlama yönteminde 13 612, karık sulamada ise 38 545 adet olarak bulunmuştur.

Bilgel ve ark. (1999), Harran Ovası koşullarında 1993-1998 yılları arasında 6 yıl süreyle Antepfistiğinde sulama programlarının bitki su tüketimine, ağaç gelişimine, meyve verim ve kalitesine ve periyodisiteye etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Hiç sulanmayan ve 15, 30, 45 gün aralıklarında yapılan sulamalarda sırası ile 7, 4 ve 3 sulama yapmışlardır. En yüksek sulama suyu ve su tüketimi değerleri 15 günde bir yapılan sulamalarda elde edilmiş, bu değerler sırası ile 885 mm ve 1032 mm olarak saptanmıştır. Sulama programlarının sürgün uzunluğu, gövde çapı ve ağaç taç gelişimi gibi özelliklere etkisi istatistiksel olarak

farklılık göstermemiştir. Birim gövde kesit alanına düşen verim ve kalite özelliklerinde de istatistiksel bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

Canözer ve Özilbey (1992) çanak, yağmurlama ve damla sulama sistemlerinin zeytinin verim ve kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmada damla yöntemi ile sulanan ağaçlarda diğer yöntemlere göre daha dengeli bir sürgün gelişmesinin olduğunu; ayrıca et / çekirdek oranı ve boş ürün yılında meyve tutumu damla sulamada daha yüksek bulunmuş, meyvelerde daha homojen bir renk oluşumu görülmüştür. Meyve iriliğinin ise yağmurlama sulama yönteminde daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Yılmaz ve ark.(1995), Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsünde; tava ve damla sulama yöntemlerinin Hicaz ve Silifke narlarında gelişime, verim, kalite ve su tüketimine etkilerini incelemiştir. Class-A Pan buharlaşma değerlerinden yararlanılarak verilmesi gereken sulama suyu miktarları ile en uygun sulama zamanı ve aralıkları belirlenmiştir. Buna göre her iki çeşitte de en yüksek vegetatif gelişme en fazla sulama suyunun verildiği ($k_p=1.30$) uygulamada elde edilmiştir. En yüksek ortalama verim damla sulama yönteminde $k_p=1.30$ uygulamasında, tava sulama yönteminde $k_p=1.00$ uygulamasında elde edilmiştir. Bölgede damla sulama yöntemiyle sulamalarda iki günde bir 80 kez ve her sulamada 16-18 mm arası sulama suyu verilmesi, tava sulama yöntemiyle sulamada 7 günde bir 27 kez ve her sulamada ortalama 36 mm su verilmesi ağaç gelişimi ve verim yönünden en iyi sonucu vermişlerdir. Araştırmacılar, sulama suyunun yetersiz olduğu durumlarda damla sulama yönteminin, suyun yeterli olduğu koşullarda ise tava yönteminden yararlanmanın en uygun tercih olacağı belirlenmiştir.

Yazar ve ark.(1987), en uygun sulama yönteminin seçiminde bitki sıklığı, bitki taç hastalığı, gövde ve kök hastalığı, bitki büyümesi, arazinin eğimi, toprak infiltrasyon hızı, su kalitesi, suda askı maddesi ve işçi becerisi gibi indeksler değerlendirilmiştir. Şeftali dikiminin planlandığı kumlu, su alma hızı yüksek ve %2.7 eğimli bir arazide yukarıdaki kriterlere bağlı olarak damla sulama yöntemi en iyi sonucu vermiştir. Bunu sırasıyla yağmurlama, karık ve uzun tava yöntemlerinin izlediği belirlenmiştir.

Yazar (1989)'ın suda bulunan Na ve Cl gibi toksik elementlerin yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan bitkilerde toksisite sorunları meydana getirdiğini, kayısı

ve diğ er meyve türlerinde sulama suyundaki Na ve Cl konsantrasyonunun 5 me/lit'den daha az miktarının bile ağ aç taçlarında zarara neden olduğunu belirtmektedir.

Balaban ve Ayyıldız (1970), Eskişehir, Ankara, Konya ve Tokat bölgelerinde salma sulama, tava, yağ murlama, karık ve border sulama yöntemlerinin tarla sulama randımanlarını araştırdıkları bir ç alışmada, sulama randımanlarının %16 ile %90 arasında değişim gösterdiğ ini belirlemişlerdir. En yüksek tarla sulama randımanı değerleri yağ murlama sulama yönteminde elde edilmiş, diğ er yöntemler arasında bir ilişki bulunmadığ ını saptamışlardır.

Kanber ve ark. (1993), şanlıurfa'da 20 ve 30 gün sulama aralıklarında ç anak sulama sistemi ile sulanan antepfıstıklarında verim ve bitki geliş imine etkisini incelemişlerdir. Sonuç ta sulama aralığ ının bitkide verim ve geliş im üzerine etkili olduğunu saptamışlardır. Sulama aralığ ı arttıkça verim ve vegetatif parametrelerde düş üşler gözlenmiştir. Ayrıca sulama aralığ ı arttıkça bitki su tüketimindeki azalışın konular arasında istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Kanber ve Eylon (1995a), yaptıkları bir ç alışmada portakal ve altıntop meyve ağ açlarında, damla ve yağ murlama sulama yöntemleri ile su 15 ve 25 gün aralıklarla bitkilere uygulanmıştır. Sulama suyu ve su tüketimi değerleri, her iki bitkide de sulama yöntemleri, pan katsayıları ve yıllara göre değişmiştir. Altıntopta en yüksek ET değeri 1039 mm ile 15 günde bir $K_p=0.80$ konusunda ölçülmüştür. Altıntop bitkisinde en yüksek verim 15 günde bir sulanan $K_p=0.60$ uygulamasında elde edilmiştir. Portakalda yağ murlama sulamadan, damlaya göre yaklaşık iki kat daha fazla ürün elde edilmiştir.

Damla, mikro yağ murlama ve yüzey sulama (ç anaklarda göllendirme) yöntemlerinin etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi ve Class-A Pan buharlaş ma miktarı esas alınarak hazırlanan farklı sulama programlarının elma ağ açlarına uygulanmasının bitki su tüketimi, meyve verim ve kalitesi ile vegetatif geliş imi üzerine etkileri araştırılmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarı, damla ve mikro yağ murlama yöntemlerinde, yüzey sulamaya göre sırasıyla %28-46 ve %12-24; toplam bitki su tüketimi sırasıyla %20-32 ve %8-19 daha düşük bulunmuştur. Sonuç ta; elmanın sulama suyu ihtiyacı, su tüketimi, vegetatif geliş me parametreleri, meyve verim ve kalitesine ilişkin bulgular birlikte değerlendirildiğinde, genel olarak

damla sulama yöntemi diğerlerine oranla daha iyi sonuç vermiştir. Araştırmacılar damla sulama yönteminde 120 cm derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlanması ya da 9 gün ara ile Class-A Pan buharlaşma miktarının % 75'i kadar sulama suyu uygulanmasını önermişlerdir (Köksal ve ark., 1999).

Alanya yöresi muzlarında çanak ve damla sulama yöntemlerinin su tüketimi, verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, uygulanan birim su miktarına düşen meyve verimi (su kullanım randımanı) damla sulama yönteminde çanak sulama yöntemine oranla büyük bir üstünlük sağladığı görülmüş, % 50 oranında su tasarrufu sağlanmıştır. Ağaç başına verim bakımından damla sulama sisteminin önemli ölçüde bir üstünlük sağladığı görülmüştür. Bu durum, damla sulama yöntemiyle bitki besin maddelerinin yıkanmasının önlendiği, doğal ve kimyasal gübrelerden bitkilerin daha etkin bir biçimde yararlanabildiğini kanıtlamaktadır. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı araştırmanın ikinci döneminde damla sulama lehine bir eğilim göstermiştir (Çevik ve ark. 1985).

Kanber ve ark. (1992), Altıntop bitkisinde 15 ve 25 günlük sulama programının verim ve kalite ilişkilerini incelemişlerdir. Sık sulama aralığında yılda 9, seyrek sulama aralığında 6 sulama yapılmıştır. Su tüketimi, pan katsayısının 1.0 alındığı uygulamalarda ortalama 942 mm olarak saptanmıştır. Sık sulanan konularda gövde gelişimi daha hızlı ve eşdeğer olmuştur. Sulama konularının kalite özellikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamış, bu özelliklerin çok küçük sınırlar arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

2.2. Fizyolojik Özellikler İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bitki bünyesindeki suyun enerji durumu, diğer deyimle bitkilerdeki su hareketi için yönlendirici bir gücü tanımlayan yaprak su potansiyeli (YSP); "bar" olarak ifade edilen ve yapraklardaki suyun enerji durumunun aynı sıcaklıktaki saf suyun enerji durumundan ne kadar geri olduğunu gösteren negatif bir değerdir. Bu değer, transpirasyonal akış ve toprağın nem içeriğine göre değişmesi, bitki-su ilişkisinin değerlendirilmesinde YSP'nin önemini göstermektedir (Camacho ve ark. 1974).

Bitki yapraklarındaki suyun meydana getirdiği turgor basıncı, yapraklar ve organlar ile yapraklar ve yeşil sürgünlerdeki hücrelerin gaz alışverişini kontrol ederler. Turgor olayı, büyüme esnasında meydana gelen hücre uzamasında rol oynar. Bitki su potansiyeli ile orantılı olarak turgor, bitkinin dik durması (turgoru azalan bitki solar), organların ve hücrelerin hareketi, stoma hücrelerinin hareketi ve hücre uzamasında rol oynar. Bitki su potansiyeli, tohum, spor ve polen tanelerini de etkiler. YSP, bitkinin bulunduğu ortam koşullarına göre değişmekte ve toprak nem içeriğinin azalmasıyla YSP'nin de düştüğü izlenmektedir (Ecevit, 1993).

Bitkinin, topraktan yeterli suyu alamaması durumunda su stresi ile ilgili fizyolojik sorunlar ortaya çıkar. Turgor basıncının düşmesi, hücre büyümesi ve bölünmesini olumsuz etkiler, bitki dokularında protein kapsamı azalır, absisik asit (ABA) hızla birikir ve stomaların kapanmasına neden olur. Stomaların daha az açılmaları ile fotosentez geriler. CO₂ alımı ve fotosentezin azalması ile fotosentez ürünlerinin taşınması da geriler (Kacar, 1989).

Yaprak su potansiyeli (YSP), bitkinin bulunduğu ortam koşullarına göre değişmekte, mezofit bitkilerde -30 bar ve daha aşağı düştüğü durumlarda fizyolojik ölüm olayı başlamaktadır. Bu kritik YSP değeri, asma için -13 bar, elma için -18 ile -22 bar, domates için -7 ile -9 bar, şeker pancarı için -13 bar, arpa için -30 bar ve soya fasulyesi için -10 ile -12 bar arasında değiştiği saptanmıştır (Hsiao, 1973).

Bitki-su ilişkilerinin incelendiği çalışmalarda temel parametre olan yaprak su potansiyeli ile doğrudan ilişkisi olan yaprak oransal su kapsamı (YOSK)'nın incelenmesi, bitkinin gelişmesini devam ettirebilen kritik su düzeyinin saptanmasında önemli bir özelliktir. Düşük YSP değerinde turgor potansiyelinin düzenlenememesi sonucunda YOSK'ndaki azalma, YSP'nin düşmesine dolayısı ile büyümenin durmasına neden olmaktadır (Boyer, 1968).

Torrecillas ve ark. (2000), İspanya'da 9 yaşındaki kayısı ağaçları üzerinde 4 yıl süreyle yaptıkları denemede, damla sulama sistemiyle yapılan sulama programlarının stres fizyolojisi üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada, en yüksek YSP değeri tam sulamanın yapıldığı kontrol grubunda elde edilmiş, stres arttıkça YSP değerleri düşüş göstermiştir. Yapılan çalışma sonucunda kayısı bitkisinin suya karşı en hassas olduğu dönem, meyve gelişiminin olduğu dönem ve hasattan sonraki dönem olarak belirlenmiştir.

Stankoviç ve ark. (1997), Yugoslavya'da 7 yaşındaki yedi kayısı çeşidi üzerinde yaptıkları bir denemede, kayısı bitkisindeki YOSK değerinin çeşitlere göre farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Yıllık yağının 650 mm ve bu yağında 300-400 mm'sinin bitkinin vegetasyon dönemine denk geldiği için sulama yapmadan susuz koşullarda YOSK değeri %60.2 ile %70.8 arasında değişmiş, ortalama yaprak alanı 28 cm² olarak bulunmuştur. Yaprak alanının sulama ve çevre koşullarından etkilendiğini belirlemişlerdir.

İspanya'da yapılan bir saksı denemesinde bir yaşındaki kayısı ağaçlarında kuraklık stresinin fizyolojik etkileri incelenmiştir. Deneme alanında 15 cm derinliğe yerleştirilmiş tansiyometreler ile toprak su potansiyelini -20 kpa'da tutacak şekilde damla sulama yöntemi ile bitkilere su uygulanmıştır. Tam sulanan, 1, 2, 5, 6 gün aralıklarında %25 ve %50 gibi farklı seviyelerde sulanarak stres koşulları oluşturulmuştur. Kontrol konusunda YSP -5 bar değeri, stresli konularda ise -16 bar ile -22 bar arasında değişen değerler elde edilmiştir (Ruiz-Sanchez ve ark., 2000).

Kırnak ve Demirtaş (2002), farklı sulama düzeylerinin Dalbastı kiraz çeşidinde yaprak alanı, sürgün ve gövde gelişimi gibi morfolojik özellikler ile YSP, YOSK ve yaprak klorofil içeriği gibi fizyolojik özelliklere etkisini belirlemişlerdir. En yüksek YSP değeri -18.0 bar, YOSK %89.83, klorofil-a %34.78, klorofil-b %30.62 ve toplam klorofil %65.40 olarak tam sulamanın yapıldığı konularda elde edilmiştir. Bitkiye uygulanan su ile morfolojik özellikler arasında da önemli ilişkilerin tespit edildiği çalışmada, en yüksek yaprak alanı 40.25 cm² ile günlük ortalama 680 g suyun uygulandığı tam sulama uygulamasından elde edilmiştir. Yine en yüksek sürgün ve gövde çapındaki değişim değerleri de sırası ile %13.0 ve %13.4 ile tam sulama konusundan elde edilmiştir.

Ginestar ve Castel (1996), İspanyada 1993 ve 94 yıllarında genç portakal ağaçlarında yaptıkları bir araştırmada, damla sulama sistemi kullanılarak su stresi, YSP ve evapotranspirasyon arasındaki ilişkileri irdelemişlerdir. Araştırma sonucunda toprak su içeriği ve YSP değerlerindeki azalışa bağlı olarak ET'de de düşme olduğunu, toprak su içeriği ve YSP arasında üssel bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar YSP'nin iyi bir stres göstergesi olduğunu bildirmişlerdir.

Zekri ve Parsons (1988), Florida'da 21 yaşındaki greyluft ağaçları üzerinde yaptıkları bir denemede; damla, ağaç altı yağmurlama ve ağaç üstü yağmurlama olmak üzere 3 farklı sulama sistemini karşılaştırmışlardır. Her üç sulama sistemi arasında dönem sonu itibariyle YSP arasında farklılıklar bulunmuştur. En yüksek YSP değeri ağaç üstü yağmurlamada görülmüştür. En yüksek su stresi sulanan alanın en az olduğu damla sulamada gözlemlenmiştir.

Kaynaş ve Kaynaş (1999), bazı erik klon anaçlarının kurağa dayanımları üzerine yaptıkları çalışmada, bitkilere verilen su miktarı ile yaprak su potansiyeli (YSP) ve yaprak oransal su kapsamı (YOSK) arasında doğrudan bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. YSP ve YOSK değerlerinin mevsimin başından sonuna doğru giderek azalma gösterdiğini, bitkilere verilen su miktarı azaldıkça YSP ve YOSK değerlerinin de azaldığını, yaprak renginde açılmaların daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir. Bitkilerde su stresinin başlamasıyla birlikte yapraklarda önce turgor kaybı olduğu, daha sonra yaşlı yapraklardan başlayan renk kaybı meydana gelmiştir. Renk açılmalarını kurumalar takip etmiş ve son olarak yapraklar dökülmüşlerdir.

Marsal ve Girona (1997), İspanya'da şeftali ağaçlarında otomatik damla sulama sistemi kullanarak yaptıkları bir çalışmada, YSP'nin tam sulanan konuda stresli konulara göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Tam sulanan konuda YSP ortalama -28 bar bulunmuştur.

Marsal ve ark. (1997), İspanya'da 5 yaşındaki badem ve fındık ağaçları üzerinde yaptıkları bir çalışmada; mini yağmurlama ile toprak yüzeyinin %35'ini ıslatarak bitki su tüketimini Penman yöntemine göre hesaplayıp farklı katsayılar ile çarparak sulama programı oluşturmuşlardır. Tam sulamanın yapıldığı kontrol konusunda en düşük ortalama YSP değeri fındıkta -18 bar, bademde ise -38 bar olarak bulunmuştur. Gravimetrik yöntemle hesaplanan toprak nem içeriği ile YSP arasında doğrusal bir paralellik bulunmuştur. YSP'nin yüksek olduğu tam sulama konularında toprak su içeriği de yüksek bulunmuştur. Badem ve fındık için sezon boyunca tam sulama konularında 580 mm ve 358 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Fernandez ve ark. (1997), A.B.D.'de bir yaşındaki elma ağaçları üzerinde yaptıkları bir kuraklık testi çalışmasında, kuraklık stresi uygulanan konularda YSP değerinin düşük bulunması, topraktaki tansiyon değerlerinin yüksek oluşuna

bağlanmış ve toprak nem içeriğindeki düşüş ile yapraklara olan su akışının azaldığı ve dolayısıyla YSP değerinin düştüğü tespit edilmiştir.

Li ve ark. (1989), Fransa'da 4 ve 5 yaşındaki şeftali ağaçları üzerinde tansiyometre kullanarak mini yağmurlama ile yapılan bir sulama denemesinde, tam sulama ve regüle edilmiş kısıtlı sulamanın bitki gelişimi ve verim üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, meyve gelişim döneminde regüle edilmiş kısıtlı su uygulamasının tam sulama konularına göre verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediğini, meyve iriliğini arttırdığını belirlemişlerdir.

Patumi ve ark. (1999), İtalya'da 4 yaşındaki zeytin ağaçları üzerinde Class-A Pan kullanarak mini yağmurlama yöntemi ile yaptıkları bir sulama denemesinde, susuz ve sulu konuların çeşitli stres seviyelerini incelemişlerdir. Araştırma sonunda, sulu koşullarda YOSK değerinin susuz koşullara göre çok yüksek olduğunu, bu parametreyi susuz koşullarda ortalama %80, sulu koşullarda ise %90 olarak tespit etmişlerdir. Bitkilerde YOSK, sulu koşullarda %85-95 aralığında, susuz koşullarda ise %72 ile %85 arasında değişmiştir. Sulama seviyeleri ile YOSK değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Noar ve ark. (1997), İsrail'de, damla sulama yöntemi ile 2 gün aralıkla sulanan 3 yaşındaki bir elma bahçesinde yapılan bir sulama denemesinde, maksimum verim ve kalite için sulamanın YSP değerinin -12 bar'a düştüğünde yapılmasını önermişlerdir. Meyve verim ve kalitesi ile YSP arasında doğrusal bir ilişki belirlenmiş, YSP arttıkça meyve iriliği de artmıştır. Araştırmacılar YSP ile Class-A Pan değerleri arasında da doğrusala yakın bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ameglio ve ark. (1999), Brezilya'da 3 yaşındaki ceviz ağaçlarını kullanarak saksıda yaptıkları bir deneme sonucunda; YSP, toprak su potansiyeli ve evapotranspirasyon arasında çok yakın bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir. Evapotranspirasyon ile YSP arasında üssel bir ilişki bulunmuştur.

Proebsting ve ark. (1989), Amerika'da saksı koşullarında yetiştirilen 1 ve 2 yaşındaki şeftali ağaçlarında yapılan bir kuraklık denemesinde, 1 yaşındaki ağaçlarda ortalama YSP -13.5 bar'a kadar düşmüş, buna karşılık 2 yaşındaki şeftali ağaçlarında en düşük YSP değeri -12 bar olarak belirlenmiştir.

Eriş ve ark. (1998), asmalarda su stresine karşı ortaya çıkan morfolojik ve fizyolojik reaksiyonları inceledikleri bir çalışmada, kısıtlı su uygulamalarının tüm

çeşitlerde büyümenin azalmasına ve klorofil kaybına yol açtığını saptamışlardır. Büyüme üzerine olan engelleyici etkiyi en fazla köklerde tespit etmişler, bunu sırasıyla sürgünler ve yapraklar izlemiştir. Günlük su kullanımındaki azalmalara paralel olarak transpirasyonla su kaybının da azaldığı belirlenmiştir. Her gün sulanan bitkilerde yapraklar, oransal su kapsamalarını ve turgorlarını muhafaza etmiş, haftada bir sulanan bitkilerin bu performansı gösteremediğini belirlemiştir.

Klorofiller, fotosentez olayında temel rolü üstlenmişlerdir. Bitkilere yeşil rengi veren klorofiller, güneş enerjisini, su ve karbondioksiti kullanarak oluşturdukları organik maddeleri bitki bünyesinde depo ederler. Sentezlenen bu organik bileşikler, bitkinin yaşamsal işlevlerinde kullanılırlar. Belli dalga boylarındaki ışınları absorbe ederek fotosentez için uygun dalga boyundaki ışınları çevirirler ve fotosentez olayında katalizatör görevi yaparlar. Klorofil içermeyen hücrelerde fotosentez oluşmaz (Eryüce, 1997; Kacar, 1989).

Boyer (1976), farklı düzeylerde sulayarak strese soktuğu ayçiçeği bitkisinin yapraklarında, verilen su miktarının azaldıkça klorofil-a ve klorofil-b miktarının da azaldığını tespit etmiştir. Strese girmiş bitkiler tekrar sulanarak başlangıçtaki YSP değerine ulaştığı halde, yaprak klorofil miktarında düzelme olmadığını belirlemiştir.

Lancaster ve Lister (1997), Yeni Zelanda'da elma, avakado, üzüm meyve ağaçlarında yaptıkları bir çalışmada, klorofil içeriği ile renk değerleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Yaprakların "a" renk değeri klorofil içerikleri arasında bir paralellik saptanmış, "a" renk değerindeki artışa karşılık klorofilde azalma tespit edilmiştir.

2.3. Bitki Su Tüketimi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Hassan ve Seif (1997), Mısır'da çanak sulama yöntemini kullanarak 20 yaşındaki kayısı ağaçları üzerinde yaptıkları bir sulama denemesinde; elverişli kapasitenin %20, %40 ve %60 seviyeleri için yapılan sulamalarda mevsimlik bitki su tüketimlerini sırası ile 945mm, 832mm ve 764 mm olarak bulmuşlardır. Yine aynı seviyelerde tüm sezon için Kc bitki katsayılarını sırası ile 0.63, 0.56 ve 0.51 olarak saptamışlardır.

Orta ve ark.(2000), 1997 ve 1999 yıllarında Tekirdağ'da yaptıkları çalışmada, damla ve yüzey sulama yöntemleri ile sulanan elma ağaçlarının on günlük

periyotlardaki su tüketimi ölçülmüş ve ölçülen bu değerleri; iklim parametrelerinden yararlanılarak Penman (FAO) yöntemi, Blaney-Criddle (FAO) yöntemi, kap buharlaşması (FAO) yöntemi, kap buharlaşma yönteminin Christiansen-Hargreaves modifikasyonu, Jensen-Haise yöntemi ve Penman –Monteith yöntemleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimleri ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda, meysimlik bitki su tüketimi değerleri damla sulama yönteminde yüzey sulama yöntemine göre ortalama %62.7 daha az bulunmuştur. Elma ağaçlarının su tüketimi tahmininde Penman yönteminin FAO modifikasyonunun daha sağlıklı sonuç verdiği belirlenmiştir.

Hisarlı (1988), bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinden Blaney-Criddle, Penman, Radyasyon ve Class-A Pan buharlaşması yöntemlerinin Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından modifiye edilmiş biçimlerinin Ankara koşullarında kullanılma olanaklarını araştırmıştır. Çalışma sonunda bitki katsayılarının Ankara koşullarına göre düzenlenmesi durumunda Class-A Pan buharlaşması ve Penman yöntemlerinin daha güvenilir sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Kodal (1988), tarla denemeleriyle ölçülen meyve ağaçları su tüketimi değerlerini, Blaney-Criddle (FAO), Penman (FAO), Radyasyon (FAO), Class-A Pan (FAO), Blaney-Criddle (ABD) ve Kodal-Benli bitki su tüketimi tahmin yöntemleriyle hesaplanan değerlerle karşılaştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ülkemizde sulama projelerinin hazırlanması çalışmalarında Blaney-Criddle yöntemi, sulama zamanının planlanması çalışmalarında ise Penman yöntemi önerilmiştir.

Orta (1994), farklı sulama yöntemlerinin biber verimine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, deneme süresince elde ettiği bitki su tüketimi değerlerini, Jensen-Haise, Penman (FAO), Penman-Monteith, Class-A Pan (FAO) ve Christiansen-Hargreaves yöntemleri referans bitki su tüketimleri değerleri ile karşılaştırmıştır. Deneme koşulları için biber bitkisinde sulama zamanının planlanmasında kullanılacak su tüketimi değerlerinin tahmininde Penman (FAO) yönteminin en sağlıklı sonuç verdiğini ortaya koymuştur.

Benli (1980), Orta Anadolu Bölgesinde Ankara, Konya ve Eskişehir İllerinin Köy Hizmetleri Araştırma Enstitülerinde tarla denemeleri ile aylık periyotlar için ölçülen yonca bitkisi su tüketimlerini iklim verileri tahmin yöntemleri ile hesaplanan Blaney-Criddle, Penman ve Thornth-Waite yöntemleri ile karşılaştırmıştır. Araştırma

sonucunda Ankara'da hiçbir yöntemin sağlıklı sonuç vermediğini, Blaney-Criddle yönteminin Eskişehir ve Konya'da, Penman yönteminin ise yalnızca Konya'da sağlıklı sonuçlar verdiğini belirlemiştir.

Erdem (1996), Kırklareli Atatürk Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsünde 1986-1990 yılları arasında buğday, şeker pancarı ve ayçiçeği bitkilerine ait bitki su tüketimleri ile Blaney-Criddle, Penman-Monteith, Penman (FAO), ve Jensen-Haise yöntemleri ile hesaplanan bitki su tüketimi tahmin değerlerini karşılaştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre buğday bitkisi için Penman (FAO) yöntemi, şeker pancarı ve ayçiçeği bitkileri için de Blaney-Criddle ve Penman (FAO) yöntemleri gerçeğe en yakın değerleri vermiştir.

Köksal ve ark.(2000), damla, ağaç altı mikro yağmurlama ve yüzey sulama yöntemleri ile sulanan elma ağaçlarında, on günlük periyotlarla bitki su tüketimlerini elektronik sayısal tansiyometre ile ölçmüşlerdir. Ölçülen değerler bazı su tüketimi tahmin eşitlikleri ile hesaplanan değerlerle karşılaştırılmıştır. Genel olarak, Radyasyon (FAO) yöntemi daha sağlıklı bitki su tüketimi tahminleri vermiştir. Sulama yöntemlerinin bitki su tüketimleri karşılaştırıldığında yüzey sulamaya oranla damla sulamada ortalama %23, ağaç altı mikro sulamada ise %13 daha düşük su tüketimleri elde edildiğini saptamışlardır.

Alanya'da muz bitkisinin sulama programının oluşturulmasında Class-A Pan'dan yararlanma olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada, sulama suyu çanak yöntemiyle uygulanmıştır. Araştırmada iki farklı sulama aralığı (5 ve 10 gün) ve üç pan katsayısı (0.60, 0.90, 1.20) kullanılmıştır. Muz bitkisi Class-A Pan buharlaşma değerlerinden daha fazla su tüketmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, muzun sulama dönemi içerisinde su tüketimi 916-1186 mm arasında değişmiştir. Muzun 5 günde bir sulanması gerektiği, sulama suyunun hesaplanmasında Kp:1.39 katsayısının kullanılabilmesi belirlenmiştir. Sulama programının 5 günde bir ve Kp:1.20 uygulaması daha fazla ürün elde edilmesini sağlamıştır (Kanber ve Eylem, 1995b).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Deneme Yeri

Bu deneme, Malatya Meyvecilik Araştırma Enstitüsü arazisinde, 2001-2002 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma alanı 980 m rakımlı olup, 38° 21' kuzey enlemi ile 38° 17' doğu boylamında yer almaktadır.

3.1.2. Toprak Özellikleri

Araştırma alanının toprakları kolüvyal büyük toprak grubundan olup toprak bünyesi kumlu tın, pH 7.8, elektrik iletkenliği 0.4 mmhos/cm, toplam kireç içeriği % 45 ve organik madde yüzdesi % 1.85'tir. Katmanlara göre diğer toprak özellikleri Çizelge 3.1.2. de verilmiştir.

Çizelge 3.1.2. Deneme alanının toprak özellikleri

Derinlik (cm)	Tarla Kapasitesi P _{WTK} (%)	Solma Noktası P _{WSN} (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Özgül ağırlık (gr/cm ³)	Hacim Ağ.(As) (gr/cm ³)
0 -30	11.4	5.6	73.4	15.1	11.5	SL	2.65	1.65
30 - 60	24.8	11.3	35.4	36.1	28.5	CL	2.66	1.12
60 - 90	19.4	10.8	42.5	28.8	28.7	CL	2.65	1.18
90-120	20.7	10.6	41.5	30.6	27.9	CL	2.59	1.09
120-150	20.5	9.3	42.2	33.1	24.7	L	2.67	1.32

3.1.3. İklim Özellikleri

Kara iklimin hüküm sürdüğü Malatya İli, Doğu Anadolu Bölgesinin Fırat Havzasında yer almaktadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları genellikle yağışlı ve soğuktur. İlin Fırat Havzasında kalan Güney ovasında ılık Akdeniz iklimi görülür. Yüksek kesimlerde ise, kışları soğuk olup İç Anadolu step iklim özellikleri hüküm sürmektedir. Malatya'da yılın en yağışlı mevsimi ilkbahardır. Yılın 130-140 günü güneşli, 50-60 günü kapalı geçer. Diğer günler parçalı bulutludur. Sıcaklık -20 ile +40 derece arasında değişmektedir. 1920 yılından günümüze kadar ölçülmüş en düşük sıcaklık -21.2 derece, en yüksek sıcaklık +41 derece olmuştur. Ortalama yıllık

yağış 382.6 mm.'dir. En sıcak aylar Temmuz ve Ağustos, en soğuk aylar ise Ocak ve Şubat aylarıdır (Çetiner, 1997).

Malatya İli'nin 1981-2000 yılları arasındaki uzun dönem ortalama meteorolojik değerleri Çizelge 3.1.3.1 de verilmiştir. Ampirik ET yöntemlerinin hesaplanmasında kullanılan 2001-2002 yılları iklim değerleri Malatya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İstasyonu'ndan sağlanmıştır (Çizelge 3.1.3.2.).

Çizelge 3.1.3.1. Malatya İli 1981-2000 yılları arası ortalama meteorolojik değerler

İklim Öğeleri	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Maksimum Sıc.(°C)	6.7	9.2	15.8	22.6	27.7	32.4	36.8	35.9	31.8	24.4	14.9	7.7
Minimum Sıc.(°C)	-6,2	-5.3	-1.5	4.6	8.2	13.5	17.4	17.0	12.6	6.4	0.3	-3.6
Ortalama Sıc.(°C)	0.0	1.4	6.4	13.1	18.0	22.8	27.4	26.6	22.2	14.7	6.8	2.3
Yağış (mm)	30.5	39.8	48.7	50.4	47.1	26.1	2.0	1.1	5.3	47.5	46.3	39.2
Oransal Nem (%)	71.6	67.8	60.7	53.5	51.1	41.8	38.0	35.8	39.1	56.9	70.2	73.8
Rüzgar Hızı (m/s)	0.9	1.1	1.3	1.7	1.4	1.6	1.6	1.5	1.4	1.0	0.9	0.8
Güneşlenme Süresi (saat)	3.6	4.7	5.9	7.2	9.5	10.9	12.5	11.8	9.9	7.1	4.7	2.4

3.1.4. Bitki Çeşidi

Denemede materyal olarak, bölgede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 4 yaşında, 10 x 10 m aralık ve mesafede dikilmiş Hacihaliloğlu kayısı çeşidi kullanılmıştır. Hacihaliloğlu, dik-yayvan taç yapısına sahip, oldukça kuvvetli ağaçlar oluşturan bir kayısı çeşididir. Bu çeşidin meyveleri orta irilikte (25-45 g) oval ve simetrik, meyve üst rengi turuncu, az sulu, çok tatlı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)'si %26, asitliği %0.30, çekirdeği oval, bademi tatlı, et/çekirdek oranı 14 olan bir kayısı çeşididir (Uslu ve ark. 1996).

3.1.5. Sulama Suyunun Sağlanması

Sulama suyu, Enstitü arazisinden geçen Malatya İli içme suyu ana şebekesinden sağlanmıştır. Malatya Belediyesi tarafından içme suyu ana şebekesinden tahliye edilen su 150 m³'lük havuzda toplanarak pompajla sistemlere verilmiştir. Sulama suyunun bazı özellikleri Çizelge 3.1.4 de verilmiştir.

Çizelge 3.1.4. Sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri

EC dS/m	Sertlik	Katyonlar (mg/L)					Anyonlar (mg/L)					pH	Sınıfı
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Toplam		
0.285	14	4.6	0.8	54.1	9.4	68.9	0.0	54.9	10	4.0	68.9	7.45	C ₂ S ₁

Çizelge 3.1.3.2. Araştırma alanının 2001-2002 yılları ortalama meteorolojik değerleri

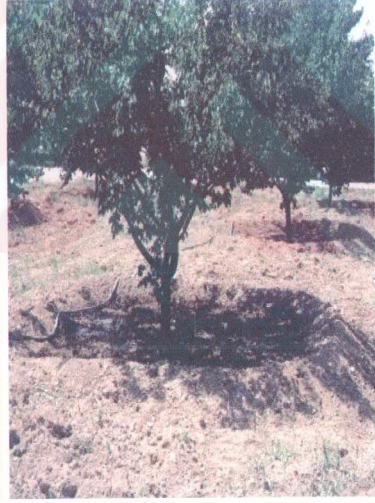
İklim Ögeleri	2001 Yılı											
	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Minimum Sic.(°C)	-0.3	-0.7	6.5	8.7	10.8	18.1	22.9	22.9	17.9	7.2	2.1	0.9
Maksimum Sic.(°C)	7.0	9.2	17.7	20.1	21.7	28.3	33.5	32.6	27.2	21.8	10.7	6.4
Ortalama Sic.(°C)	3.0	4.0	12.0	14.5	15.8	24.5	28.3	28.1	23.6	16.0	6.1	3.4
Toplam Yağış (mm)	4.2	55.8	49.5	41.5	60.8	0.0	7.6	0.0	2.0	16.2	19.4	59.2
Oransal Nem (%)	65.1	62.3	52.9	49.3	53.3	28.1	24.9	26.6	27.4	38.8	60.9	79.4
Rüzgar Hızı (m/s)	1.1	1.6	1.8	2.3	2.0	2.4	1.8	2.0	1.8	1.5	1.6	1.2
Buhar Basıncı (mm)	5.0	5.0	7.1	7.8	9.1	8.6	9.5	10.0	7.8	6.8	5.8	6.4
Hava Basıncı (mm)	912.2	908.4	907.3	906.7	904.9	903.6	901.1	903.1	905.7	909.5	911.8	909.8
Güneş Işınlari Şid. (cal/cm ²)	166.93	257.21	347.71	443.51	498.81	618.52	604.39	544.81	451.36	332.69	202.28	123.91
Güneşlenme Süresi (saat)	3.8	5.4	6.3	7.8	8.3	11.7	11.9	11.8	10.5	8.5	5.1	2.1
Aylık Güneşlenmenin Mümkün Olan Güneşlenmeye Oranı (%)	39.0	50.0	53.0	60.0	58.0	80.0	82.0	87.0	85.0	76.0	50.0	22.0
	2002 yılı											
Minimum Sic.(°C)	-5.6	0.4	3.9	7.1	12.8	16.9	22.1	21.8	17.2	8.0	4.6	-5.5
Maksimum Sic.(°C)	1.2	10.4	15.2	17.3	23.8	29.0	31.9	30.6	26.4	22.8	15.8	2.2
Ortalama Sic.(°C)	-2.3	5.1	9.3	12.1	17.7	23.1	27.6	25.9	22.8	16.4	9.7	-1.9
Toplam Yağış (mm)	41.7	33.4	57.9	82.1	39.1	2.9	8.9	1.8	10.2	11.2	10.4	51.7
Oransal Nem (%)	75.4	65.2	58.9	61.4	51.0	44.4	35.0	37.7	48.8	57.7	65.6	74.0
Rüzgar Hızı (m/s)	1.6	1.3	2.2	1.9	1.9	2.4	1.8	1.8	1.7	1.3	1.3	1.4
Buhar Basıncı (mm)	4.0	5.6	6.7	8.6	10.3	12.7	13.0	12.6	13.3	10.8	7.8	4.4
Hava Basıncı (mm)	912.3	912.2	906.8	904.2	905.1	904.2	903.0	902.5	907.5	909.8	912.4	910.9
Güneş Işınlari Şid. (cal/cm ²)	189.11	270.74	358.37	411.42	567.78	591.04	595.42	542.33	451.81	313.83	222.08	176.67
Güneşlenme Süresi (saat)	4.4	6.4	6.2	6.7	10.4	11.7	12.2	11.4	10.3	7.9	6.5	4.0
Aylık Güneşlenmenin Mümkün Olan Güneşlenmeye Oranı (%)	45.0	60.0	52.0	51.0	73.0	79.6	84.0	84.0	83.1	70.5	64.0	42.0

3.1.6. Sulama Sisteminin Özellikleri

Denemede kullanılan yağmurlama ve çanak sulama sistemi Şekil 3.1.6.1. de gösterilmiştir. Sisteme su 5.5 kW/h (7.5 BG)'lik pompa ile verilmiştir (Şekil. 3.1.6.2.). Pompadan 110 mm'lik ana boru ile deneme alanına iletilen su 63 mm'lik borular ile parsellere dağıtılmıştır. Verilecek su miktarı her parsel başına koyulan su sayacından ölçülmüştür. Basıncın kontrol edilmesi için manometre, vanalar, yağmurlama başlıkları ve çanak sulama hortumları kullanılmıştır. Yağmurlama sulamada 20 mm'lik laterallere bağlanan 1 atmosfer sabit basınçta 60 L/h debi ve 2.5 m ıslatma çapına sahip mini yağmurlama (mini sprink) başlıkları kullanılmıştır. Her ağaç taç izdüşümüne iki adet yağmurlama başlığı yerleştirilmiştir. Çanak sulamada ise su 32 mm'lik polietilen hortum ile ağaç taç izdüşümüne açılan çanaklara iletilmiştir. Suyun ağaç gövdesine temasını önlemek için gövde çevresine küçük ikinci bir çanak yapılmıştır.

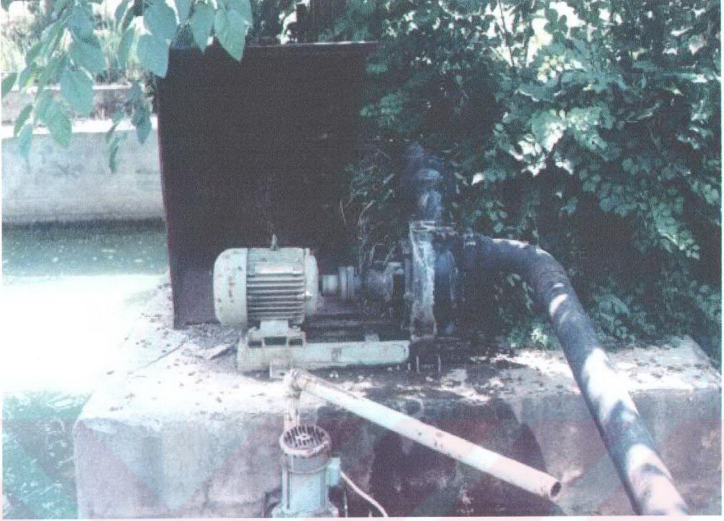


(a)



(b)

Şekil 3.1.6.1. Sulama sistemlerinin görünüşü (a) mini yağmurlama, (b) çanak sulama sistemi.



Şekil 3.1.6.2. Denemede kullanılan pompaj sistemi.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Toprak Analizleri

Araştırma alanına ait toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek ve gerekli analizleri yapmak amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Bozulmuş toprak örnekleri, Petersen ve Calvin (1965); Benami ve Diskin (1965)'e göre, her 30 cm derinlik için ayrı olarak Hollanda tipi burgular ile alınmıştır. Ayrıca her sulamadan önce 90 cm profildeki toprak nem düzeyini belirlemek amacıyla toprak örnekleri ağaç taç izdüşümünden alınmıştır.

Bozulmamış toprak örnekleri ise, deneme alanının farklı noktalarından 150 cm derinliğe kadar açılan profilden alınmıştır. Bozulmamış toprak örnekleri USSLS (1954)'de verilen esaslara göre, 100 cm³'lük silindireler kullanılmıştır.

Alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için laboratuarda aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır.

Toprak Bünyesi: Toprakların kum, silt ve kil içerikleri, Bouyoucos (1951) tarafından bildirilen hidrometre yöntemi ile saptanmıştır.

Hacim ağırlığı, bozulmamış toprak örneklerinde; **Tarla Kapasitesi** ve **Solma Noktası,** basınç tenceresi cihazı ile bozulmamış toprak örneklerinin 1/3 ve 15 atmosferde tuttukları nem miktarlarının belirlenmesiyle bulunmuştur.

pH: Saturasyon çamurunda cam elektrotlu Beckman pH metresiyle saptanmıştır (Jackson, 1962).

Organik Madde: Walkley-Black Yöntemine göre yapılmıştır (Hızalan ve Ünal 1969).

Kireç İçeriği: Olsen Yöntemi kullanılmıştır (Güzel, 1982).

3.2.2. Denemenin Düzenlenmesi

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur (Şekil 3.2.2.1. ve 3.2.2.2.). Ana parselleri sulama sistemi, alt parselleri sulama aralıkları oluşturmuştur. Denemede, sulama suyu mini yağmurlama (mini sprink) (Y) ve çanak (salma) sulama (Ç) sistemlerinde 15, 20 ve 25 günlük sulama

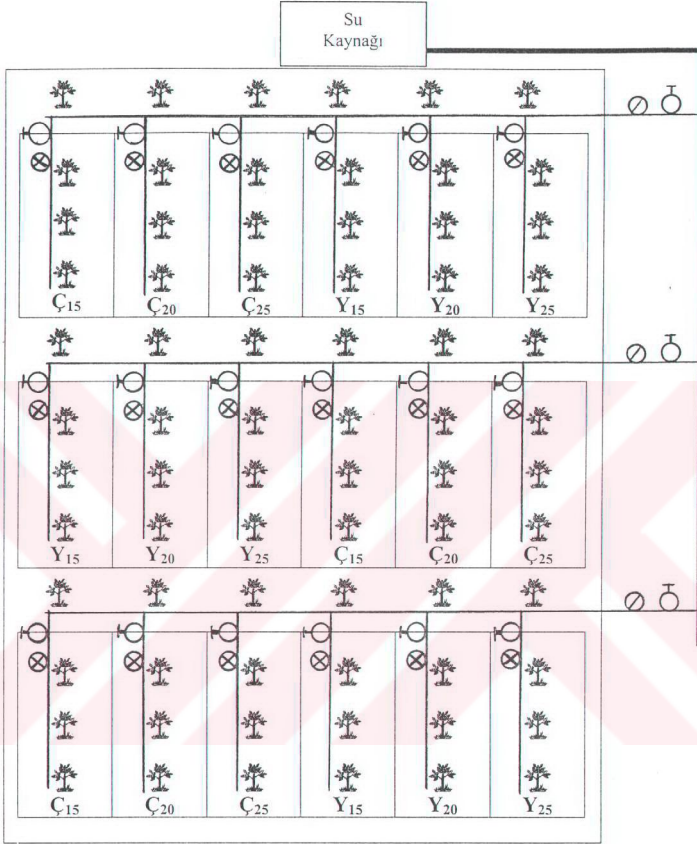
aralıklarında bitkiye uygulanmıştır. Deneme üç yinelemeli ve her yinelemede 3 ağaç olacak şekilde kurulmuştur. Denemede bloklar arasında birer sıra ağaç kenar etkisi olarak bırakılmıştır.



Şekil 3.2.2.1. Deneme alanının görünüşü

3.2.3. Tarımsal İşlemler

Toprak, sonbaharda yaprak dökümünden sonra pullukla 20-25 cm derinlikte, ilkbaharda Mayıs ayının ikinci haftasında 15-20 cm derinlikte kültüvatör ile işlenmiştir. Mantari hastalıklara karşı koruyucu olarak sonbaharda yapraklar döküldükten sonra %2'lik (100 lt su + 2 kg CuSO_4 + 1 kg CaCO_3), ilkbaharda Mart ayı sonunda %1'lik bordo bulamacı uygulanmıştır. Tam çiçeklenme döneminde Monilya hastalığına karşı benomyl %50, carbendazim%50, captan %50, bitertanol 300 g/lt, cyprodinil etkili madde içeren ilaçlar ile ilaçlanmıştır. Gübre olarak, ilk yıl 3 kg/da N, 3 kg/da P_2O_5 , 3 kg/da K_2O saf madde ve 300 kg/da yanmış çiftlik gübresi, ikinci yıl 4 kg/da N, 4 kg/da P_2O_5 , 4 kg/da K_2O saf madde ve 400 kg/da çiftlik gübresi verilmiştir. Çiftlik gübresi sonbaharda yaprak döküm döneminde ağaç taç



Y₁₅, Y₂₀, Y₂₅ : Mini yağmurlama 15, 20 ve 25 günlük sulama uygulamaları
 Ç₁₅, Ç₂₀, Ç₂₅ : Çanak sulama 15, 20 ve 25 günlük sulama uygulamaları

- : Vana
- ⊘ : Manometre
- ⊗ : Su sayacı

Şekil 3.2.2.2. Deneme planı

izdüşümüne serpme olarak, fosforlu (Triple Süper Fosfat % 42-44 P₂O₅) ve potasyumlu (Potasyum Sülfat % 50 K₂O) gübreler ağaç taç izdüşümüne 15-20 cm derinlikte bant halinde verilmiştir. Azotlu (Amonyum Sülfat % 21 N) gübrenin 2/3'ü ilkbaharda çiçeklenmeden 3 hafta önce, 1/3'ü ise ilk su ile ağaç gövdesinden 40 cm uzaklıkta ağaç taç izdüşümüne serpme olarak verilip çapa ile toprağa karıştırılmıştır. .

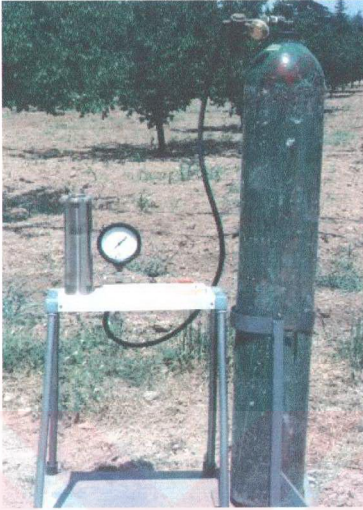
3.2.4. Sulamaların Planlanması ve Uygulanması

Denemede mini yağmurlama (Y) ve çanak sulama (Ç) yöntemleri kullanılmıştır. Her iki yöntemde su 15, 20 ve 25 günlük aralıklarla bitkiye uygulanmıştır. Denemenin her iki yılında da ilk sulama Haziran ayı ortasında başlamış ve Ekim ayı başında tamamlanmıştır. Her sulamadan önce 90 cm toprak profilindeki nem düzeyi gravimetrik yöntemle her 30 cm derinlik için ayrı olarak hesaplanmıştır. Etkin kök derinliği dikkate alınarak 90 cm profildeki eksik nemi, tarla kapasitesine getirecek kadar su uygulanmıştır.

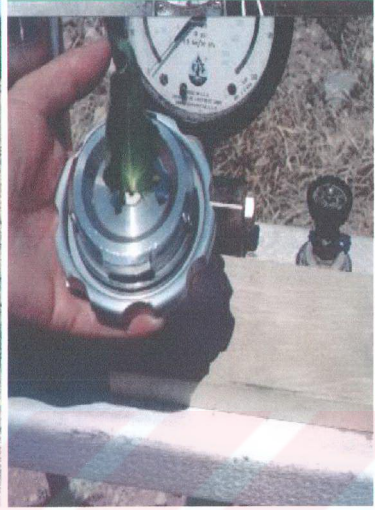
3.2.5. Fizyolojik Ölçümlerin Yapılması

3.2.5.1. Yaprak Su Potansiyeli

Yaprak su potansiyeli (YSP) ölçümleri ilk olarak Scholander ve ark. (1965) tarafından kullanılan ve Goode (1968) tarafından modernize edilen basınç hücresi (pressure chamber, pressure bomb) cihazı ile yapılmıştır (Şekil 3.2.5.1.1.). Sulamadan önce yaprak su potansiyeli değişimlerini belirlemek için her sulamadan bir gün önce, sulamadan sonraki değişimleri belirlemek için her sulamadan iki gün sonra 12.00-14.00 saatleri arasında sürgünün orta kısmından gelişmesini tamamlamış 3 ayrı yaprakta yapılmıştır (Naor ve ark. 1999). Ayrıca YSP'nin günlük değişimini belirlemek amacıyla her uygulamada iki sulama aralığında günlük YSP ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm yapmak üzere seçilen yapraklar, dış ortam koşullarının etkisi dikkate alınarak kesilmeden önce alüminyum folyo ile kaplanmış siyah renkli polietilen torba içerisine yerleştirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.2.5.1.1. YSP ölçümlerinde kullanılan basınç hücresi cihazı. (a) genel görünüşü, (b) yaprağın cihaza yerleştirilmesi.

3.2.5.2. Yaprak Oransal Su Kapsamı

Yaprak oransal su kapsamı (YOSK), her sulamadan bir gün önce ve her sulamadan iki gün sonra; saat 14.00 ve 14.30 arasında koparılan, gelişimini tamamlamış 3 yaprakta saptanmıştır. Yaprak örneklerinin oransal su kapsamı; taze ağırlıkları, 4 saat saf su içerisinde bekletilerek saptanan turgor ağırlıkları ve 85 C° sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletme sonrasında (24-48 saat) saptanan kuru ağırlıkları dikkate alınarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Ackley, 1954; Smart ve Barss 1973).

$$\text{YOSK (\%)} = \frac{\text{Yaş Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}}{\text{Turgor Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}} \times 100$$

3.2.5.3. Yaprak Klorofil ve Karotinoid İçeriği

Sulama sezonu başında ve sonunda her ağaçtan, sũrgũnũn orta kısmından gelişmesini tamamlamış 10 yaprak alınarak yapılmıştır. Ođũtũlen yapraklardan 1'er g alınarak %90'lık aseton ile ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Daha sonra spektrofotometre yardımıyla 663, 645, 470 ve 750 nm dalga boylarında absorbans okumaları yapılmıştır. 750 nm dalga boyundaki absorbans değer her iki dalga boyundaki absorbans değerinden çıkarılarak solũsyonda oluşabilecek tũrbilans giderilmeye çalışılmıştır. Strain ve Svec (1966) tarafından geliştirilen yũnteme gũre yaprak klorofil ve karotinoid konsantrasyonu aşağıdaki formũllerden hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil-a (mg/g)} = 11.64 \times A_{663} - 2.16 \times A_{645}$$

$$\text{Klorofil-b (mg/g)} = 20.97 \times A_{645} - 3.94 \times A_{663}$$

$$\text{Toplam Klorofil (mg/g)} = \text{Klorofil-a} + \text{Klorofil-b}$$

$$\text{Karotinoid (mg/g)} = \frac{1000 (A_{470}) - 2.27 (Kl-a) - 81.4 (Kl-b)}{227 \times 1000}$$

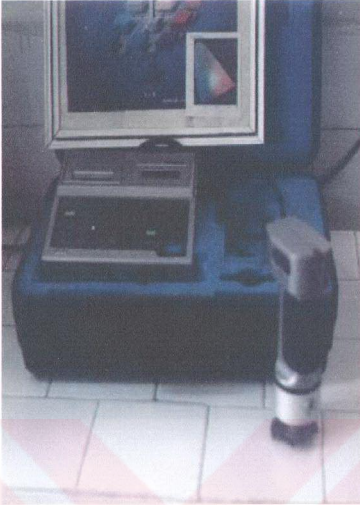
Klorofil ve karotinoid analizlerinde Shimatsu Marka, UV-120-01 model ultraviyole ve gũrũnũr bũlge spektrofotometresi kullanılmıştır.

3.2.5.4. Yaprak Renk Değerimleri

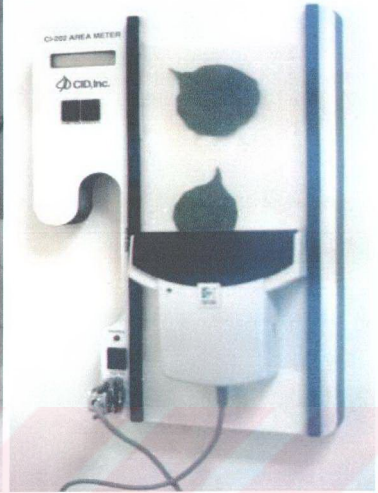
Minolta CR-200 marka renk tayin cihazı (colormeter) ile sulamaya bağlı olarak yapraklardaki renk değerimleri L, a, b şeklinde izlenmiştir (şekil 3.2.5.4.1. ve 3.2.5.4.2.). Oľũmler sulama sezonu başında ve sonunda, her bitkinin gũney yũnũnden alınan, gelişmesini tamamlamış 3 adet yaprakta yapılmıştır.

3.2.5.5. Yaprak Alanı

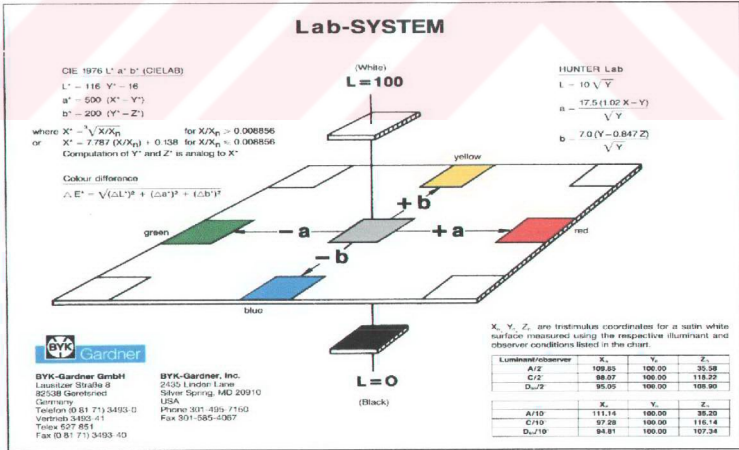
Sulama sistemleri ve programlarının yaprak gelişimine etkisini belirlemek amacıyla sulama sezonu başında, ortasında ve sonunda sũrgũnũn orta kısmından her ağaçtan alınan 10 adet yaprakta yaprak alan oľũmleri yapılmıştır. Oľũmlerde portatif CI-202 CID, Inc., USA model yaprak alanı oľũm cihazı kullanılmıştır (şekil 3.2.5.5.1.).



Şekil 3.2.5.4.1. Renk tayin cihazı



Şekil 3.2.5.5.1. Yaprak alanı ölçüm cihazının üstten görünüşü



Şekil 3.2.5.4.2. L, a, b renk değerleri

3.2.6. Kayısı Su Tüketiminin Belirlenmesi

3.2.6.1. Su Bütçesi Yöntemi

Her sulamadan önce 90 cm toprak profilindeki nem düzeyi gravimetrik yöntemle her 30 cm derinlik için ayrı olarak hesaplanmıştır. Etkin kök derinliği dikkate alınarak 90 cm profildeki eksik nemi, tarla kapasitesine getirecek kadar su uygulanmıştır. Kayısının gerçek su tüketimi aşağıda verilen su bütçesi eşitliği ile belirlenmiştir (Cooper ve ark. 1987).

$$ET_a = I + P + Cr - Dp \pm Rf \pm \Delta m$$

Eşitlikte;

ET_a : Gerçek bitki su tüketimi (mm),

I : Sulama suyu miktarı

P : Yağış miktarı

Cr : Kılcal yükseliş (taban suyunun 5-6 m derinlikte olması nedeniyle ihmal edilmiştir).

Dp : Derine süzülme miktarı

Rf : Yüzeysel akışla parsel giren ve çıkan su miktarı (her ağaç taç izdüşümünde seddelerle çevrildiği için ihmal edilmiştir).

Δm : Toprak profilindeki nem değişimi

3.2.6.2. Ampirik ET Modelleri

3.2.6.2.1. Blaney-Criddle Yöntemi (B-C)

Temel iklimsel verilerle hesaplanabildiğinden kolay ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. 1950 yılında Blaney ve Criddle tarafından geliştirilmiştir (Cuenca, 1989; Allen ve ark., 1989).

$$ET = k \times f \quad \text{Eşitlikte;}$$

ET : Bitki su tüketimi (mm/ay),

k : Aylık su tüketimi katsayısı,

f : Aylık su tüketim faktörü,

$$f = \frac{(45.7 t + 813) P}{100}$$

P : Ay içindeki gündüz saatlerinin yıllık gündüz saatleri toplamına oranı (%),

t : Aylık ortalama sıcaklık (°C),

İlgili fonksiyonların ve katsayıların belirlenmesinde Cuenca (1989)'daki çizelge ve abaklardan yararlanılmıştır.

3.2.6.2.2. FAO-Blaney-Criddle Yöntemi (FAO-BC)

Doorenbos ve Pruitt (1977)'e göre yeniden düzenlenen Blaney-Criddle yöntemine göre referans bitki su tüketiminin hesaplanmasında;

$$ET_R = a + b [P (0.46 T + 8.13)]$$

eşitliği kullanılmıştır (Cuenca, 1989). Eşitlikte a ve b değerleri;

$$a = 0.0043 (RH_{\min}) - n / N - 1.41$$

$$b = 0.82 - 0.041 (RH_{\min}) + 1.07 (n/N) + 0.066 (u_{\text{gün}}) - 0.006 (RH_{\min}) (n/N) - 0.0006 (RH_{\min}) (u_{\text{gün}})$$

biçimindedir. Eşitliklerde ;

ET_R : Çayır referanslı bitki su tüketim (mm/gün),

a, b : İklim kalibrasyon katsayıları,

P : Günlük güneşlenme yüzdesi,

T : Günlük ortalama sıcaklık (°C),

RH_{min} : Minimum nispi nem (%),

n/N : Gerçek güneşlenme süresinin max güneşlenme süresine oranı (%),

u_{gün} : Gündüz 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m/s),

$$u_2 = u_z \left(\frac{2}{z} \right)^{0.2}$$

u₂ : 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m/s),

u_z : z m yükseklikteki rüzgar hızı (m/s),

z : Rüzgar hızının ölçüldüğü yükseklik (m).

Yöntemin hesaplanmasında kullanılan fonksiyon ve katsayıların belirlenmesinde Cuenca (1989)'daki çizelge ve abaklardan yararlanılmıştır.

3.2.6.2.3. FAO-Radyasyon Yöntemi (FAO-R)

Yeryüzüne ulaşan radyasyon değeri temel alınarak geliştirilen bir yöntemdir (Cuenca, 1989).

$$ET_R = c (W R_s)$$

Eşitlikte;

ET_R : Referans bitki su tüketimi (mm/gün),

c : Ortalama rüzgar hızı ve nispi neme bağlı katsayı,

W : Sıcaklıkla ilgili düzeltme faktörü,

R_s : Solar radyasyon (mm/gün)' dur.

ET hesaplanmasında Cuenca (1989)'daki çizelge ve abaklar kullanılmıştır.

3.2.6.2.4. Penman-Monteith Yöntemi (P-M)

Penman-Monteith yöntemine göre referans bitki su tüketiminin hesaplanmasında;

$$ET_R = \frac{\delta}{\Delta + \gamma^*} (R_n - G) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} \frac{900}{T + 275} u_2 (e_a - e_d)$$

eşitliği kullanılmıştır (Cuenca, 1989; Allen ve ark. 1989). Bu eşitlikte yer alan parametreler şöyledir:

$$\delta = \frac{4098 e_a}{(T + 237.3)^2}$$

$$\lambda = 2.501 - (2.361 \times 10^{-3}) T$$

$$\gamma = 0.0016286 \frac{P}{\lambda}$$

$$P = 101.3 - (0.01055 \times h)$$

$$\gamma^* = \gamma (1 + 0.34 u_2)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

$$R_{ns} = 0.75 R_s$$

$$R_{nl} = f(t) f(e_d) f(n/N)$$

$$R_s = (0.25 + 0.50 n/N) R_a$$

$$e_d = e_a \frac{RH}{100}$$

Bu eşitliklerde;

ET_R : Referans bitki su tüketimi (mm/gün),

δ : Buhar basınç eğrisinin eğimi (kPa/°C),

γ^* : Modifiye psikometrik sabite (kPa/°C),

γ : Psikometrik sabite (kPa/°C),

λ : Buharlaşma gizli ısı (MJ/kg),

G : Toprakta ısı akımı (MJ/m²/gün),

T : Ortalama sıcaklık (°C),

u_2 : 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı (m/s),

R_n : Net radyasyon (MJ/m²/gün),

R_{ns} : Kısa dalgalı net radyasyon (MJ/m²/gün),

R_{nl} : Uzun dalgalı net radyasyon (MJ/m²/gün),

$f(t)$: Sıcaklık fonksiyonu,

$f(e_d)$: Buhar basıncı fonksiyonu,

$f(n/N)$: Güneşlenme oranı fonksiyonu,

n : Günlük ortalama güneşli saatler (h),

N : Günlük olası güneşli saatler (h),

P : Atmosfer basıncı (kPa),

h : Deniz seviyesinden yükseklik (m),

e_a : Ortalama hava sıcaklığında doymuş buhar basıncı (mb),

e_d : Ortalama hava sıcaklığında gerçek buhar basıncı (mb)' dir.

3.2.6.2.5. Penman Yöntemi (P)

Referans bitki su tüketiminin saptanmasında kullanılan eşitlik şöyledir (Cuenca, 1989).

$$ET_R = \frac{\Delta}{\Delta + \delta} (R_n - G) + \frac{\delta}{\Delta + \delta} f(u) \Delta e$$

$$\Delta e = (e_s - e_a)$$

$$e_s = \exp \left(\frac{19.08 T_a + 429.4}{T_a + 237.3} \right)$$

$$f(u) = m (w_1 + w_2 u_{2m})$$

$$\Delta = 2.00 (0.00738 T_{ort} + 0.8072)^7 - 0.00116$$

$$\delta = 1.6134 \frac{P}{L}$$

$$L = 2500.78 - 2.3601 T_{ort}$$

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s$$

$$R_{nl} = f(T) \times f(ed) \times f(n/N)$$

$$f(u) = 0.27 \left(1 + \frac{u}{100} \right)$$

Bu eşitliklerde yer alan parametreler şöyledir:

ET_R : Çim kıyas bitki su tüketimi (mm/gün),

Δ : Ortalama hava sıcaklığındaki doygun buhar basıncı ile sıcaklık eğrisinin eğimi (mb/°C),

δ : Psikometrik katsayı (buhar basıncı açığı ile ıslak sıcaklık düşüşü arasındaki ilişki) (mb/°C),

R_n : Net radyasyon (mm/gün),

G : Toprakta ısı akışı (mm/gün),

$f(u)$: Rüzgar fonksiyonu,

Δe : Buhar basıncı açığı (mb),

e_s : Hava sıcaklığındaki doygun buhar basıncı (mb),

e_a : Havanın ortalama gerçek buhar basıncı (mb),

T_a : Ortalama hava sıcaklığı (°C),

m : Değişim katsayısı,

w_1, w_2 : Amprik sabiteler,

u_{2m} : 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı (m/s),

P : Atmosferik basınç (mb),

L : Gizli buharlaşma ısısı (kj/kg),

R_{ns} : Net kısa dalga boylu radyasyon (mm/gün),

R_{nl} : Net uzun dalga boylu radyasyon (mm/gün),

α : Yansıtma katsayısı (0.25),

R_s : Solar radyasyon (mm/gün),

$f(T)$: Sıcaklığın net uzun dalga boylu radyasyona etkisini gösteren fonksiyon,
 $f(ed)$: Buhar basıncının net uzun dalga boylu radyasyon üzerine etkisini gösteren fonksiyon,

$f(n/N)$: Gerçek güneşlenmenin maksimum güneşlenmeye oranı değerinin net uzun dalga boylu radyasyon üzerine etkisini gösteren fonksiyon,

u : 2 m yükseklikteki günlük ortalama rüzgar hızı (km/gün).

Yöntemin hesaplanmasında kullanılan fonksiyon ve katsayılar Cuenca (1989)'daki çizelge ve abaklardan alınmıştır.

3.2.6.2.6. FAO-Penman Yöntemi (FAO-P)

Kısa dönemli bitki su tüketimi tahminlerinde sağlıklı sonuç veren bu yönteme ilişkin referans bitki su tüketiminin saptanmasında kullanılan eşitlik şöyledir (Cuenca, 1989):

$$ET_R = c \frac{\Delta}{\Delta + \delta} R_n + \frac{\delta}{\Delta + \delta} (0.27) (1.0 + 0.01 u_{2m}) (e_s - e_a)$$

$$c = 0.68 + 0.0028 (RH_{max}) + 0.018 (R_s) - 0.068 (u_{2gün}) + 0.013 (u_{gün}/u_{gece}) + 0.0097 (u_{2gün}) (u_{gün}/u_{gece}) + 0.000043 (RH_{max}) (R_s) (u_{2gün})$$

Bu eşitlikte yer alan parametreler;

ET_R : Çim referans bitki su tüketimi (mm/gün),

c : Meteorolojik veriye bağlı kalibrasyon katsayısı,

Δ : Ortalama hava sıcaklığındaki doygun buhar basıncı ile sıcaklık eğrisinin eğimi (mb/°C),

δ : Psikometrik katsayı (buhar basıncı açığı ile ıslak sıcaklık düşüşü arasındaki ilişki) (mb/°C),

R_n : Net radyasyon (mm/gün),

u_2 : 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı (m/s),

e_s : Hava sıcaklığındaki doygun buhar basıncı (mb),

e_a : Havanın ortalama gerçek buhar basıncı (mb),

RH_{max} = Maksimum nispi nem (%),

R_s : Solar radyasyon (mm/gün),
 $u_{2gün}$: 2 m yükseklikteki gündüz rüzgar hızı (m/s),
 $u_{gün}/u_{gece}$ = 07.00 ile 19.00 saatleri arasındaki gündüz rüzgar hızı ile gece rüzgar hızı arasındaki oran'ı göstermektedir.

3.2.6.2.7. Wright Penman Yöntemi (WP)

Bu metoda göre referans bitki su tüketiminin hesaplanmasında aşağıda verilen eşitlikler kullanılmıştır (Cuenca, 1989; Jensen, 1973):

$$ET_R = \frac{\Delta}{\Delta + \delta} R_n - G + \frac{\delta}{\Delta + \delta} \frac{(15.36)}{0.1 (L)} (0.27) (1.0 + 0.01 u_{2m}) (e_s - e_a)$$

$$a_w = 0.4 + 1.4 \exp \{ - [(D - 173) / 58]^2 \}$$

$$b_w = 0.007 + 0.004 \exp \{ - [(D - 243) / 80]^2 \}$$

Bu eşitliklerde yer alan parametreler şöyledir:

ET_R : Yonca kıyas bitki su tüketimi (mm/gün),
 Δ : Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı ile sıcaklık eğrisinin eğimi (mb/°C),
 δ : Psikometrik katsayı (buhar basıncı açığı ile ıslak sıcaklık düşüşü arasındaki ilişki) (mb/°C),
 R_n : Net radyasyon (mm/gün),
 G : Toprakta ısı akışı (mm/gün),
 L : Gizli buharlaşma ısısı (cal/g),
 a_w, b_w : Yılın gün sayısına bağlı rüzgar fonksiyon katsayıları,
 u_{2m} : 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m/s),
 e_s : Hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı (mb),
 e_a : Havanın ortalama gerçek buhar basıncı (mb),
 D : Yılın gün sayısı.

3.2.6.2.8. Hargreaves-Samani Yöntemi (H-S)

Hargreaves-Samani (1982 ve 1985), klasik Hargreaves eşitliğini yeniden geliştirmiş ve farklı biçimini önermişlerdir. Eşitlik çayır örtüsünden kaldırılan su

buharı miktarının kestiriminde kullanılmaktadır. Bu yöntem Davis Kaliforniya'da soğuk dönemlerde Alta Fescue otunun yetiştirildiği lizimetrelerde 8 yıl süren ölçümler sonucunda geliştirilmiştir (Kanber ve ark., 2000).

$$ET = 0.0135 R_s (T + 17.8)$$

ET : Çayır kıyas bitki su tüketimi (mm/gün),

R_s : Solar radyasyon (mm/gün),

T : Ortalama sıcaklık (°C)'yi göstermektedir.

3.2.6.2.9. Jensen-Haise Yöntemi (J-H)

Radyasyon metodlarından biri olan bu metoda göre potansiyel bitki su tüketiminin hesaplanmasında aşağıda verilen eşitlikler kullanılmıştır (Jensen, 1973):

$$ET = C_T (T - T_x) R_s$$

$$C_T = \frac{1}{C_1 + C_2 C_H}$$

$$C_1 = 38 - \frac{2 H}{305}$$

$$C_H = \frac{5.0}{e_2 - e_1}$$

$$T_x = -2.5 - 1.4 (e_2 - e_1) - \frac{H}{550}$$

$$e_1 = \exp \left(\frac{19.08 T_{\min} + 429.4}{T_{\min} + 237.3} \right)$$

$$e_2 = \exp \left(\frac{19.08 T_{\max} + 429.4}{T_{\max} + 237.3} \right)$$

Bu eşitliklerde;

ET_p = Potansiyel bitki su tüketimi (mm/gün),

C_T, C_1, C_H = Ampirik katsayılar,

$C_2 = 7.3$,

T = Ortalama sıcaklık (°C),

R_s = Yeryüzüne ulaşan kısa dalga radyasyon (mm/gün),

H = Deniz seviyesinden yükseklik (m),

e_1 = Yörede yılın en sıcak ayında ortalama minimum sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı (mb),

e_2 = Yörede yılın en sıcak ayında ortalama maksimum sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı (mb)' dir.

T_{min} : O yılın en sıcak ayının minimum sıcaklığı (°C),

T_{max} : O yılın en sıcak ayının maksimum sıcaklığı (°C) göstermektedir.

3.2.6.2.10. FAO-Pan Buharlaşma Yöntemi (FAO-Pan)

Bu yöntem sıcaklık, radyasyon, rüzgar ve nispi nemin açık su yüzeyinden olan buharlaşmaya etkisini göstermektedir. Söz konusu etmenlerin bitkiye etkisi, açık su yüzeyine olan etkisinden farklıdır. Açık su yüzeyinde radyasyonun yansıma oranı %5-8 iken bu oran bitkilerde %20-25'tir. Buharlaşma kabının yapıldığı metalin bünyesinde bir miktar ısıyı tutması nedeni ile gece ile gündüz arasındaki buharlaşma değerleri birbirine yakın çıkmaktadır. Buna karşılık bitki sadece gündüzleri transpirasyon yapmaktadır. Buharlaşma yüzeyinin hemen üzerindeki havanın nem içeriği ve sıcaklığı da buharlaşma miktarını etkilemektedir. Tüm bu kısıtlamalara rağmen A sınıfı buharlaşma kabının uygun konumlandırılması ile bu yöntemle 10 günlük ya da daha uzun periyotlar için evapotranspirasyon hesapları yapılabilmektedir (Doorenbos and Pruitt, 1992). Class A Pan'dan yararlanarak referans bitki su tüketimi;

$ET_{A-FAO} = k_p E_p$ eşitliği ile tahmin edilmektedir. Eşitlikte:

ET_R = Referans bitki su tüketimi (mm/gün),

K_p = Buharlaşma kabı katsayısı,

E_p = Class A Pan'da ölçülen buharlaşma miktarı (mm/gün)' dir.

Yöntemin hesaplanmasında FAO-24'teki tablo ve abaklardan yararlanılmıştır.

3.2.7. İstatistiksel Analizler

Deneme üç yinelemeli ve her yinelemede 3 ağaç olacak şekilde, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. İstatistiksel analizlerde TARİST paket bilgisayar programı kullanılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Yaprak Su Potansiyeli (YSP)

4.1.1. Yaprak Su Potansiyelinin Mevsimlik Değişimi

Denemenin her iki yılına ait sulamadan önce ve sonra ölçülen yaprak su potansiyeli (YSP) değerleri Çizelge 4.1.1.1. de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi denemenin her iki yılında ve her iki sulama sisteminde de, sulama öncesi YSP değerleri sulamadan sonra ölçülen değerlerden düşük bulunmuştur. Sulamadan önce ve sonra YSP'deki değişimin istatistiksel farklılığını gösteren t-testi sonuçları Ek Çizelge 1. de verilmiştir. Ek Çizelge 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere sulamadan önce ve sonra YSP'deki değişim istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama aralıkları uzadıkça sulama öncesi ölçülen YSP değerleri daha fazla düşüş göstermiştir. İki yılın ortalama değerleri incelendiğinde 15, 20 ve 25 günlük sulama aralıklarında mini yağmurlama sisteminde YSP değerleri sırası ile -30.93, -31.11 ve -32.65 bar, çanak sulamada -31.02, -31.71 ve -32.51 bar olarak gerçekleşmiştir. Denemenin her iki yılında ve her iki sulama sisteminde de sulama öncesi farklılık gösteren YSP değerlerinin, sulamadan sonra birbirlerine oldukça yakın düzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1.1.1.).

Çizelge 4.1.1.1. Sulamadan önce ve sonra ölçülen YSP (bar) değerleri (2001-2002 yılları)

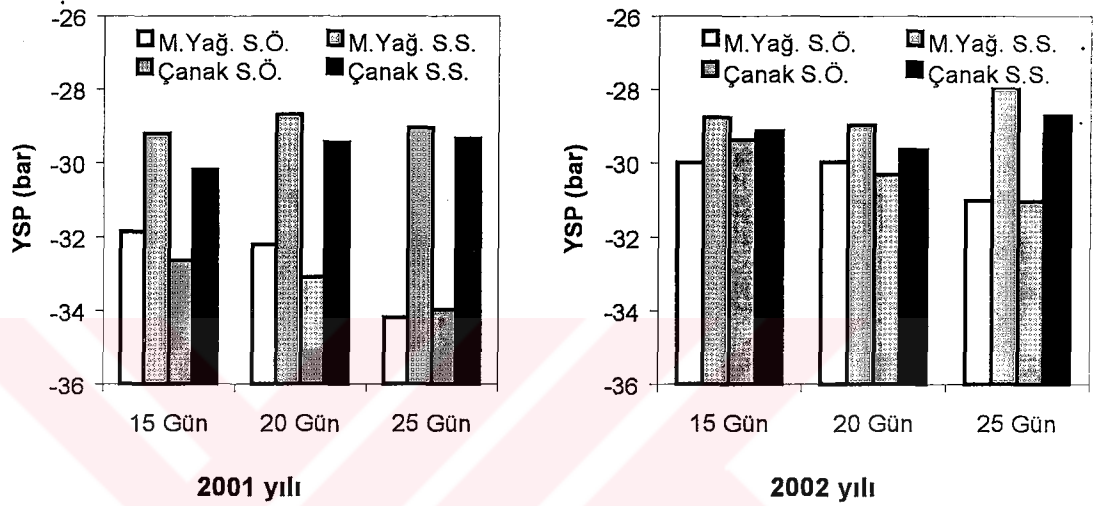
Sulama Uygulaması	2001 Yılı		2002 Yılı		ORTALAMA	
	S.Ö.	S.S.	S.Ö.	S.S.	S.Ö.	S.S.
Y ₁₅	-31.87	-29.22	-29.98	-28.78	-30.93	-29.00
Y ₂₀	-32.22	-28.69	-30.00	-28.99	-31.11	-28.84
Y ₂₅	-34.20	-29.06	-31.01	-27.96	-32.65	-28.51
Ç ₁₅	-32.65	-30.20	-29.38	-29.15	-31.02	-29.68
Ç ₂₀	-33.10	-29.46	-30.32	-29.65	-31.71	-29.56
Ç ₂₅	-33.99	-29.35	-31.03	-28.73	-32.51	-29.04

S.Ö: Sulamadan önce, S.S: Sulamadan sonra

Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre de sulama aralıklarında YSP değişimi %5 düzeyinde önemli bulunurken, sulama sistemleri arasında YSP değişiminde istatistiksel olarak fark saptanmamıştır (Çizelge 4.1.1.2.). Sulama aralığı

uzadıkça toprak nem içeriğinin azaldığı, buna paralel olarakta YSP değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir.

Nitekim; Torrecillas ve ark. (2000) kayısında, Kırnak ve Demirtaş (2002) kirazda, Kaufmann ve Elfving (1972) turunçgillerde, Camacho ve ark. (1974) yine turunçgillerde yaptıkları çalışmalarda, bitkiye verilen su miktarı ile YSP arasında benzer sonuçlar elde etmişlerdir.



Şekil 4.1.1.1. Farklı sulama sistemi ve sulama aralıklarında sulamadan önce ve sonraki YSP değişimi

Çizelge 4.1.1.2. Sulamadan önce ölçülen YSP (bar) değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D	K.T.	K.O.	F Hesap.
Sulama Sistemi (SS)	1	0.111	0.111	0.073 Ö.D.
Sulama Aralığı (SA)	2	16.222	8.111	5.309*
SS*SA	2	0.889	0.444	0.291 Ö.D.
HATA	22	33.611	1.528	
Genel	35	118.889	3.397	

* %5 düzeyinde önemli; Ö.D. önemli değil

Sulama programlarının YSP değişimine etkisinin hangi aralıklarda olduğunu belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1.1.3. te verilmiştir.

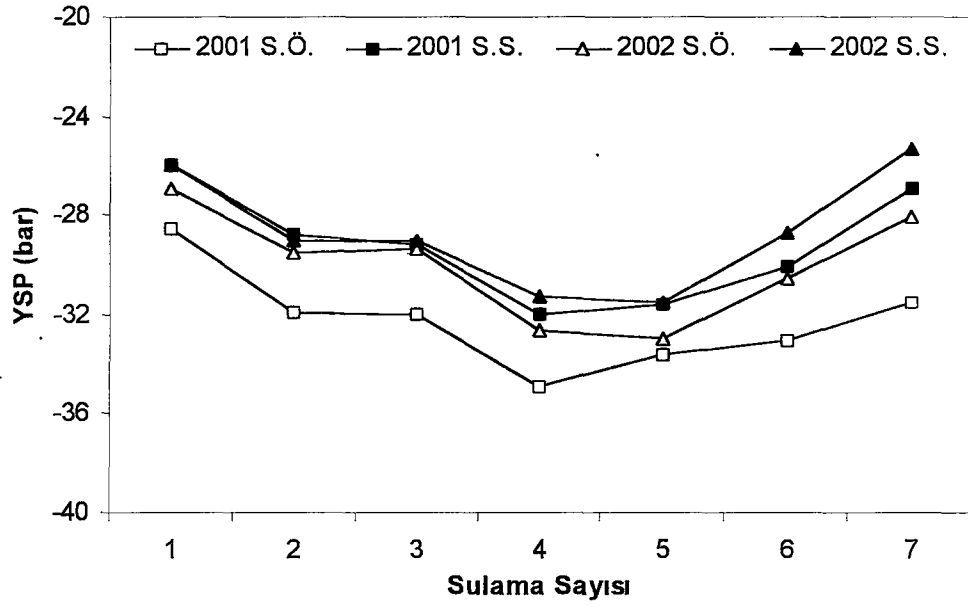
Çizelge 4.1.1.3. Sulamadan önce ölçülen YSP (bar) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması

Sulama Aralığı	YSP
15 Gün	-31.00 a*
20 Gün	-31.17 a
25 Gün	-32.50 b

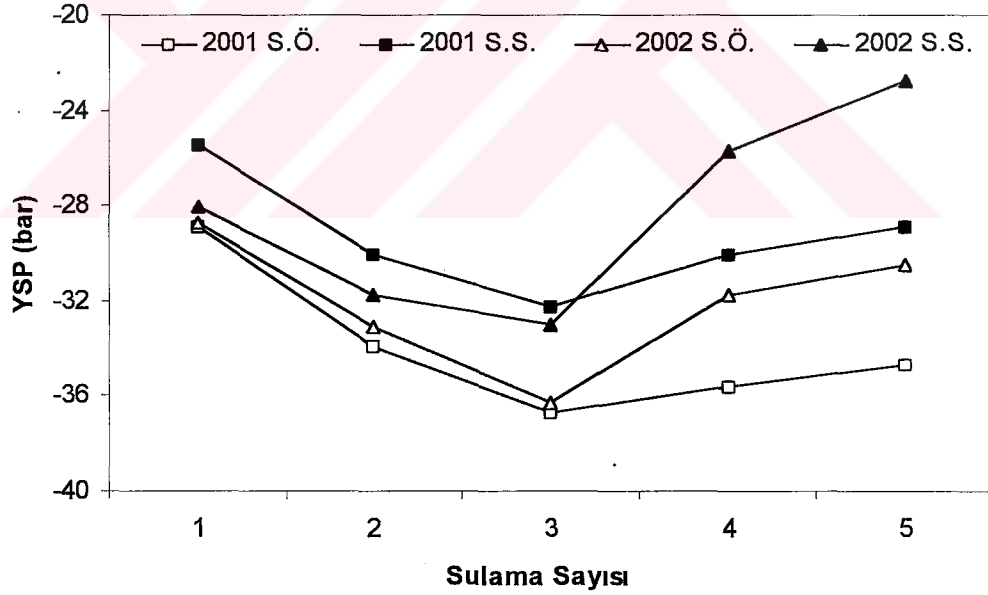
*Ayrı harf grubuna ait değerler %1 düzeyinde farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, 15 ve 20 gün sulama aralığındaki YSP değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmazken, 25 gün aralığındaki YSP değerleri ayrı grupta yer almıştır. En yüksek YSP değeri -31.00 bar ile 15 günlük uygulamada, en düşük değer -32.50 bar ile 25 günlük uygulamada elde edilmiştir.

Her sulamadan önce ve sonra YSP değerleri ölçülmüş, sulama sezonu boyunca YSP değişimleri belirlenmiştir. Şekil 4.1.1.2. de Y₁₅ uygulamalarında YSP'nin sulama öncesi ve sonrası mevsimsel değişimi, Şekil 4.1.1.3. de Ç₂₅ uygulamalarında YSP'nin sulama öncesi ve sonrası mevsimlik değişimi görülmektedir. Şekillerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere sezon başında yüksek seyreden YSP değerlerinin, transpirasyon ve hava sıcaklığının artması ile düşüş eğilimine girdiği, sezon sonuna doğru transpirasyonun azalması ve sıcaklıkların düşmesi ile YSP'nin tekrar yükseldiği görülmektedir. Natali ve ark. (1991) zeytinde, Michelakis ve ark. (1996) yine zeytinde, Goldhamer ve ark. (1999) şeftalide, Boland ve ark. (1993) şeftalide YSP'nin mevsimsel değişimini belirledikleri çalışmalarda elde ettikleri sonuçlar, çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.



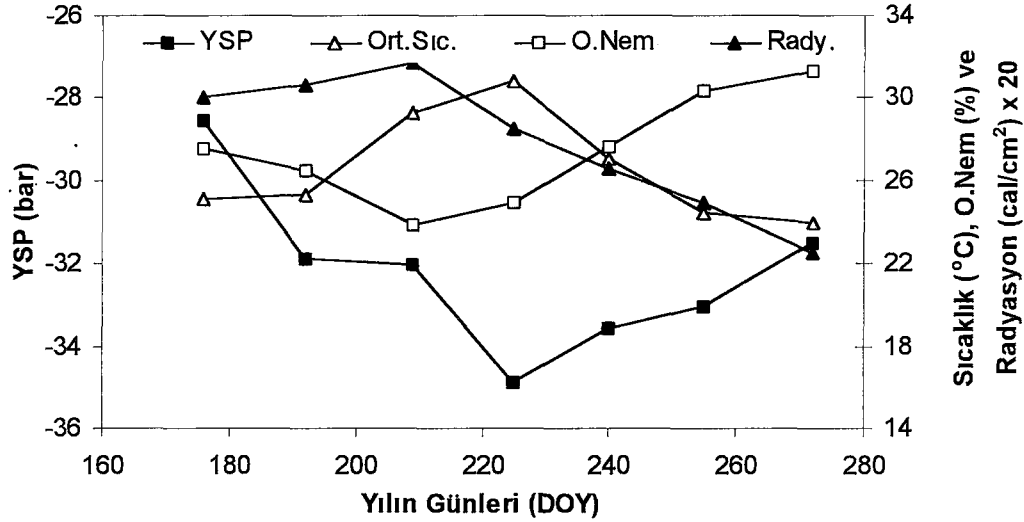
Şekil 4.1.1.2. Y₁₅ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi



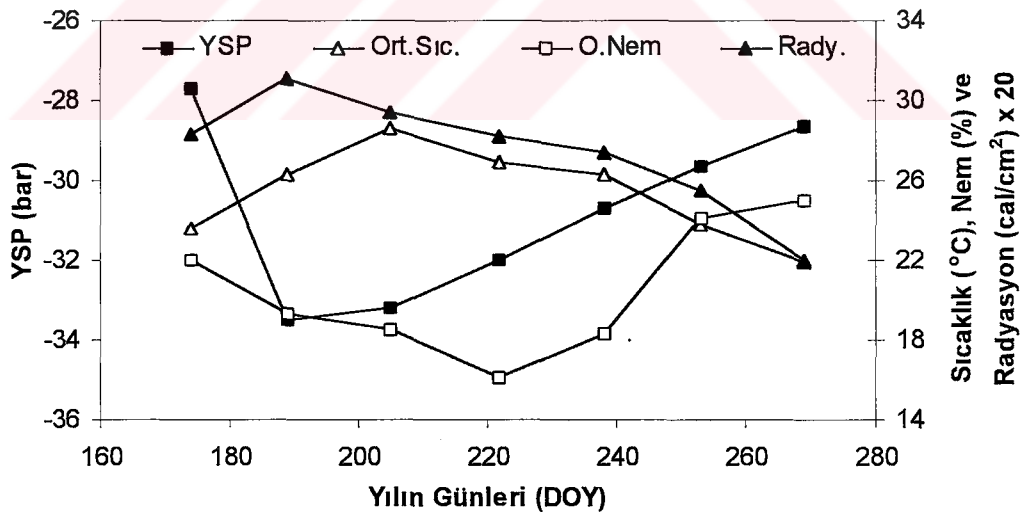
Şekil 4.1.1.3. Ç₂₅ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi

Yaprak su potansiyeli; sıcaklık, oransal nem ve radyasyon gibi iklim faktörlerinden doğrudan etkilenmektedir. Şekil 4.1.1.4. ve 4.1.1.5. de görüldüğü gibi

YSP, oransal nem ile doğru, sıcaklık ve radyasyon ile ters orantılıdır. Hava oransal neminin artması ile YSP artmış, sıcaklık ve radyasyonun artması ile YSP azalmıştır.



Şekil 4.1.1.4. Y₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerleri arasındaki ilişki (2001 yılı)

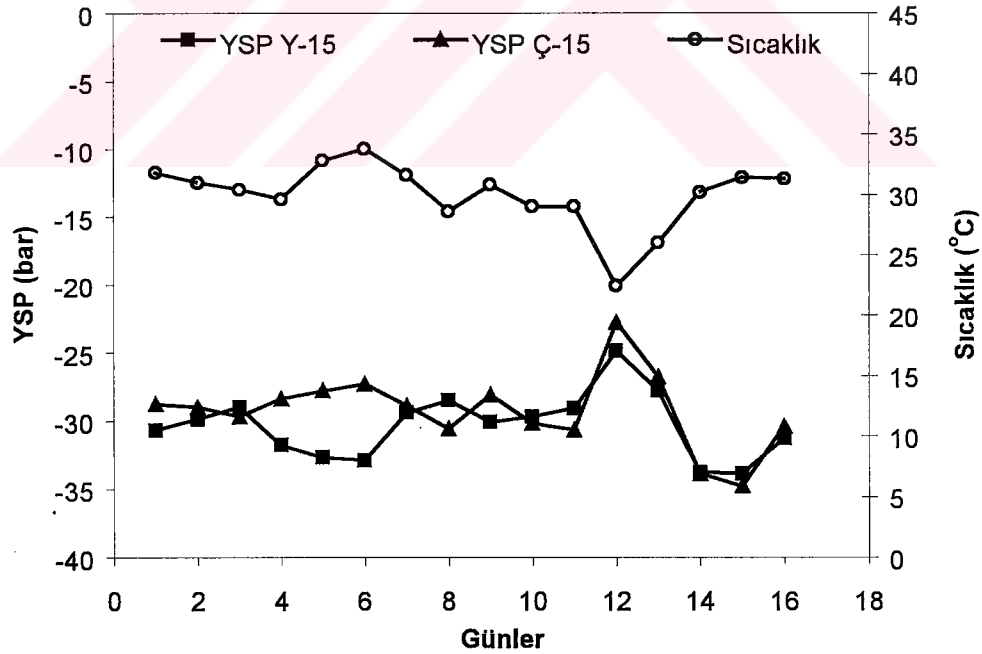


Şekil 4.1.1.5. Ç₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerleri arasındaki ilişki (2002 yılı)

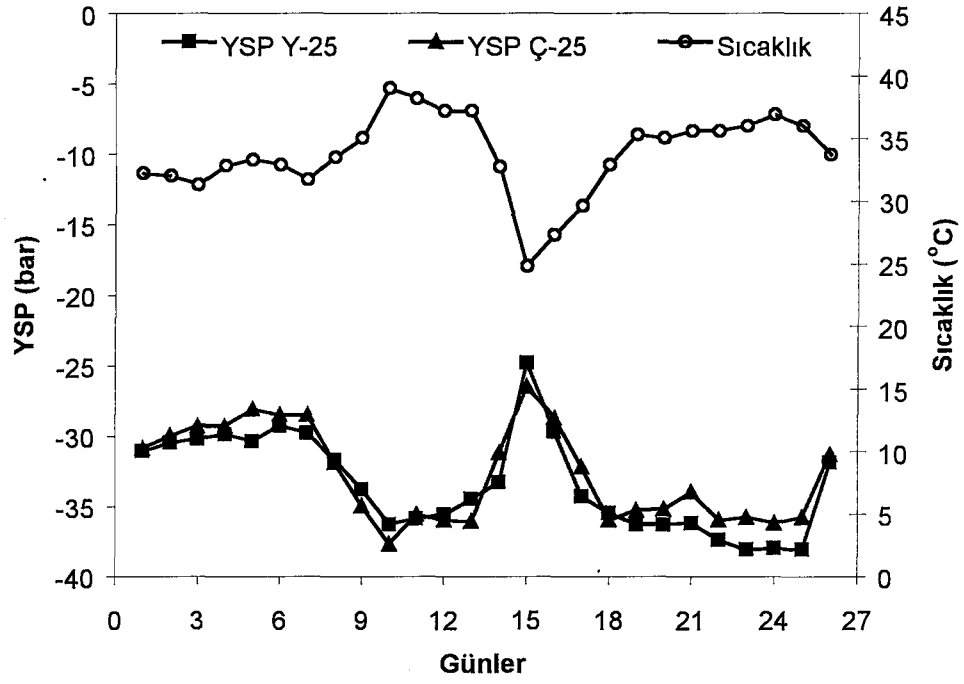
Kramer (1962), Rudich ve ark. (1981), Smart ve Barrs (1973), Xiloyannis ve ark. (1980) yaptıkları çalışmalarda da, YSP'deki değişiminin iklim değerleri ile kuvvetli bir ilişki içerisinde olduğunu bildirmişlerdir.

4.1.2. Yaprak Su Potansiyelinin Günlük Değişimi

Denemenin her iki yılında ve her iki sulama sisteminde de 15, 20 ve 25 gün sulama aralıklarında iki sulama arasındaki günlük YSP değişimleri belirlenmiştir. YSP'deki değişimler ve sıcaklık ile ilişkisi Şekil 4.1.2.1. ve 4.1.2.2. de verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi sulamanın başından sonuna doğru YSP değerlerinde düşüş görülmektedir. Günlük YSP'nin sulama aralığında sıcaklık ile etkileşimi göze çarpmaktadır. Sıcaklığın artması veya azalması ile YSP ters orantılı olarak etkilenmektedir. Sulamanın sonuna doğru toprak nem içeriğinin azaldığı noktalarda bile sıcaklıktaki önemli düşüş YSP'nin büyük oranda artışı sağlamıştır. Bu durum YSP'nin toprak nem içeriğinden çok başta hava sıcaklığı olmak üzere iklimsel değişimlerden oldukça etkilendiğini göstermektedir. Bu sonuçlar yapılan birçok çalışma ile uyum göstermektedir. Günlük YSP değişimi ve sıcaklık ile aynı etkileşimi gösterdiğini Natali ve ark. (1991), Goldhamer ve ark. (1999), Boland ve ark. (1993) şeftalide yaptıkları çalışmalarda belirlemişlerdir.



Şekil 4.1.2.1. 15 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2001 yılı)



Şekil 4.1.2.2. 25 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2002 yılı)

4.2. Yaprak Oransal Su Kapsamı (YOSK)

Sulamadan önce ve sonra ölçülen yaprak oransal su kapsamı (YOSK) değerleri Çizelge 4.2.1. de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi her iki sulama sisteminde ve denemenin her iki yılında, sulama öncesi YOSK değerleri sulamadan sonra ölçülen değerlerden düşük bulunmuştur. Sulamadan önce ve sonra YOSK'daki değişimin önemini gösteren t-testi sonuçları Ek Çizelge 1. de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde sulamadan önce ve sonra YOSK'da önemli değişimler görülmektedir. Bu değişim istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama aralıkları büyüdükçe sulama öncesi ölçülen YOSK değerleri daha da düşmektedir. İki yılın ortalama değerleri incelendiğinde 15, 20 ve 25 günlük sulama aralıklarında mini yağmurlama sisteminde YOSK değerleri sırası ile %81.29, %79.79 ve %79.54; çanak sulamada %80.38, %79.96 ve %79.85 değerleri elde edilmiştir. YOSK değerlerinin gerek sulamadan önce gerekse sulamadan sonra sulama aralıklarında farklı oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.2.1. Sulamadan önce ve sonra ölçülen YOSK (%) değerleri

Sulama Uygulaması	2001 Yılı		2002 Yılı		Ortalama	
	S.Ö.	S.S.	S.Ö.	S.S.	S.Ö.	S.S.
Y ₁₅	80.17	83.96	82.40	84.39	81.29	84.18
Y ₂₀	78.38	81.38	81.19	82.68	79.79	82.03
Y ₂₅	77.40	80.49	81.67	82.36	79.54	81.43
Ç ₁₅	78.79	83.66	81.96	83.77	80.38	83.72
Ç ₂₀	78.04	80.15	81.86	83.23	79.96	81.69
Ç ₂₅	78.42	80.06	81.28	83.68	79.85	81.87

S.Ö: Sulamadan önce, S.S: Sulamadan sonra

Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre YOSK değerleri hem sulamadan önce hem de sulamadan sonra, sulama aralıklarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.2. ve 4.2.3.). Bu fark sulama öncesi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli iken, sulama sonrası %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama sistemleri arasında ise istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Sulama aralığının uzaması ile toprak nem içeriği azalmaktadır. Böylece toprak su içeriğinin azalması ile YOSK değerleri de düşüş göstermektedir. Sulamadan sonra toprak su içeriğinin artması ile bitki daha az enerji harcayarak topraktan su alabilmektedir. Buna paralel olarak bitkinin yaprak oransal su kapsamları da artmaktadır.

Çizelge 4.2.2. Sulamadan önce ölçülen YOSK (%) değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kay.	S.D	K.T.	K.O.	F Hesap.
Sulama Sistemi (SS)	1	0.111	0.111	0.109 Ö.D.
Sulama Aralığı (SA)	2	8.000	4.000	3.911*
SS*SA	2	3.556	1.778	1.738 Ö.D.
HATA	22	22.500	1.023	
Genel	35	147.000	4.200	

* %5 düzeyinde önemli; Ö.D. önemli değil

Çizelge 4.2.3. Sulamadan sonra ölçülen YOSK (%) değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kay.	S.D	K.T.	K.O.	F Hesap.
Sulama Sistemi (SS)	1	0.028	0.028	0.033 Ö.D.
Sulama Aralığı (SA)	2	39.056	19.528	23.505***
SS*SA	2	1.056	0.528	0.635 Ö.D.
HATA	22	18.278	0.831	
Genel	35	106.972	3.056	

*** %0.1 düzeyinde önemli; Ö.D. önemli değil

Sulama programlarının YOSK değişimine etkisinin hangi aralıklarda olduğunu belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2.4. te verilmiştir.

Çizelge 4.2.4. Sulama öncesi ve sonrası elde edilen YOSK (%) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması

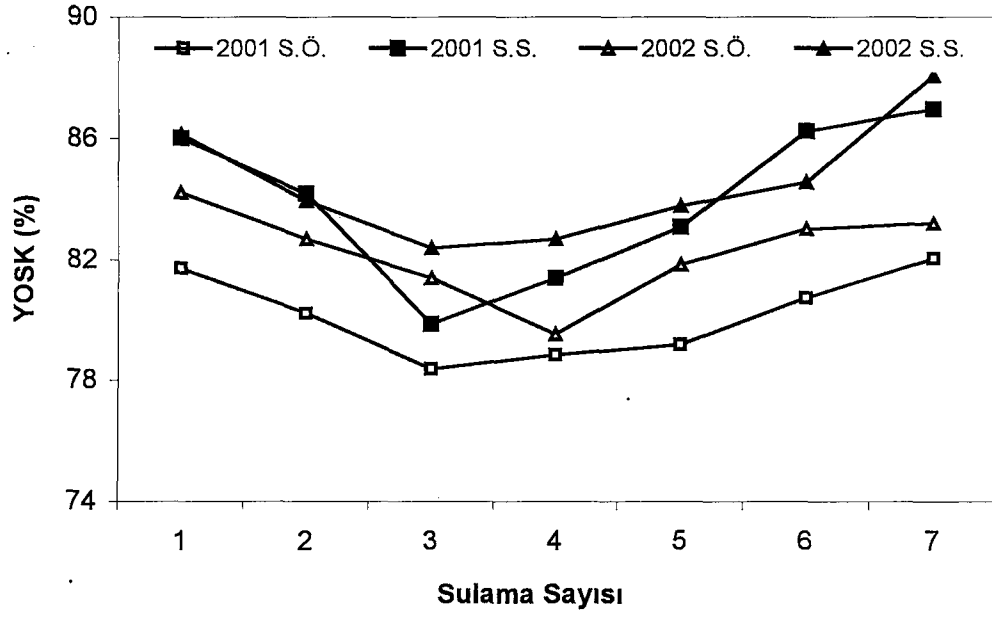
Sulama Aralığı	YOSK (S.Ö.)	YOSK (S.S.)
15 Gün	80.83 a*	84.00 a
20 Gün	79.83 b	81.83 b
25 Gün	79.83 b	81.75 b

S.Ö: Sulamadan önce, S.S: Sulamadan sonra

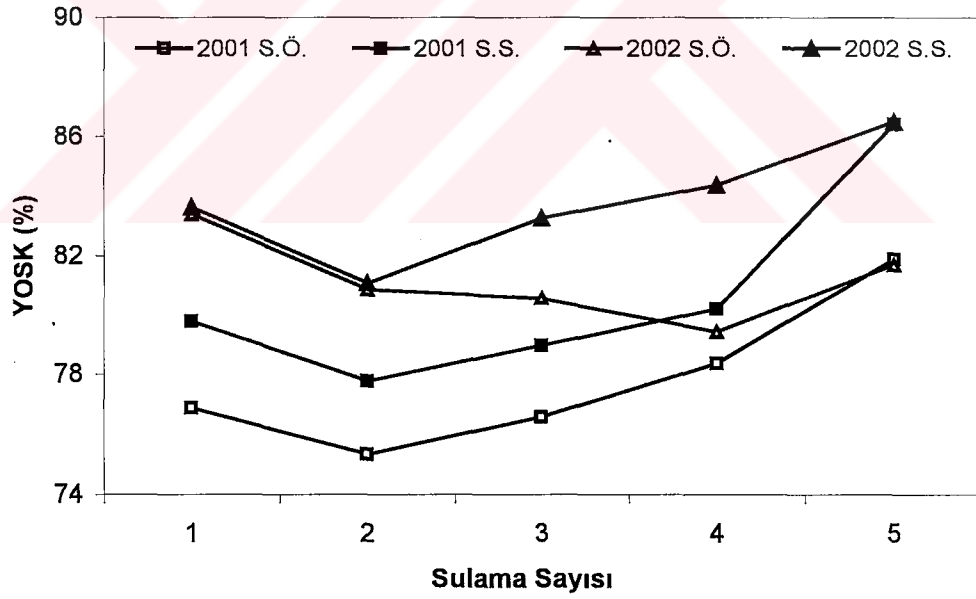
*Ayrı harf grubuna ait değerler %1 düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.2.4. incelendiğinde hem sulamadan önce hem de sulamadan sonra ölçülen YOSK değerlerinin Duncan testi sonuçlarına göre 15 gün sulama aralığındaki YOSK ayrı grupta, 20 ve 25 gün aralığındaki YOSK değerleri birbirine yakın olup aynı grup içerisinde yer almıştır. En yüksek YOSK değeri 15 gün sulama aralığında belirlenmiş olup, sulamadan önce %80.83, sulamadan sonra %84.00 olarak saptanmıştır. En düşük YOSK değerleri ise 25 gün sulama aralığında elde edilmiş, sulamadan önce %79.83, sulamadan sonra %81.75 düzeylerinde belirlenmiştir.

Her sulamadan önce ve sonra yaprak oransal su kapsamı değerleri ölçülerek YOSK'nın sulama sezonu boyunca değişimleri belirlenmiştir. Şekil 4.2.1. de Y₁₅ uygulamasında YOSK'nın sezon boyunca değişimi, Şekil 4.2.2. de Ç₁₅ uygulamasında YOSK'nın sezon boyunca değişimi görülmektedir. Sezon başında yüksek seyreden YOSK değerleri, transpirasyon ve sıcaklıkların artması ile sezon ortasında en düşük değere ulaşmıştır. Sezon sonuna doğru transpirasyonun azalması ve sıcaklıkların düşmesi ile YOSK değerleri tekrar yükselmeye başlamıştır.



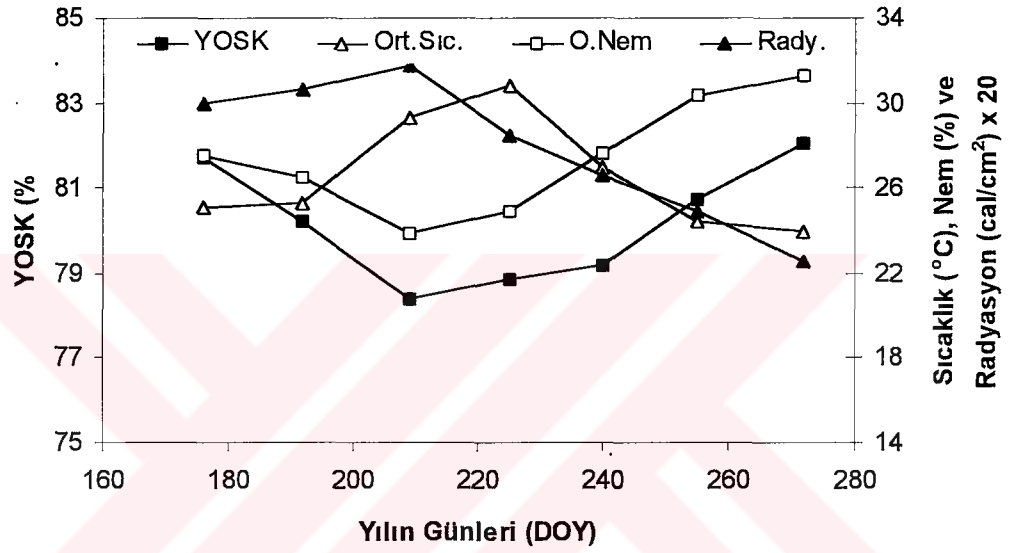
Şekil 4.2.1. Y₁₅ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi



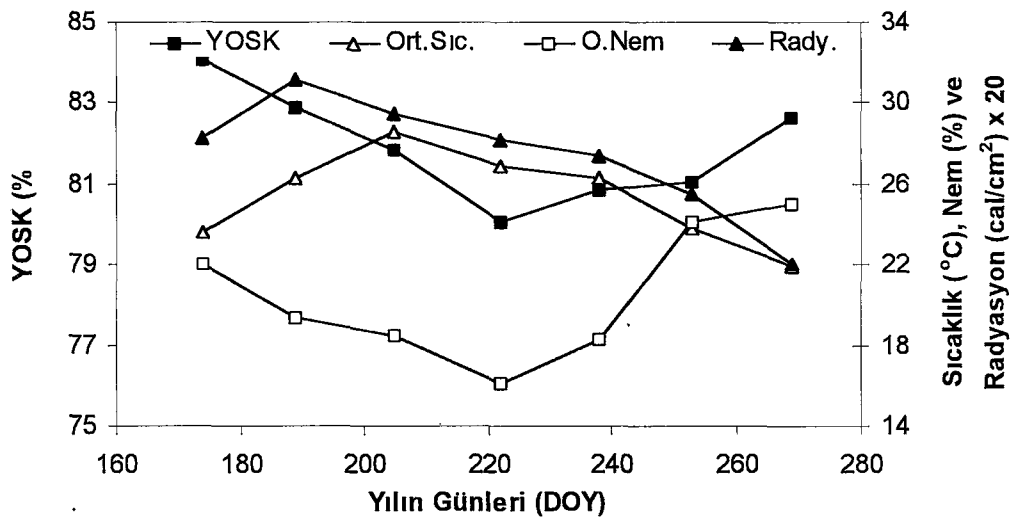
Şekil 4.2.2. Ç₂₅ uygulamalarında mevsimlik YOSK Değişimi

Sıcaklık, oransal nem ve radyasyon gibi iklim faktörleri, yaprak oransal su kapsamı değerlerini etkilemektedirler (Şekil 4.2.3. ve 4.2.4.). YOSK da YSP gibi oransal nem ile doğru, sıcaklık ve radyasyon ile ters orantılı bir değişim

göstermektedir. Hava oransal nemin artması ile YOSK da artmış, sıcaklık ve radyasyonun artması ile YOSK azalmıştır. Benzer şekilde Kırnak ve Demirtaş (2002) kirazda, Garnier ve Berger (1987) şeftalide, Patumi ve ark. (1999) zeytinde, Michelakis ve ark. (1996) yine zeytinde, Eriş ve ark. (1998) asmada, Kaynaş ve Kaynaş (1999) erikte yaptıkları çalışmalarda YOSK'da benzer değişim saptamışlardır. Ayrıca bitkiye verilen su miktarı, toprak nem içeriği, transpirasyon ve iklim değerleri ile YOSK arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 4.2.3. Y₁₅ uygulamasında YOSK ile iklim değerlerinin değişimi (2001 yılı)

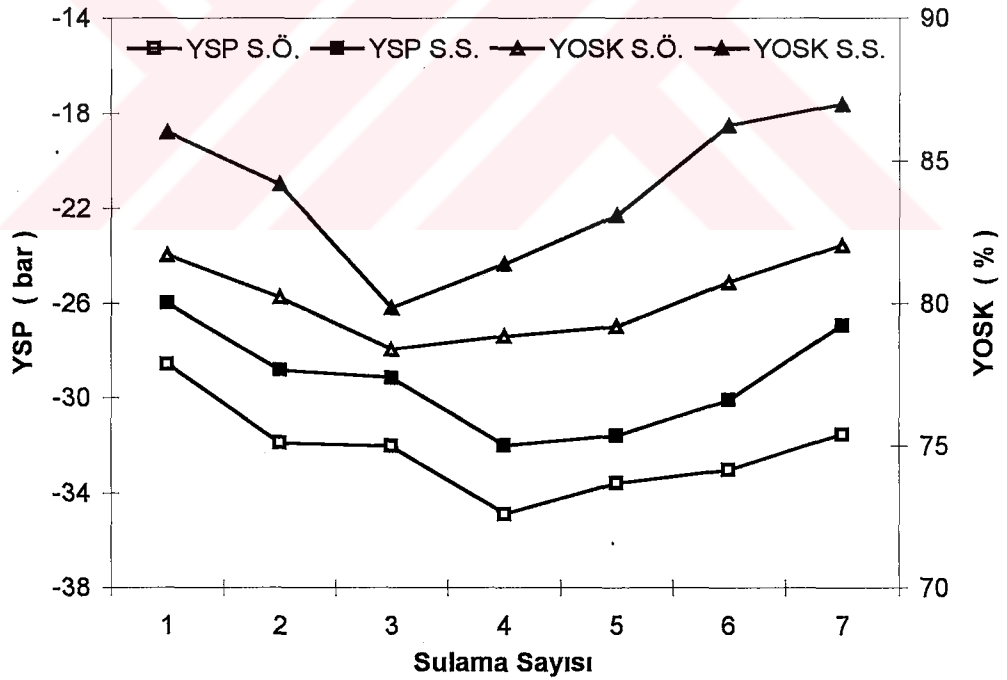


Şekil 4.2.4. Ç₁₅ uygulamasında YOSK ile iklim değerlerinin değişimi (2002 yılı)

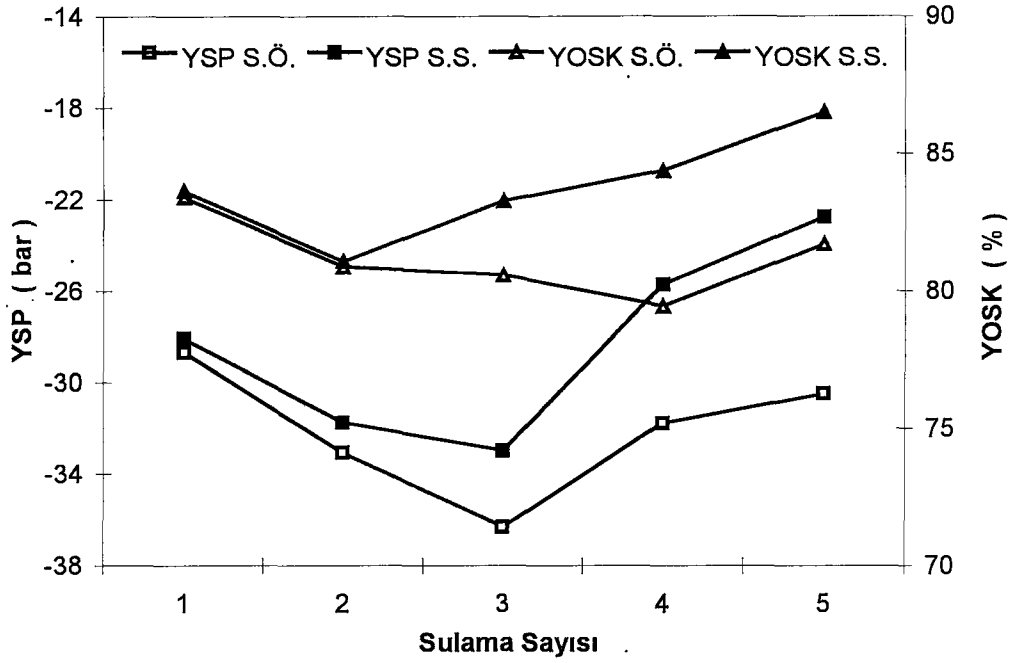
4.3. YSP ile YOSK İlişkisi

Denemenin her iki yılında sulamadan önce ve sonra ölçülen YSP ve YOSK değerleri Şekil 4.3.1. ve 4.3.2. de verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi sulama sezonu boyunca YSP ile YOSK değerleri benzer değişimler göstermiştir. Gerek sulama öncesi ve sonrası, gerekse sulama sistemlerindeki değişimler, denemenin her iki yılında ve tüm sulama programlarında bir paralellik içerisinde seyretmektedir. Hava sıcaklığı, oransal nem ve transpirasyonun artması ile YSP ve YOSK değerleri düşmekte, sezon sonuna doğru bu iklimsel değerler düşmekte, bu değerlerle ters orantılı olarak YSP ve YOSK değerleri artmaktadır.

Benzer şekilde, Kaufmann (1981), Barrs (1968), Kramer (1962), Olsson ve Milthorpe (1983), Tolstaja Man'kovskaja (1971) ve Boyer (1968) yaptıkları çalışmalarda, YSP ile YOSK arasında kuvvetli ve paralel değişim gösteren bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 4.3.1. Y₁₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)



Şekil 4.3.2. Ç₂₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

4.4. Yaprak Renk Değişimleri

Renk tayin cihazı ile sulamaya bağlı olarak yapraklardaki renk değişimleri (L, a, b şeklinde) izlenmiştir. Şekil 3.2.5.4.2. de görüldüğü gibi “L” değeri siyah ile beyaz arasındaki değişimi ve parlaklığı, “a” değeri yeşil ile kırmızı arasındaki değişimi, “b” değeri de sarı ile mavi arasındaki değişimi göstermektedir. –a değeri yeşil rengi ifade etmekte, “a” değeri küçüldükçe yeşil rengin arttığı, a’nın büyümesi ile rengin yeşilden kırmızıya dönüştüğü görülmektedir.

Sulama sistemi ve sulama aralıklarının yaprak renk değişimine etkilerini belirlemek amacıyla ölçümler sulama sezonu başında ve sonunda yapılmıştır. Sezon başında ve sonunda yaprak rengindeki değişimin düzeyini belirlemek için bu değerlere t-testi uygulanmıştır. Ek Çizelge Ek 1. incelendiğinde sulama sezonu başında ve sonunda yaprak renk değişimi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama sezonu başında ölçülen renk değerleri arasında istatistiki olarak bir fark bulunamamıştır. Sulama sezonu boyunca sulama yöntemleri ve programlarına bağlı olarak renk değerleri farklılık göstermiştir. Farklılık gösteren “a” değerlerinin istatistik analizi Çizelge 4.4.1. de verilmiştir.

Çizelge 4.4.1. Sulama yöntemleri ve programlarına bağlı olarak “a” renk değişiminin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kay.	S.D	K.T.	K.O.	F Hesap.
Sulama Sistemi (SS)	1	1.361	1.361	2.042 Ö.D.
Sulama Aralığı (SA)	2	51.167	25.583	38.375***
SS*SA	2	1.389	0.694	1.042 Ö.D.
HATA	22	14.667	0.667	
Genel	35	76.750	2.193	

*** %0.1 düzeyinde önemli; Ö.D. önemli değil

Çizelge 4.4.1. de görüldüğü gibi, sulama sistemlerinin renk değişimi üzerine bir etkisi olmamıştır. Ancak, sulama aralıklarının yeşil rengi belirten “a” değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama programlarının L, a, b renk değişimine etkisini belirlemek amacıyla, renk değerleri Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4.2. de verilmiştir.

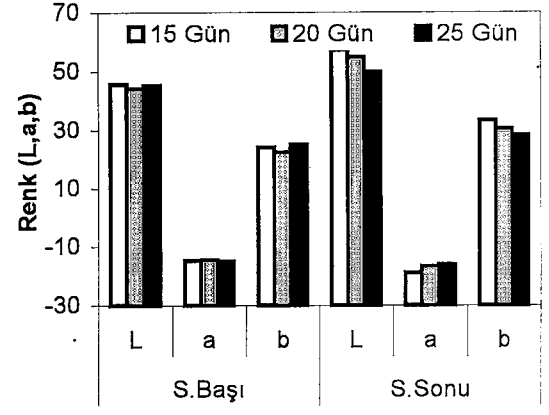
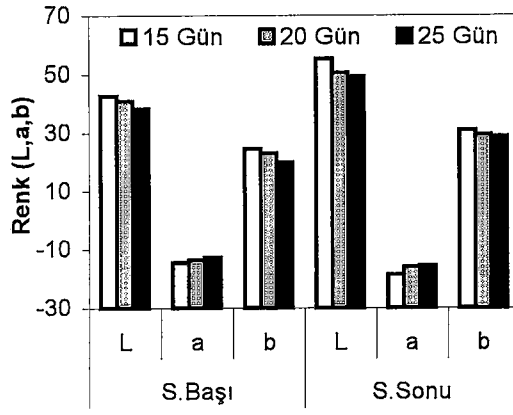
Çizelge 4.4.2. Yaprak renk değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması

Sulama Aralığı	L	a	b
15 Gün	56.75 a*	-18.75 c	31.83 a
20 Gün	52.75 b	-17.17 b	29.92 a
25 Gün	48.91 c	-15.83 a	27.58 b

*Ayrı harf grubuna ait değerler %1 düzeyinde farklıdır

Çizelge 4.4.2. de görüldüğü gibi sulama aralıklarının renk değişimleri üzerine önemli etkisi olmuştur. Klorofil için önemli değer olan “a” yeşil renk değeri, 15, 20 ve 25 gün sulama aralıklarında farklı gruplarda yer almıştır. 15 gün sulama aralığında -18.75 olan “a” değeri, 25 gün aralığında -15.83 olarak bulunmuştur. Sulama aralıkları büyüdükçe, “a” renk değerleri koyu yeşilden açık yeşile dönüşmüştür.

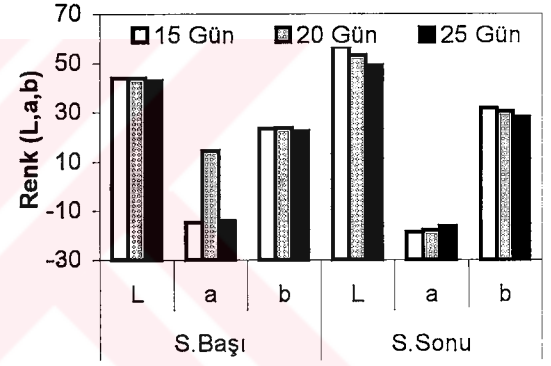
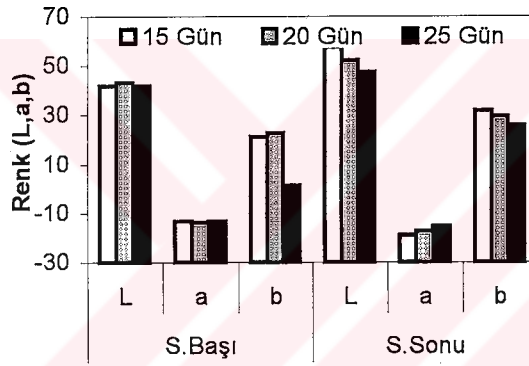
Şekil 4.4.1. ve 4.4.2. de denemenin her iki yılında sezon başında ve sonunda ölçülen L, a, b değerleri görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, geniş sulama aralıklarından küçük aralıklara, sezon sonundan sezon başına oranla yeşil rengi ifade eden “a” değerlerinin daha büyük olduğu saptanmış olup bu sonuçlardan da renkte açılmaların olduğu anlaşılmaktadır. Kaynaş (1994)’te şeftali ve nektarinlerde, Kaynaş ve Kaynaş (1999) erikte, Kaynaş ve ark. (1997) elmada yaptıkları çalışmalarda, bitkiye verilen su miktarı ile yaprak rengi arasında ilişki olduğunu, bitkilere verilen su miktarının azalmasıyla yaprak renginde açılmaların daha hızlı olduğunu belirlemişlerdir.



Mini Yağmurlama

Çanak Sulama

Şekil 4.4.1. Sulama sezonu başında ve sonunda ölçülen L, a, b yaprak renk değişimleri (2001 yılı)



Mini Yağmurlama

Çanak Sulama

Şekil 4.4.2. Sulama sezonu başında ve sonunda ölçülen L, a, b yaprak renk değişimleri (2002 yılı)

4.5. Yaprak Klorofil Konsantrasyonu

Yaprak klorofil konsantrasyonunun farklı sulama sistemleri ve sulama programlarındaki değişimini belirlemek amacıyla sulama sezonu başında ve sonunda yaprak klorofil analizleri yapılmıştır. Sezon başında ve sonunda klorofil içeriklerinin değişimini belirlemek için bu değerlere t-testi uygulanmış olup, sonuçlar Ek Çizelge 1. de verilmiştir. İstatistik analiz sonunda, sezon sonunda ölçülen klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil değişimi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Sulama sistemleri ve programlarının bitki üzerindeki etkisinin başlamadığı sezon başında klorofil değişimlerinde bir farkın ortaya çıkmadığı görülmüştür (Şekil 4.5.1. ve 4.5.2.). Sulama programları etkisini sezon sonunda göstermiş olup, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofildeki bu değişimin istatistik analizleri Çizelge 4.5.1., 4.5.2. ve 4.5.3. de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, sulama aralıklarında klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil değerleri %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama sistemlerinin yapraktaki klorofil-a ve klorofil-b içeriğine etkisi olmazken, toplam klorofil değerleri sulama sistemlerinde de istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5.1. Klorofil-a (mg/g) değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D	K.T.	K.O.	F Hesap.
Sulama Sistemi (SS)	1	1.000	1.000	1.842 Ö.D.
Sulama Aralığı (SA)	2	4.389	2.194	4.042*
SS*SA	2	1.500	0.750	1.381 Ö.D.
HATA	22	11.944	0.543	
Genel	35	26.222	0.749	

* %5 düzeyinde önemli; Ö.D. önemli değil

Çizelge 4.5.2. Klorofil-b (mg/g) değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D	K.T.	K.O.	F Hesap.
Sulama Sistemi (SS)	1	0.694	0.694	2.895 Ö.D.
Sulama Aralığı (SA)	2	2.722	1.361	5.674*
SS*SA	2	0.056	0.028	0.116 Ö.D.
HATA	22	5.278	0.240	
Genel	35	9.639	0.275	

* %5 düzeyinde önemli; Ö.D. önemli değil

Çizelge 4.5.3. Toplam klorofil (mg/g) değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D	K.T.	K.O.	F Hesap.
Sulama Sistemi (SS)	1	4.694	4.694	4.706*
Sulama Aralığı (SA)	2	9.056	4.528	4.539*
SS*SA	2	0.722	0.361	0.362 Ö.D.
HATA	22	21.944	0.997	
Genel	35	46.306	1.323	

* %5 düzeyinde önemli; Ö.D. önemli değil

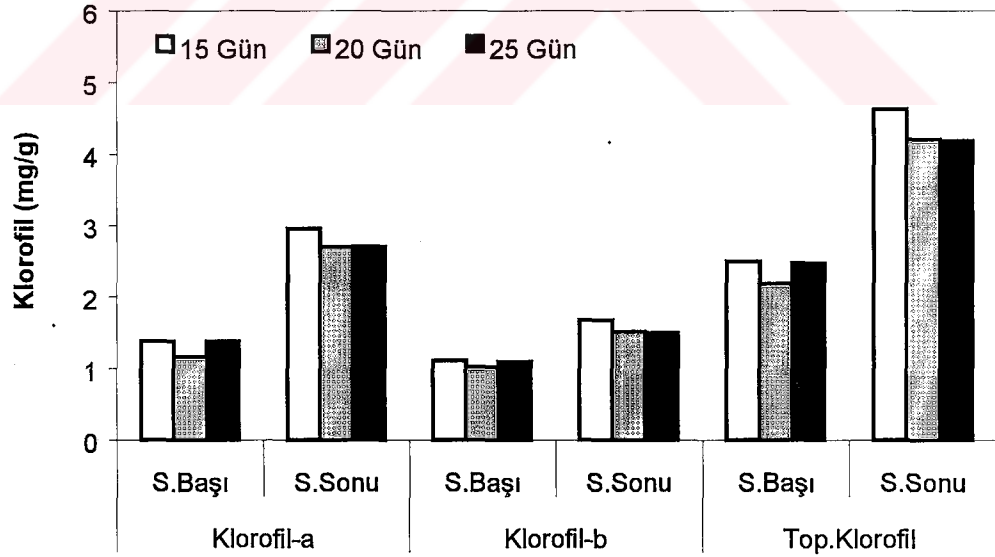
Sulama programlarının yaprak klorofil içeriğine etkisini belirlemek amacıyla farklı bulunan değerler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5.4. de verilmiştir.

Çizelge 4.5.4. Klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil (mg/g) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması

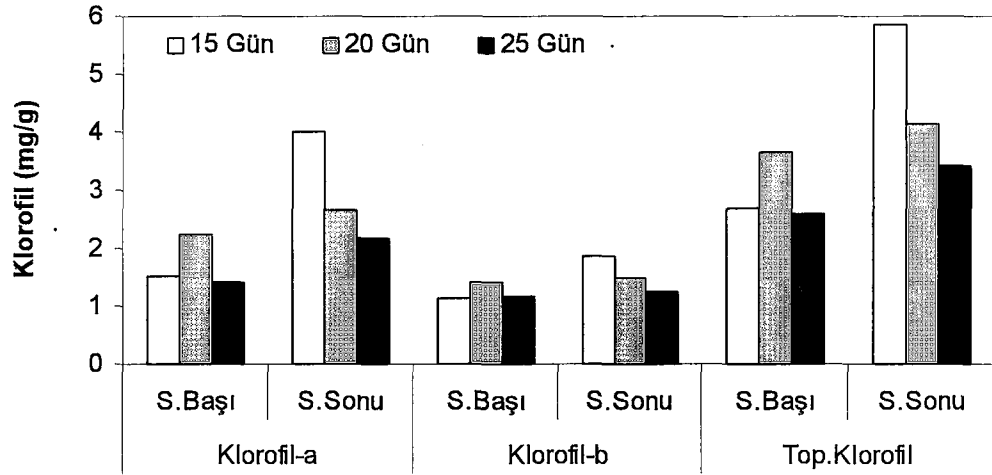
Sulama Aralığı	Klorofil-a	Klorofil-b	Toplam Klorofil
15 Gün	3.25 a*	1.78 a	5.03 a
20 Gün	2.67 ab	1.50 b	4.17 b
25 Gün	2.42 b	1.33 b	3.75 b

*Ayrı harf grubuna ait değerler %1 düzeyinde farklıdır

Çizelge 4.5.4. de görüldüğü gibi sulama aralıklarının yaprak klorofil içeriği üzerine önemli etkisi olmuştur. Klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil değerleri açısından en yüksek değerler 15 gün sulama aralıklarında belirlenmiş olup bu değerler sırası ile 3.25 1.78 ve 5.03 mg/g düzeylerinde saptanmıştır. En düşük değerler 25 gün aralıklarında sırası ile 2.42 1.33 ve 3.75 mg/g olarak saptanmıştır. Kırnak ve Demirtaş (2002) kirazda, Kaynaş ve Kaynaş (1999) erikte, Eriş ve ark. (1998) asmada, Marler ve ark. (1994) carambola bitkisinde, Boyer (1976) yaptıkları çalışmalarda, çalışmamızdaki bulgularla benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Yaprak klorofil içeriğinin bitkiye verilen su miktarına bağlı olarak değişim gösterdiğini saptamışlardır.



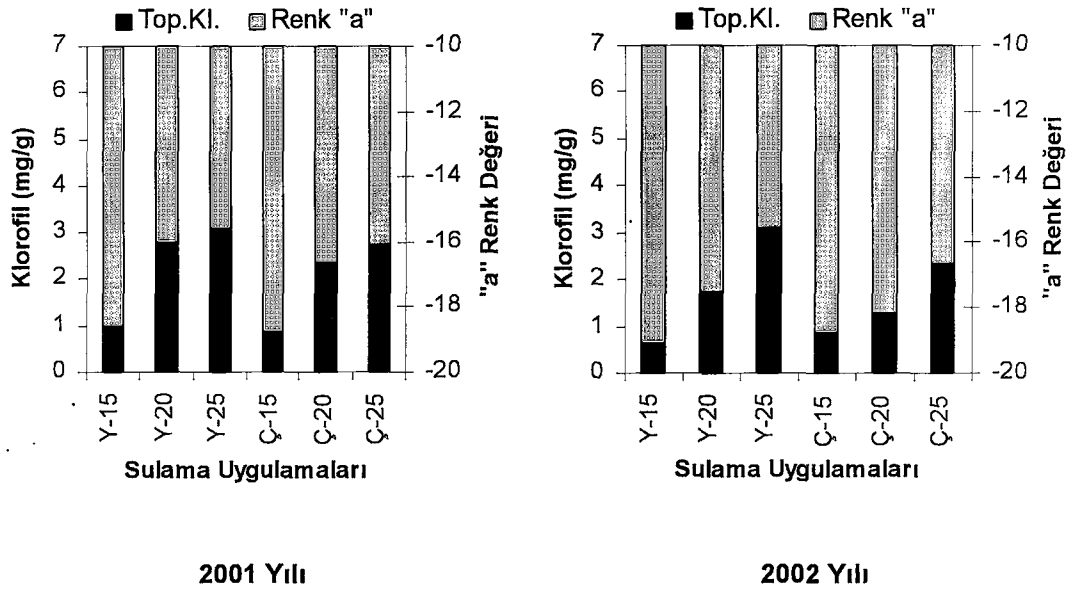
Şekil 4.5.1. Mini yağmurlama sulamada, sulama sezonu başında ve sonunda yaprak klorofil içeriğinin değişimi (2001 yılı)



Şekil 4.5.2. Çanak sulamada, sulama sezonu başında ve sonunda yaprak klorofil içeriğinin değişimi (2002 yılı)

Elde edilen değerler, yaprak renk değişimleri ile klorofil içerikleri arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Çizelge 4.4.2. de görüldüğü gibi, yeşil renk değerini ifade eden “a” değeri, 15 gün sulama aralığında -18.75 ile daha koyu yeşil olarak bulunmuştur. Bu aralıktaki toplam klorofil değeri de 5.03 mg/g ile en yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5.4.). Sulama aralığı arttıkça “a” değeri açık yeşile dönüşmeye başlamış ve 25 gün aralığında -15.83 bulunmuştur. Bu aralıktaki toplam klorofil değeri de 3.75 mg/g ile en düşük bulunmuştur. Bu durum, yaprak renk değişimleri ile yaprak klorofil konsantrasyonu arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir (Şekil 4.5.3.).

Kaynaş (1994) şeftali ve nektarinlerde, Lancaster ve ark. (1997) elma, avakado ve üzümde yaptığı çalışmada, yaprak klorofil içeriği ile “a” renk değişimlerinin bitkiye verilen su miktarına bağlı olarak doğru orantılı değişim gösterdiğini belirlemiştir.



Şekil 4.5.3. Toplam klorofil ile "a" renk değişimleri arasındaki ilişki

4.6. Yaprak Karotinoid Konsantrasyonu

Farklı sulama sistemleri ve programlarının yaprak karotinoid içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla sulama sezonu başında ve sonunda yaprak karotinoid içerikleri belirlenmiştir. Sulama sezonu başında ve sonundaki değişim t-testi ile %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 1.). Sulama sistemleri ve programlarının etkisinin başlamadığı sezon başında karotinoid değişimleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sezon sonu varyans analizi değerleri Çizelge 4.6.1. de verilmiştir. Sezon sonunda hem sulama sistemleri ve hem de programlarının karotinoid içeriğine etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6.1. Karotinoid (mg/g) değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D	K.T.	K.O.	F Hesap.
Sulama Sistemi (SS)	1	0.694	0.694	11.957**
Sulama Aralığı (SA)	2	0.722	0.361	6.217**
SS*SA	2	0.722	0.361	6.217**
HATA	22	1.278	0.058	
Genel	35	4.306	0.123	

***%1 düzeyinde önemli

Sulama sistemleri ve aralıklarının yaprak karotinoid içeriğine etkisini belirlemek amacıyla farklı bulunan değerler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6.2. de verilmiştir.

Çizelge 4.6.2. Farklı sulama sistemlerinde yaprak karotinoid içeriği (mg/g) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması

Sulama Sistemi	Karoten (mg/g)
Mini Yağmurlama	0.20 a*
Çanak Sulama	0.13 b

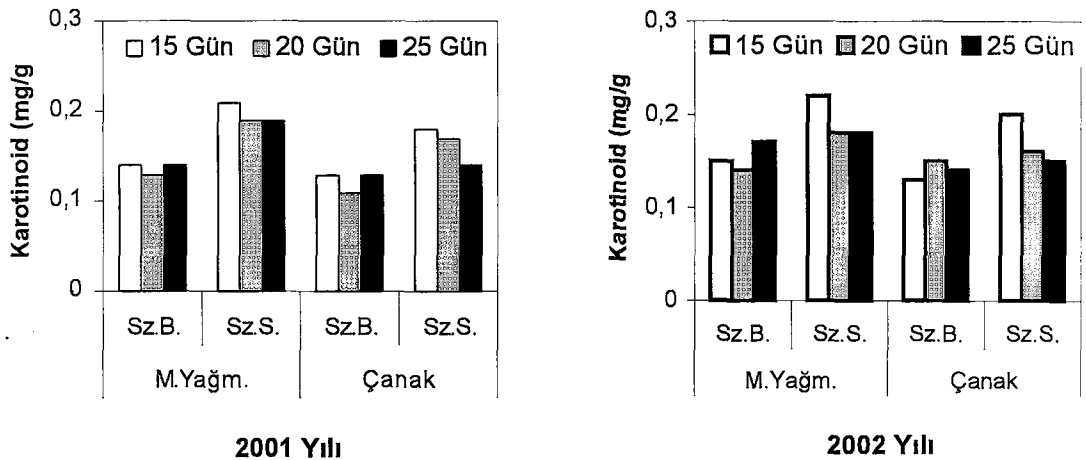
*Ayrı harf grubuna ait değerler %5 düzeyinde farklıdır

Çizelge 4.6.3. Sulama aralıklarında yaprak karotinoid içeriği (mg/g) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması

Sulama Aralığı	Karoten (mg/g)
15 Gün	0.20 a*
20 Gün	0.19 a
25 Gün	0.16 b

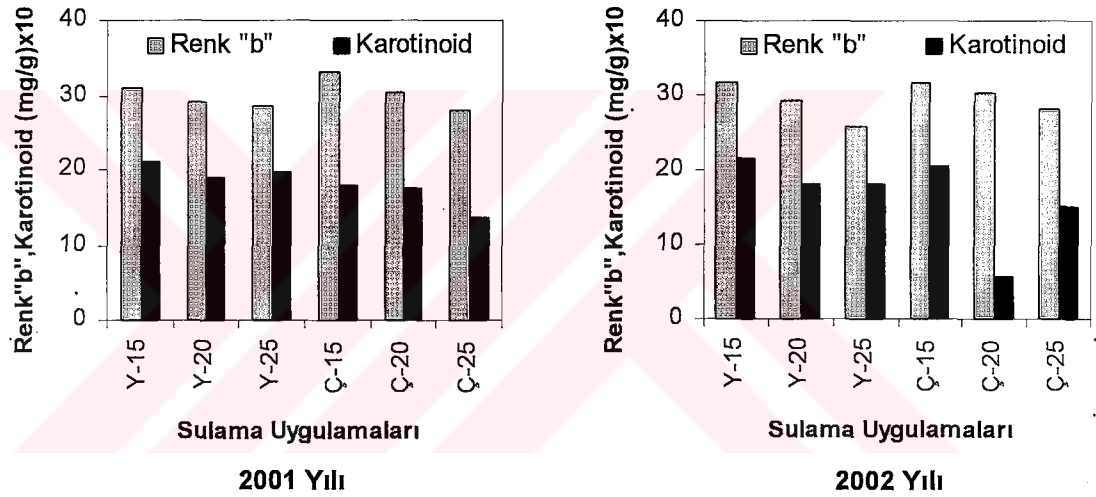
*Ayrı harf grubuna ait değerler %1 düzeyinde farklıdır

Çizelge 4.6.2. de görüldüğü gibi, sulama sistemlerinin karotinoid miktarına etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunurken, sulama aralıkları yaprak karotinoid içeriğine sulama sistemlerinden daha fazla etkili olmuştur (Çizelge 4.6.3). Karotinoid içeriği %1 farklı düzeyle 15 ve 20 gün sulama aralıklarında aynı grupta, 25 gün aralığında ise ayrı grupta yer almıştır. En yüksek yaprak karotinoid içeriği değeri 0.20 mg/g ile 15 gün sulama aralığında, en düşük 0.16 mg/g ile 25 gün aralığında saptanmıştır.



Şekil 4.6.1. Sulama sezonu başında ve sonunda yaprak karotinoid içeriğinin değişimi

Elde edilen değerler, yaprak renk değişimleri ile karotinoid içerikleri arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Karotinoid bitki yapraklarında sarı renkte bulunmaktadır. Şekil 3.2.5.4.2. de görüldüğü gibi “b” değerlerindeki yükselme sarı rengin artışı ifade etmektedir. Çizelge 4.4.2. de, sarı renk değerini ifade eden “b” değeri, 15 gün sulama aralığında 31.83 ile en yüksek, bu sulama aralığındaki karotinoid değeri de 0.20 mg/g ile en yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6.3.). Sulama aralığı büyüdükçe “b” değeri açık sarıya dönüşmeye başlamış ve 25 gün aralığında 27.58 bulunmuştur. Bu aralığındaki karotinoid değeri de 0.16 mg/g ile en düşük bulunmuştur. Bu durum, yaprak renk değişimleri ile karotinoid içeriği arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir (Şekil 4.6.2.).



Şekil 4.6.2. Karotinoid ile “b” renk değişimleri arasındaki ilişki

4.7. Yaprak Alanı

Sulama yöntemleri ve programlarının yaprak gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla, denemenin her iki yılında ve tüm sulama uygulamalarında sulama sezonu başında, ortasında ve sonunda yaprak alan ölçümleri yapılmıştır. Sulama sezonu sonunda ölçülen değerlerin varyans analizleri Çizelge 4.7.1. de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi sulama aralıklarının yaprak alanına etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken, sulama sistemlerinin yaprak alanı üzerine istatistiksel olarak etkisi belirlenememiştir.

Çizelge 4.7.1. Yaprak alanı (cm²) değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D	K.T.	K.O.	F Hesap.
Sulama Sistemi (SS)	1	4.694	4.694	0.924 Ö.D.
Sulama Aralığı (SA)	2	70.056	35.028	6.894 **
SS*SA	2	7.389	3.694	0.727 Ö.D.
HATA	22	111.778	5.081	
Genel	35	208.972	5.971	

** %1 düzeyinde önemli

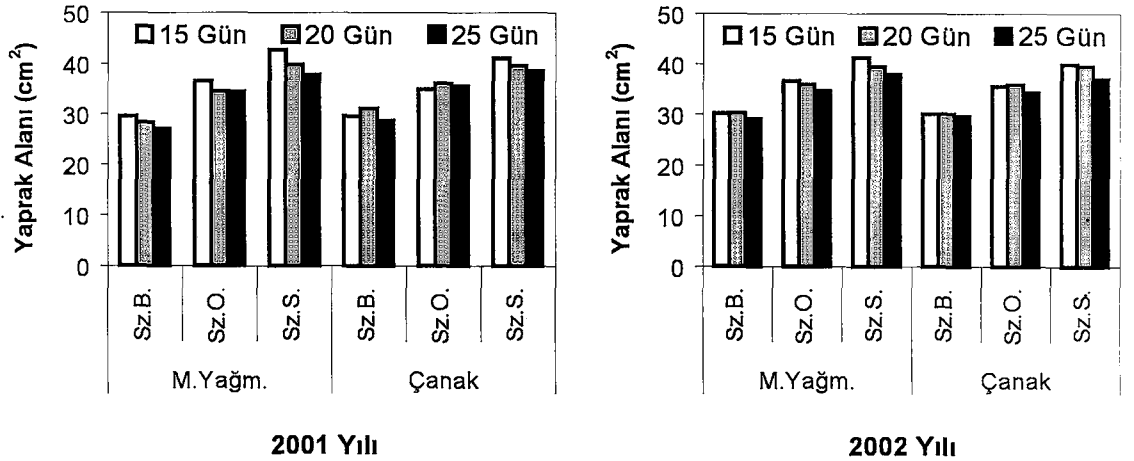
İstatistiksel olarak farklı bulunan değerlere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve elde edilen değerler Çizelge 4.7.2. de verilmiştir. En yüksek yaprak alanı değeri 41.17 cm² ile 15 gün sulama aralığında, en düşük 37.75 cm² ile 25 gün sulama aralığında belirlenmiştir.

Çizelge 4.7.2. Yaprak alanı (cm²) değerlerinin Duncan testi ile karşılaştırılması

Sulama Aralığı	Yaprak Alanı (cm ²)
15 Gün	41.17 a**
20 Gün	39.50 ab
25 Gün	37.75 b

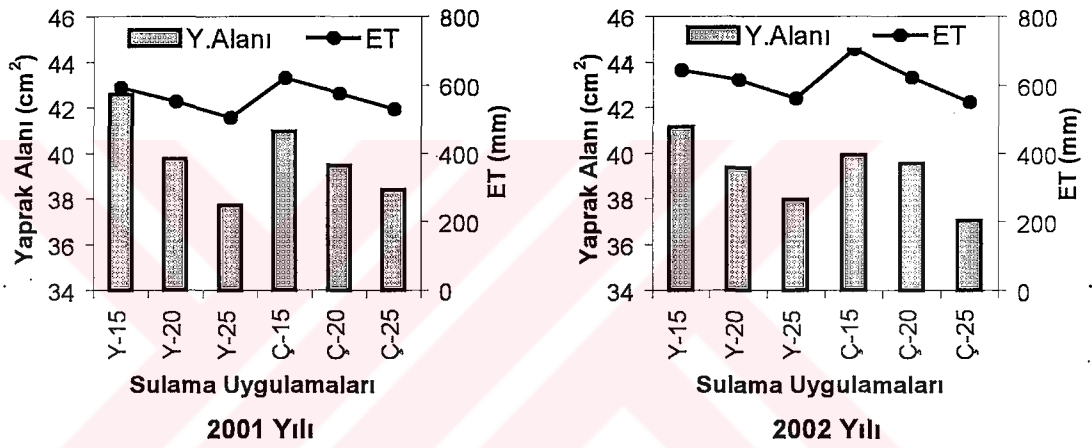
** Ayrı harf grubuna ait değerler %1 düzeyinde farklıdır

Sezon başında ve sonunda yaprak alanındaki değişimin düzeyini belirlemek için bu değerlere t-testi uygulanmıştır. Ek Çizelge 1. de görüldüğü gibi sulama sezonu başında ve sonunda yaprak alanı değişimi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama sistemleri ve sulama aralıklarının etkisinin başlamadığı sezon başında ölçülen yaprak alanı değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır.



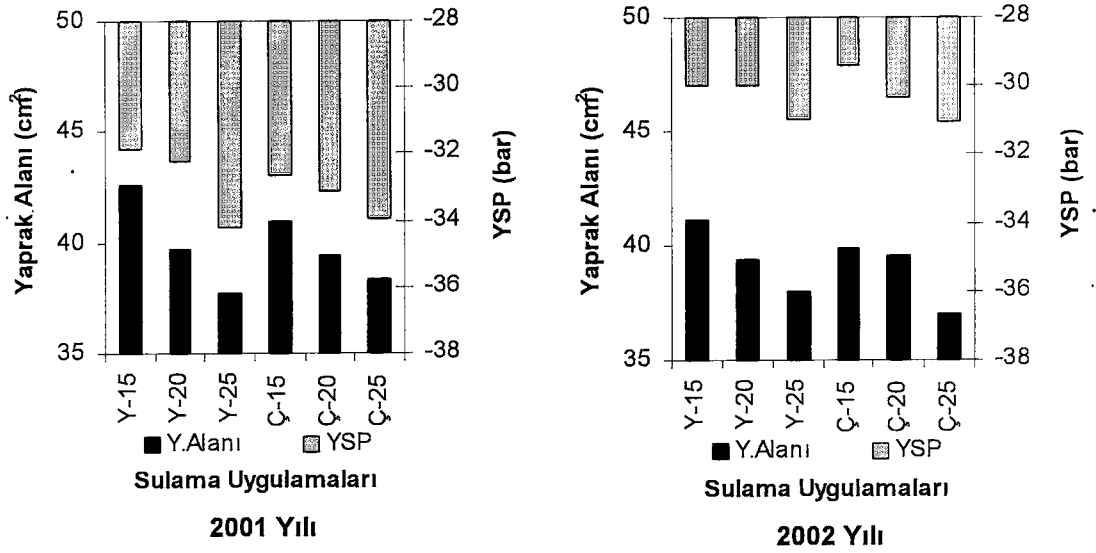
Şekil 4.7.1. Farklı dönemlerdeki yaprak alanı değişimleri

Bitki büyümesi ile bitki su tüketimi ve bitkiye verilen su miktarı arasında doğrusal bir ilişki vardır. Şekil 4.7.2. de bitki su tüketimi ile yaprak alanı ilişkisi verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi en yüksek yaprak alanı değeri 41.17 cm² ile sezon boyunca en fazla su tüketilen 15 gün sulama aralığında, en düşük yaprak alanı değeri ise 37.75 cm² ile sezon boyunca en az su tüketilen 25 gün sulama aralığında elde edilmiştir. Bitkiye uygulanan sulama suyu ile bitki su tüketimi arasında doğrusal bir ilişki olduğundan, yaprak alanı ile bitkiye verilen su miktarı arasında da bitki su tüketimi ile yaprak alanı arasındaki aynı etkileşim bulunmaktadır. Bitkiye verilen su miktarı arttıkça yaprak alanı da artmaktadır.



Şekil 4.7.2. Bitki su tüketimi ile yaprak alanı arasındaki ilişki

Şekil 4.7.3. de YSP ile yaprak alanı arasındaki ilişki görülmektedir. YSP'nin hücre büyümesi ve bölünmesi üzerine olumlu etkisinin görüldüğü şekilde, YSP arttıkça yaprak alanı artmakta, YSP azaldıkça yaprak alanı da azalmaktadır. Kayısıda gözlenen bu ilişki Ölmez ve ark. (2001) ile Stankovic ve ark. (1997)'nin kayısıda, Kırnak ve Demirtaş (2002)'nin kirazda, Kaynaş (1994)'in şeftali ve nektarinlerde, Nagarajah (1989)'in asmada, Lötter ve ark. (1985)'nin elmada, Boland ve ark. (1993)'nin şeftalide, Marler ve ark. (1994)'nin carambola bitkisinde, Kanber ve ark. (1993)'nin antepfıstığında ve yine Kanber ve ark. (1992)'nin altıntop bitkisinde yaptıkları çalışmalarda da saptanmıştır. Ayrıca bu araştırmacılar, gerek yaprak alanının gerekse diğer vegetatif özelliklerin bitkiye verilen su miktarı ve bitki su tüketimi ile doğrusal olarak büyüme gösterdiğini belirlemişlerdir.



Şekil 4.7.3. YSP ile yaprak alanı arasındaki ilişki

4.8. Bitki Su Tüketimi

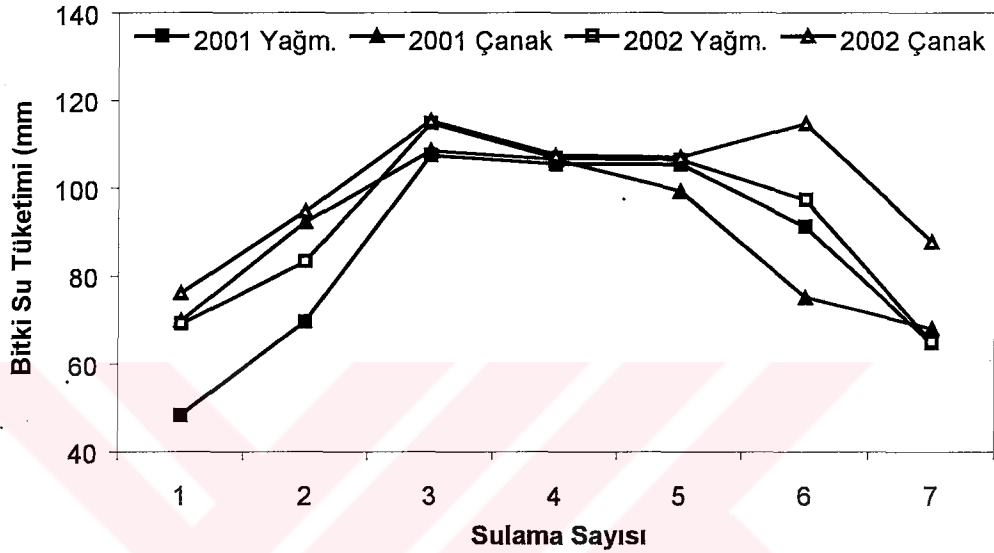
Mini yağmurlama ve çanak sulama sistemlerinde ve denemenin her iki yılında; 15, 20 ve 25 gün aralıklarında bitkiye uygulanan sulama suyu miktarları ile mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.8.1. de verilmiştir.

Çizelge 4.8.1. Sulama sezonu boyunca uygulanan sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi değerleri

Sulama Uygulamaları	2001 Yılı		2002 Yılı		Ortalama	
	Uygulanan Sulama Suyu (mm)	Toplam Tüketilen Su (mm)	Uygulanan Sulama Suyu (mm)	Toplam Tüketilen Su (mm)	Uygulanan Sulama Suyu (mm)	Toplam Tüketilen Su (mm)
Y ₁₅	586.8	591.9	635.2	642.5	611.0	617.2
Y ₂₀	543.2	550.9	605.3	614.3	574.3	582.6
Y ₂₅	499.1	504.3	559.3	560.8	529.2	532.6
Ç ₁₅	608.6	619.3	691.1	702.9	649.9	661.1
Ç ₂₀	567.8	574.5	611.3	621.3	589.6	597.9
Ç ₂₅	515.5	527.3	534.9	549.1	525.2	538.2

Sulama sezonu boyunca 15 günde bir yapılan sulamada 7, 20 günde bir yapılan sulamada 6 ve 25 günde bir yapılan sulamada 5 sulama yapılmıştır. Uygulanan sulama suyu ve mevsimlik su tüketimi değerleri, sulama sistemlerine ve sulama aralıklarına bağlı olarak değişim göstermiştir. Sulama aralıkları azaldıkça

sulama sayısı ile beraber sezon boyunca verilen su ve bitki su tüketimi artmış, sulama aralıkları arttıkça sulama sayısı ile verilen su ve bitki su tüketimi azalmıştır. Ortalama en yüksek bitki su tüketimi 661.1 mm ile Ç₁₅ uygulamasında, en düşük bitki su tüketimi ise 532.6 mm Y₂₅ uygulamasında elde edilmiştir. Çanak sulamada mini yağmurlamaya göre bitki su tüketimi değerleri daha yüksek bulunmuştur.

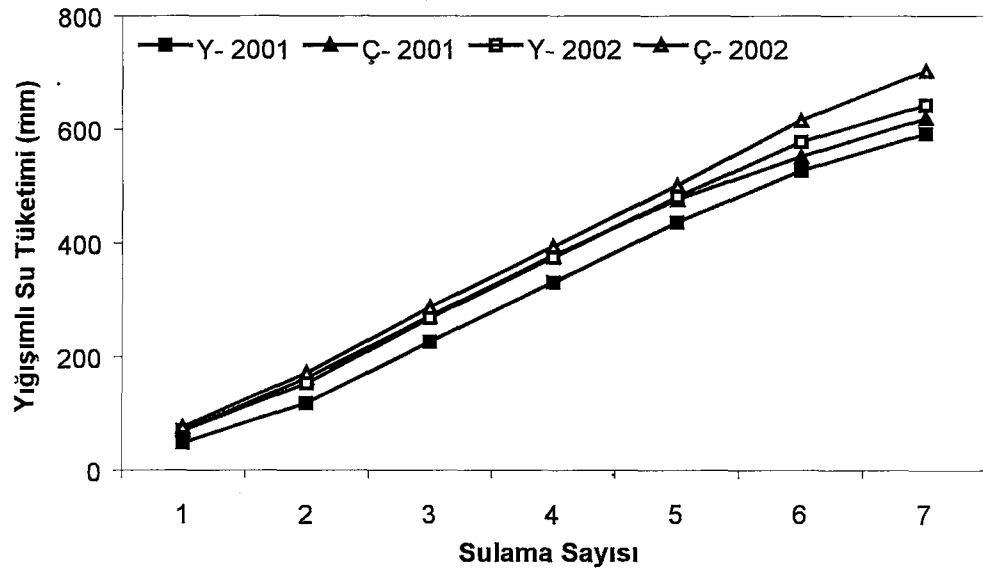


Şekil 4.8.1. 15 günlük sulama uygulamalarının mevsimlik bitki su tüketimi

Bitki su tüketimi değerleri denemenin her iki yılında, her iki sulama sisteminde ve bütün sulama aralıklarında benzer değişim göstermiştir (Şekil 4.8.1.). En yüksek su tüketim değerleri Temmuz ve Ağustos aylarında ölçülmüştür.

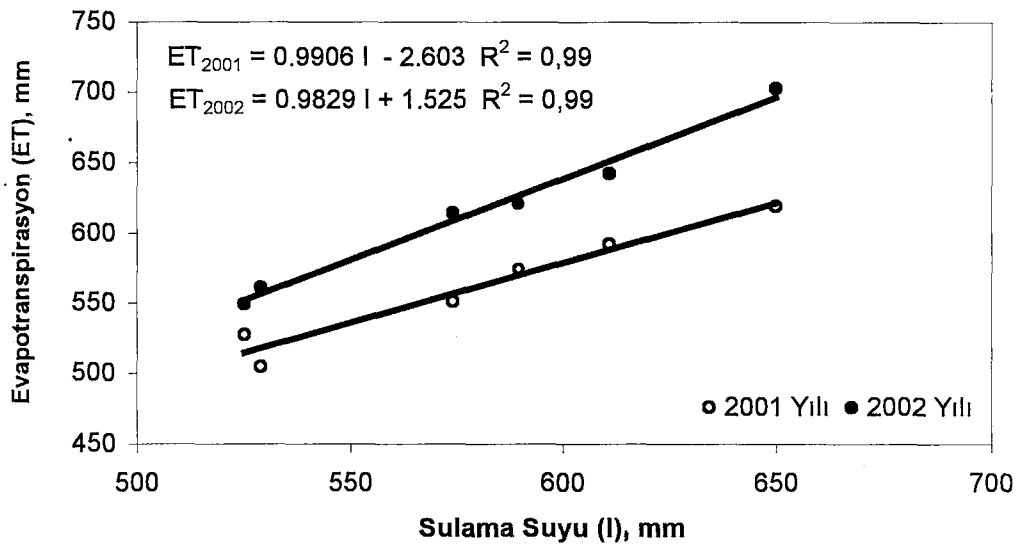
Ölmez ve ark. (2001) kayısında, Bilgel ve ark. (1999) antepfıstığında, Kanber ve Eylene (1995a), portakal ve altıntop bitkisinde en yüksek ET değerini 15 gün sulama aralığında belirlemişler ve en yüksek aylık su tüketimlerinin de çalışmamızdaki gibi Temmuz ve Ağustos aylarında meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Y₁₅ sulama uygulamasının yığılımlı bitki su tüketimi değerleri Şekil 4.8.2. de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi hava sıcaklığının düşük, transpirasyonun az olduğu sulama sezonu başında ve sonunda grafikteki eğim daha düşüktür. Transpirasyonun yüksek olduğu sıcak aylarda eğimin artması bitki su tüketiminin arttığını göstermektedir.



Şekil 4.8.2. 15 günlük sulama uygulamalarının yığışimli bitki su tüketimi

Uygulanan sulama suyu ile mevsimlik su tüketimi değerleri arasındaki ilişki Şekil 4.8.3. de verilmiştir. Bitki su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyuna paralel olarak artmaktadır. Bitkiye verilen su ile bitki su tüketiminin hem 2001 hem de 2002 yılları R^2 değerleri 0,99 olarak saptanmıştır. En yüksek su tüketim değeri 702,9 mm olarak 691,1 mm ile en fazla sulama suyunun uygulandığı Ç₁₅ uygulamasından elde edilmiştir.

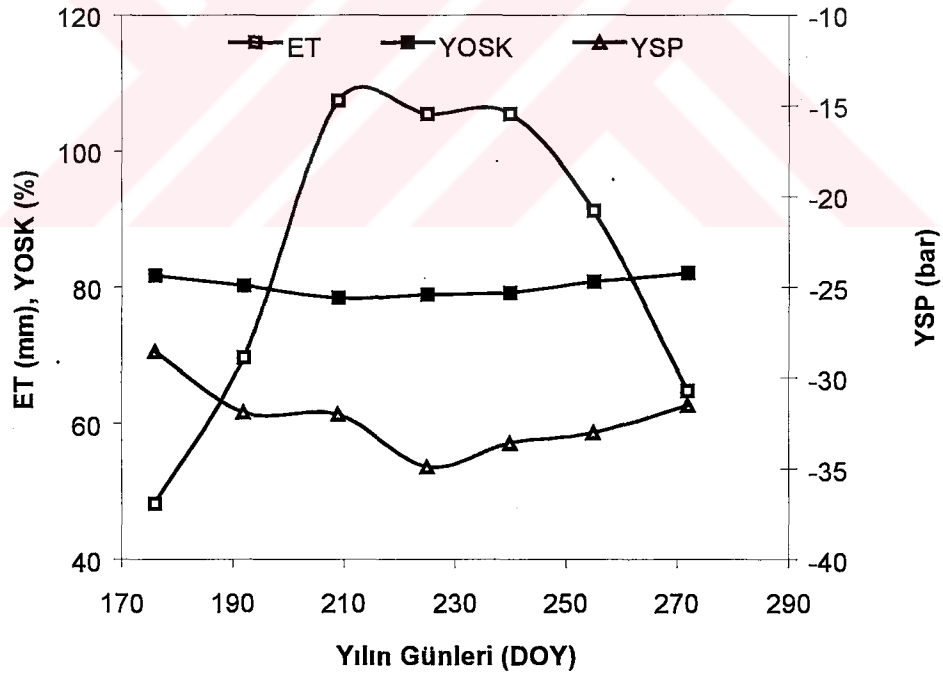


Şekil 4.8.3. Sulama suyu – Evapotranspirasyon ilişkisi

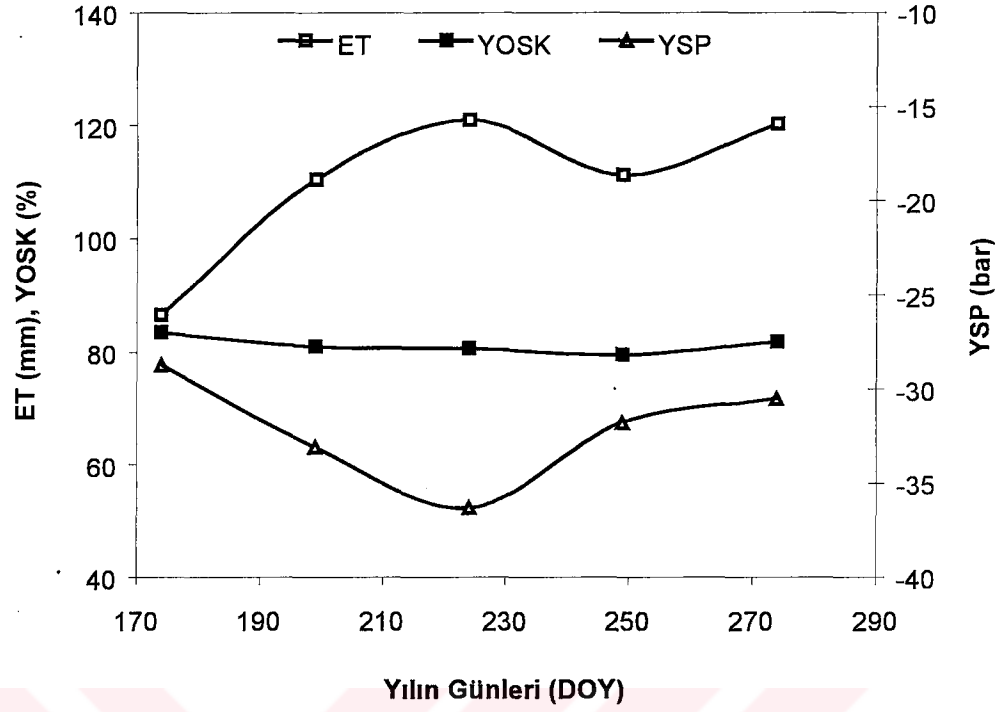
Benzer şekilde, Boland ve ark. (1993) şeftalide, Andreu ve ark. (1997) bademide, Michelakis ve ark. (1996) zeytinde en yüksek bitki su tüketimi değerlerini en fazla sulama suyunun uygulandığı uygulamalarda saptamışlardır.

4.9. Bitki Su Tüketimi-YSP-YOSK İlişkisi

Denemenin her iki yılında, uygulanan her iki sulama sisteminde ve 15, 20, 25 gün sulama aralıklarında bitki su tüketimleri ile YSP ve YOSK arasındaki ilişki Şekil 4.9.1. ve 4.9.2. de verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi bitki su tüketimi, hem YSP hem de YOSK üzerinde benzer değişim göstermiştir. Bitkinin az su tükettiği sezon başında ve sonunda YSP ve YOSK artmış, bitki su tüketimi sıcak yaz aylarında arttıkça yaprakların fazla su kaybetmesinden dolayı hem YSP hem de YOSK değerleri düşüş göstermiştir.

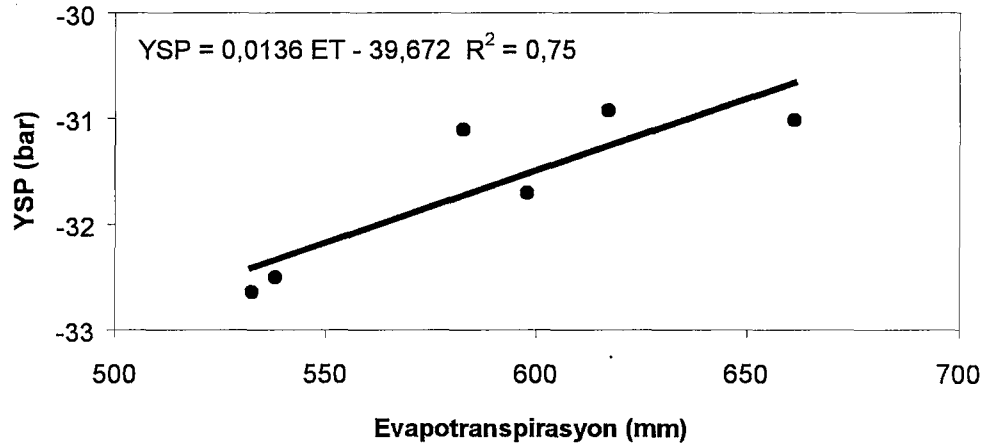


Şekil 4.9.1. Y₁₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK değişimi (2001 yılı)

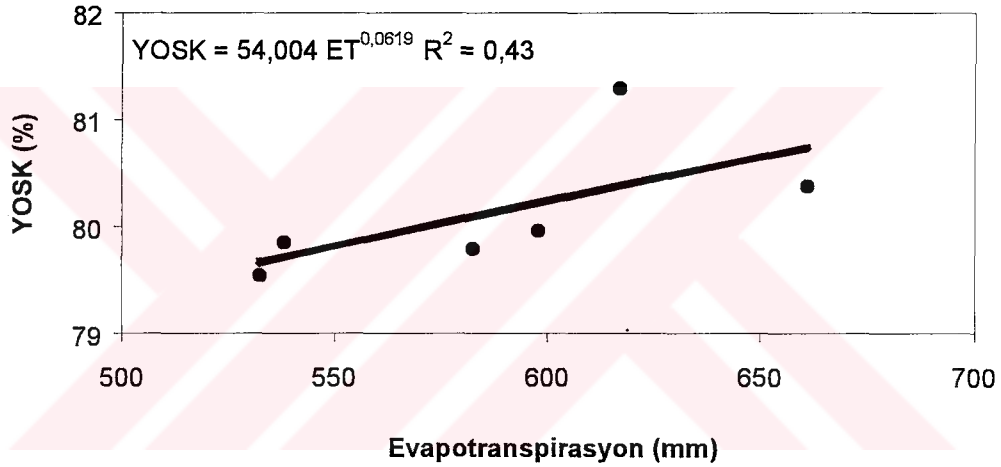


Şekil 4.9.2. Ç₂₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK değişimi (2002 yılı)

Bitki su tüketimi ile YSP ve YOSK değişimleri arasındaki ilişkinin regresyon analizi Şekil 4.9.3. ve 4.9.4. de verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi bitki su tüketimi ile YSP arasında doğrusal bir ilişki, YOSK arasında üssel bir ilişki saptanmıştır. ET ile YSP ilişkisinin R^2 değeri 0.75, YOSK ilişkisinin R^2 değeri 0.43 olarak bulunmuştur. Bu durum ET ile YSP arasındaki etkileşimin daha güçlü, buna karşın ET ile YOSK arasındaki doğrusal etkileşimin ise daha zayıf olduğunu ifade etmektedir. Bitki su tüketimi ile YSP ve YOSK arasındaki bu ilişki yapılan birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir. Ginestar ve Castel (1996) portakalda ET ile YSP arasında, Ameglio ve ark. (1999) cevizde ET ile YSP arasında, Michelakis ve ark. (1996) zeytinde ET-YSP-YOSK arasında aynı değişimi belirlemiştir.



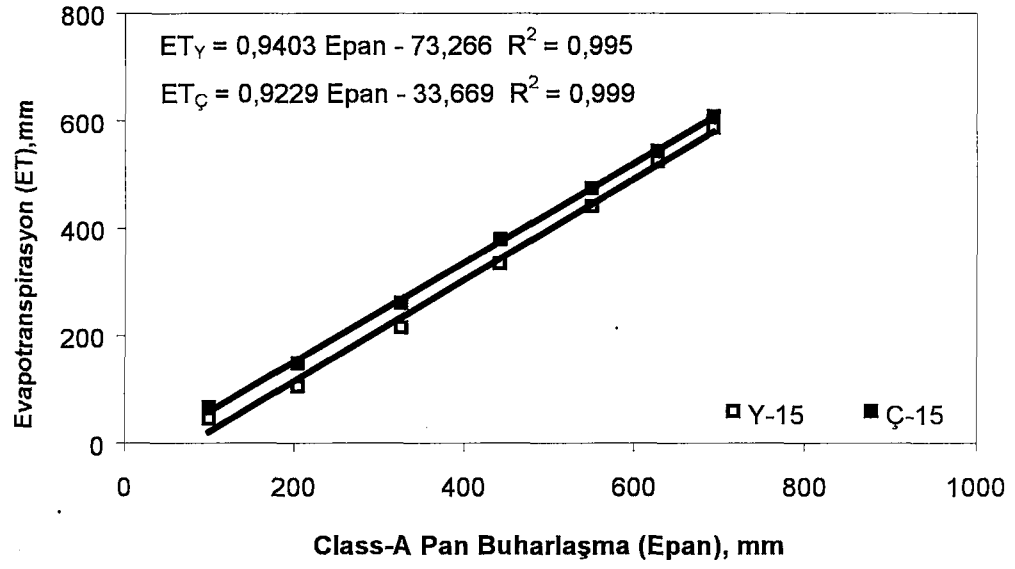
Şekil 4.9.3. Bitki su tüketimi ile YSP arasındaki ilişki



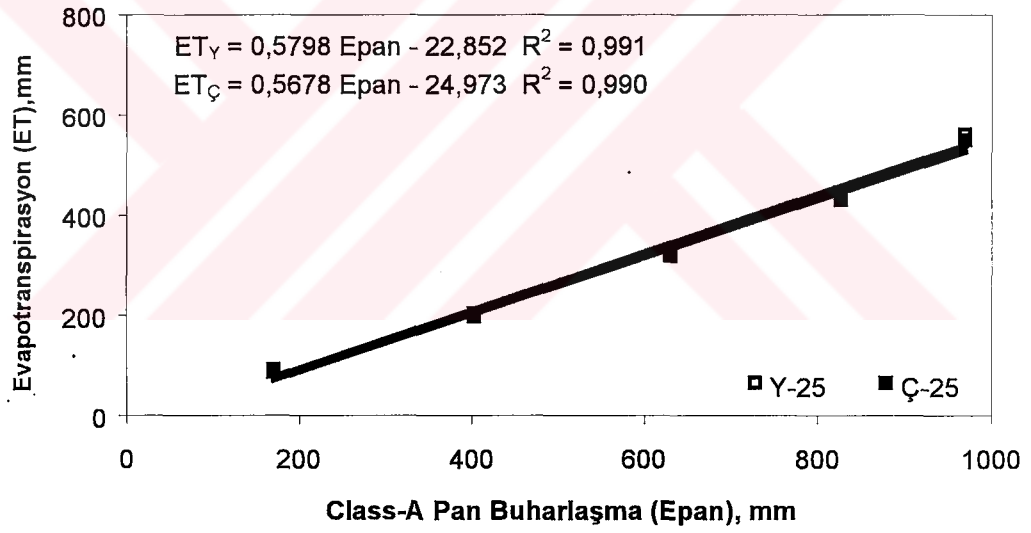
Şekil 4.9.4. Bitki su tüketimi ile YOSK arasındaki ilişki

4.10. Evapotranspirasyon – Class-A Pan İlişkisi

Denemenin her iki yılında ve tüm sulama aralıklarında belirlenen bitki su tüketimleri ile aynı dönemde ölçülen Class-A Pan buharlaşma değerleri arasındaki ilişkiler saptanmıştır (Şekil 4.10.1. ve 4.10.2.). Evapotranspirasyon ile Class-A Pan buharlaşma değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren denklem ve katsayılar Çizelge 4.10.1. de verilmiştir. Çizelge ve şekillerden de görüldüğü gibi evapotranspirasyon ile pan buharlaşması arasında doğrusal ilişki ortaya konmuştur. Sulama sistemleri ve programlarına bağlı olarak R² değerleri denemenin her iki yılında, her iki sulama sisteminde ve tüm sulama aralıklarında 0.99 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.10.1. 15 günlük uygulamaların yığışlımlı ET-Epan ilişkisi (2001) yılı



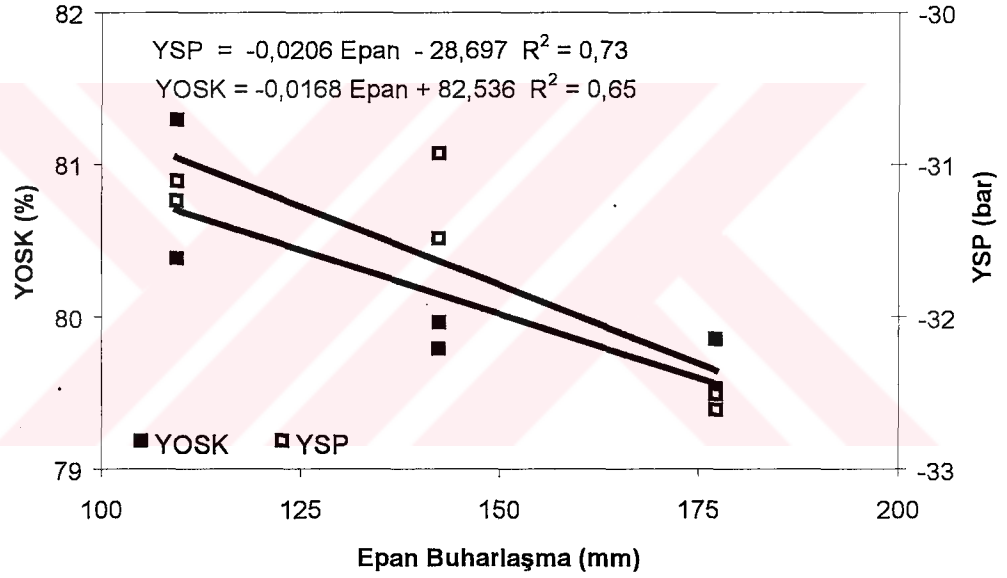
Şekil 4.10.2. 25 günlük uygulamaların yığışlımlı ET-Epan ilişkisi (2002) yılı

Çizelge 4.10.1. Bitki su tüketimi ile Class-A Pan ilişkisi

Sulama Uygulaması	2001 Yılı		2002 Yılı	
	Denklemi	R ²	Denklemi	R ²
Y ₁₅	ET= 0.9403 Epan - 73.266	0.995	ET= 0.8032 Epan - 42.813	0.997
Y ₂₀	ET= 0.7804 Epan - 69.149	0.992	ET= 0.6687 Epan - 36.368	0.992
Y ₂₅	ET= 0.6804 Epan - 62.241	0.992	ET= 0.5798 Epan - 22.852	0.991
Ç ₁₅	ET= 0.9229 Epan - 33.669	0.999	ET= 0.8580 Epan - 44.635	0.994
Ç ₂₀	ET= 0.7755 Epan - 54.005	0.984	ET= 0.6614 Epan - 27.629	0.988
Ç ₂₅	ET= 0.6819 Epan - 41.577	0.991	ET= 0.5678 Epan - 24.973	0.990

4.11. Class A Pan-YSP-YOSK İlişkisi

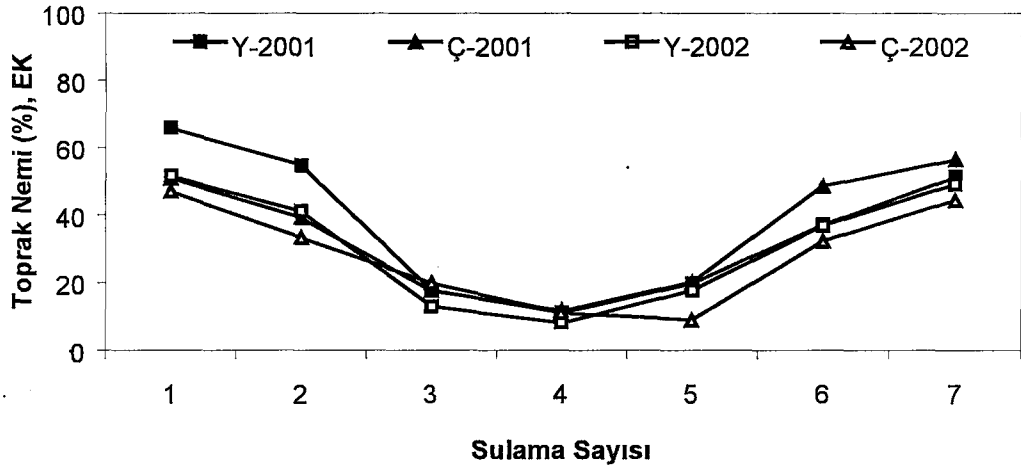
Denemenin her iki yılında ölçülen Class-A Pan buharlaşma değerleri ile YSP ve YOSK arasındaki ilişkiler Şekil 4.11.1. de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi Class-A Pan buharlaşma değerleri ile hem YSP arasında hem de YOSK arasında doğrusal fakat ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Class-A Pan buharlaşma değerlerinin azaldığı sulama sezonu başında ve sonunda YSP ve YOSK artmış, buharlaşmanın yoğun olduğu sıcak dönemlerde YSP ve YOSK'da azalma meydana gelmiştir. Naor ve ark. (1997), elmada yaptıkları çalışmada elde ettiği bulgularda benzer ilişkiyi saptamışlardır.



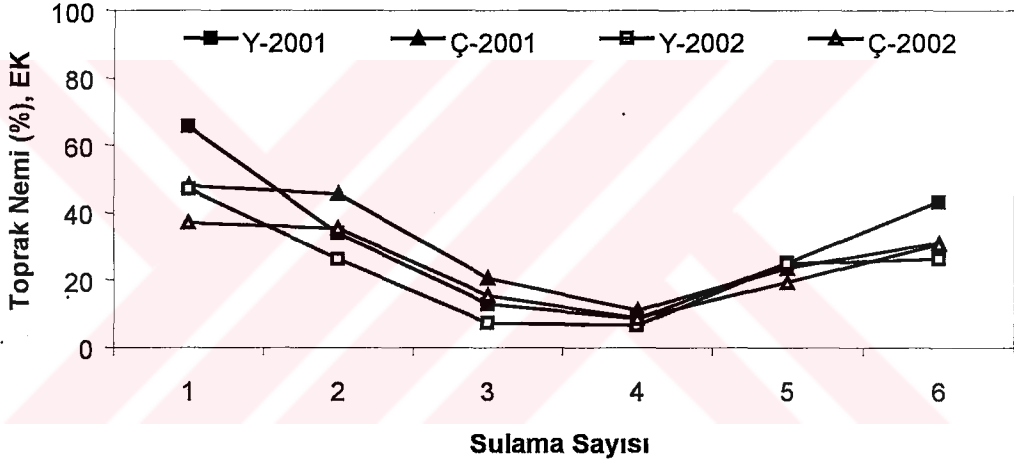
Şekil 4.11.1. Epan – YSP – YOSK ilişkisi

4.12. Toprak Nem Değişimleri

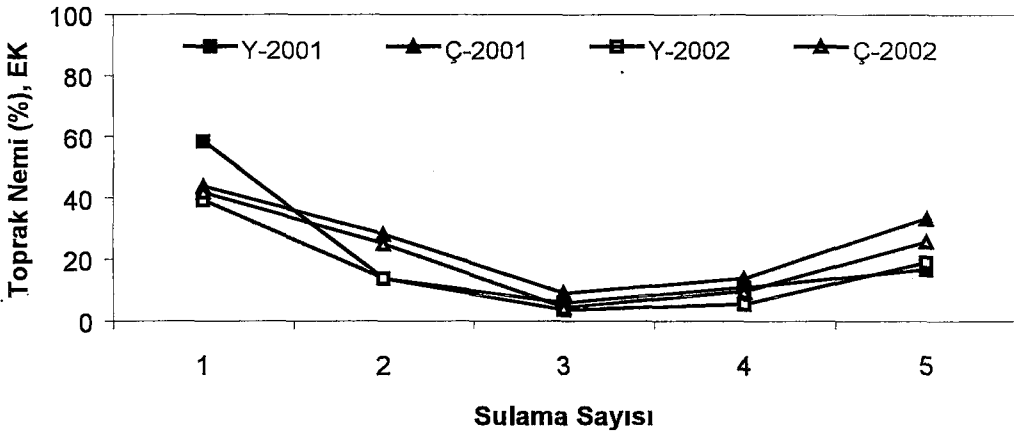
Her sulamadan önce 90 cm'lik toprak profilindeki eksik nem her 30 cm için ayrı olarak ölçülmüş, eksik nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Deneme süresince her iki sulama sisteminde ve tüm sulama aralıklarında sulamalardan önce ölçülen toprak nem değişimleri Şekil 4.12.1., 4.12.2. ve 4.12.3. de verilmiştir.



Şekil 4.12.1. 15 günlük uygulamaların toprak nem değişimleri



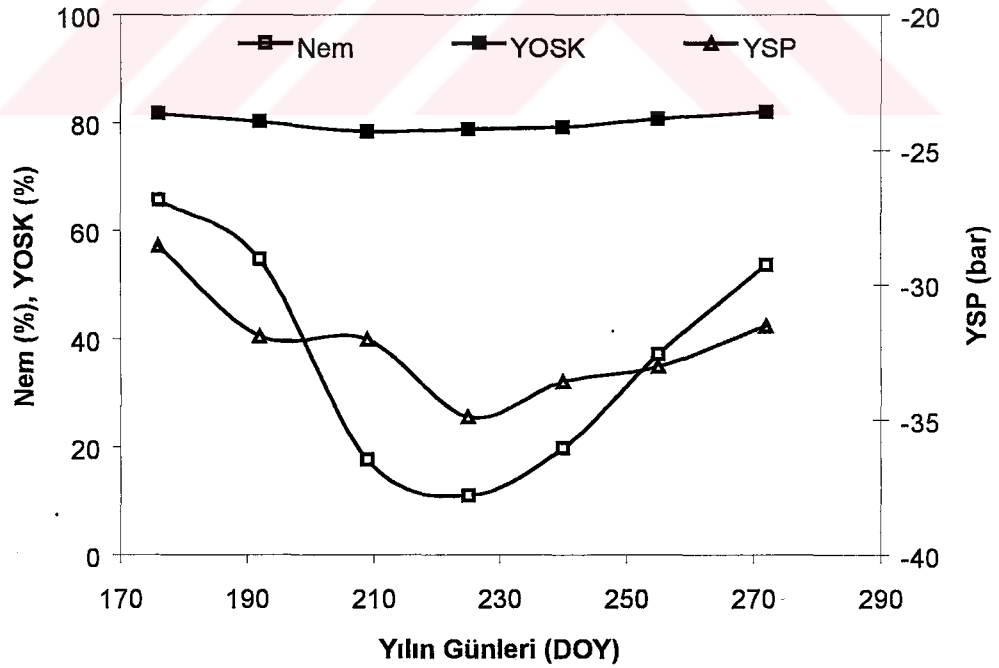
Şekil 4.12.2. 20 günlük uygulamaların toprak nem değişimleri



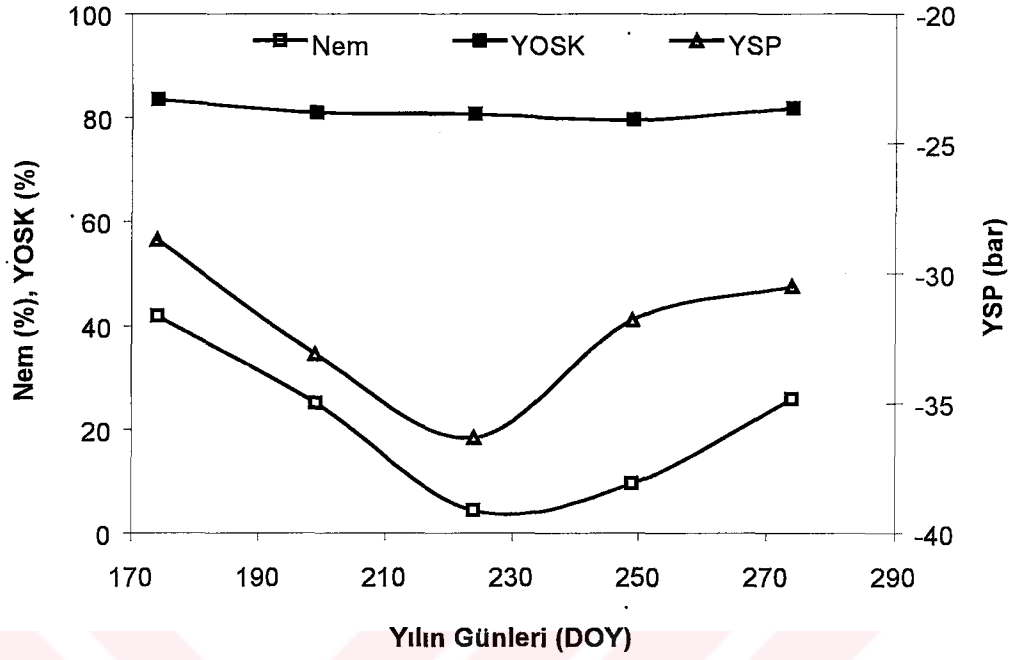
Şekil 4.12.3. 25 günlük uygulamaların toprak nem değişimleri

Şekil 4.12.1., 4.12.2. ve 4.12.3. de görüldüğü gibi topraktaki nem içeriği sıcak yaz aylarında evapotranspirasyonun artması ile azalmaya başlamış, sulama sezonu sonuna doğru tekrar artma eğilimi göstermiştir. Topraktaki nem değişimi denemenin her iki yılında ve her iki sulama sisteminde benzer değişim göstermiş, sulama aralıklarının artması ile 25 günlük uygulamalarda elverişli kapasitede tutulan nem oranındaki azalma daha yoğun olarak gerçekleşmiştir. Toprak nem değişimi ile evapotranspirasyon ve sıcaklık arasında benzer değişimi; Ölmez ve ark. (2001) kayısında, Ginestar ve Castel (1996) portakalda, Michelakis ve ark. (1996) zeytinde yaptıkları çalışmalarda saptamışlardır.

Ayrıca toprak nem değerlerindeki azalma ile YSP ve YOSK arasında bir paralellik görülmekte, toprak nem değişimindeki artış ya da azalış YSP ve YOSK' u aynı yönde değiştirmiştir (Şekil 4.12.4. ve 4.12.5.). Ginestar ve Castel (1996), portakalda, Marsal ve ark. (1997) badem ve fındıkta, Fernandez ve ark. (1997) elmada, Natali ve ark. (1991) zeytinde, Goldhamer ve ark. (1999) şeftalide yaptıkları çalışmada toprak nemi ile YSP ve YOSK arasında benzer ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

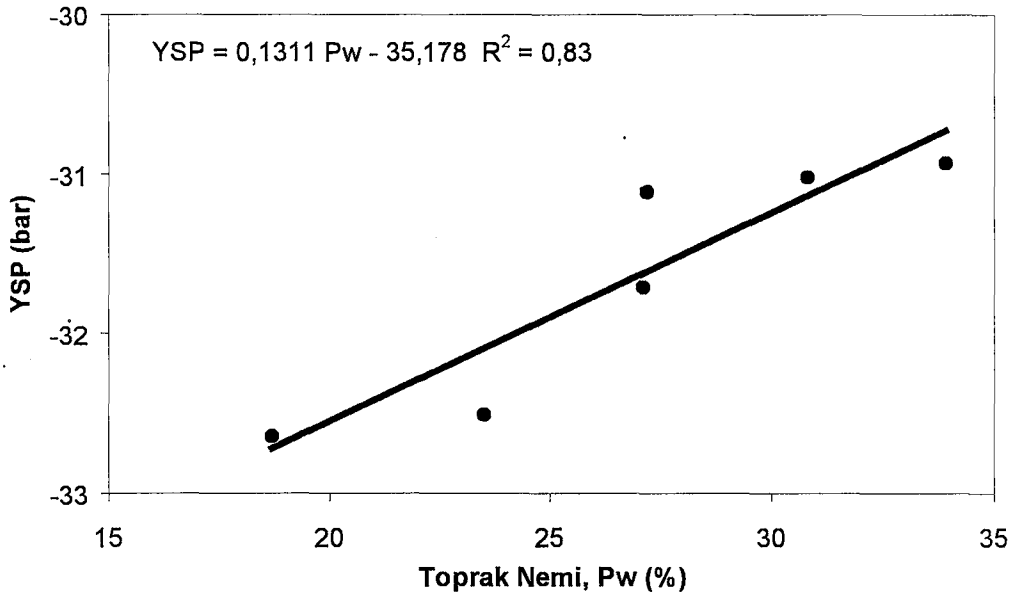


Şekil 4.12.4. Y₁₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

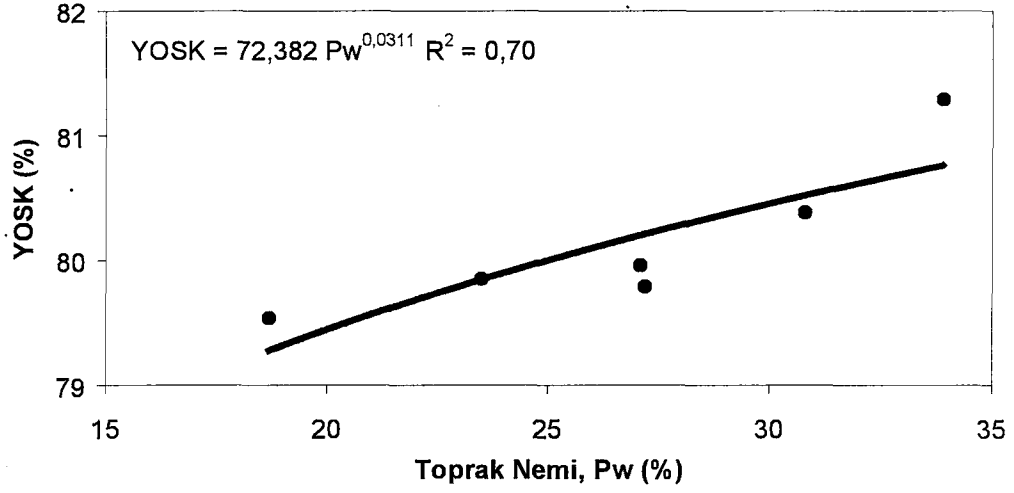


Şekil 4.12.5. Ç₂₅ uygulamasında toprak nem içeriği-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

Toprak nem içeriğindeki değişimler ile YSP ve YOSK arasındaki istatistiksel ilişki Şekil 4.12.6. ve 4.12.7. de verilmiştir. Toprak nem içeriği ile YSP arasında doğrusal bir ilişki, nem içeriği ile YOSK arasında üssel bir ilişki olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.12.6. Toprak nemi-YSP ilişkisi

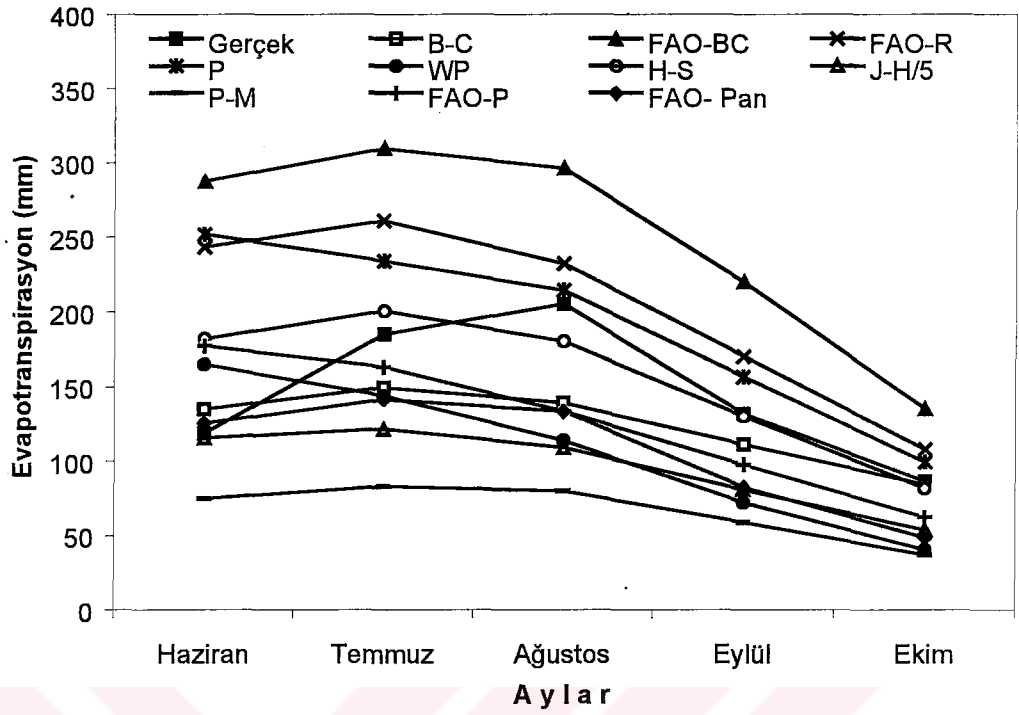


Şekil 4.12.7. Toprak nemi-YOSK ilişkisi

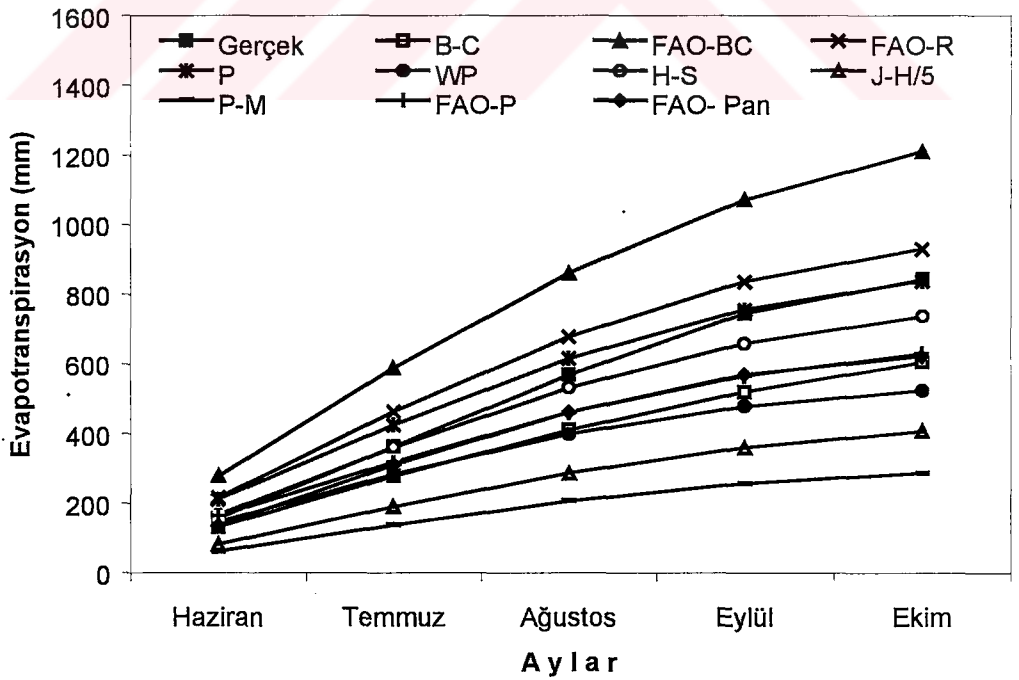
4.13. Potansiyel ET Hesaplama Yöntemleri ile İlgili Sonuçlar

Gerçek evapotranspirasyon ile ampirik eşitlikler yardımıyla hesaplanan ortalama aylık potansiyel evapotranspirasyon değerleri Şekil 4.13.1. de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi gerçek evapotranspirasyona en yakın değerler Hargreaves-Samani ve Penman yöntemlerinde elde edilmiştir. Yöntemlerin yığışımli su tüketimleri incelendiğinde, Hargreaves-Samani ve Penman yöntemi gerçek bitki su tüketimi ile yakın bir paralellik göstermektedir (Şekil 4.13.2.). Hargreaves-Samani yöntemi ile hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon değerleri gerçek evapotranspirasyonu %96.0, Penman yöntemi %114.0 oranında karşılamaktadır (Çizelge 4.13.1.). Ampirik modeller yardımıyla hesaplanan aylık ve yığışımli aylık potansiyel ET değerleri Ek Çizelge 2. ve Ek Çizelge 3. de verilmiştir.

Hesaplanan bitki su tüketimi yöntemlerinden gerçek bitki su tüketimine en yakın değerler elde edilen Hargreaves-Samani ve Penman yöntemlerinin korelasyon katsayıları (R^2) sırası ile 0.70 ve 0.49 olarak saptanmıştır. Kodal (1988) meyve ağaçları için Blaney-Cridle ve Penman yöntemlerini, Orta ve ark. (2000) elmada FAO-Penman yöntemini, Köksal ve ark. (2000) elmada FAO-Radyasyon yöntemini, Hisarlı (1988) Class-A Pan ve Penman yöntemlerini yaptıkları çalışmalarda, en uygun potansiyel evapotranspirasyon hesaplama yöntemi olarak önermişlerdir.



Şekil 4.13.1. Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan potansiyel ET değerleri (2001 yılı)



Şekil 4.13.2. Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan yığışimli potansiyel ET değerleri (2002 yılı)

Çizelge 4.13.1. ET tahmin yöntemlerinin korelasyon analizleri

ET Tahmin Yöntemi	Denklem	R ²	Karşılama Yüzdesi (%)
Blaney-Criddle	$ET_p = 0.4657 ET + 48.982$	0.73	77.7
FAO-Blaney-Criddle	$ET_p = 1.2937 ET + 41.573$	0.70	155.8
FAO-Radyasyon	$ET_p = 1.0878 ET + 23.284$	0.67	123.6
Penman	$ET_p = 0.8987 ET + 38.015$	0.49	114.0
Wright-Penman	$ET_p = 0.5908 ET + 12.685$	0.35	67.1
Penman-Monteith	$ET_p = 0.3560 ET + 06.328$	0.77	39.6
FAO-Penman	$ET_p = 0.5983 ET + 32.144$	0.40	80.3
Hargreaves-Samani	$ET_p = 0.8519 ET + 17.019$	0.70	96.0
Jensen-Haise	$ET_p = 2.3927 ET + 66.771$	0.75	281.7
FAO-Pan	$ET_p = 0.8197 ET - 13.667$	0.77	73.3

4.14. Bitki Katsayıları (Kc)

Ampirik yöntemlerle hesaplanan potansiyel bitki su tüketimlerinden yararlanılarak bitki katsayıları (Kc) hesaplanmıştır (Çizelge 4.14.1.). Katsayıların hesaplanmasında Doorenbos ve Pruitt (1992) ve Kanber ve ark. (2000)'deki esaslar dikkate alınmıştır.

Kıyas bitki su tüketimlerinden elde edilen ortalama Kc değerleri arasında, gerçek Kc değerine en yakın değerler Hargreaves-Samani ve Penman yöntemlerinden elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar t-testi ile analiz edildiğinde Penman-Monteith ve Jensen-Haise yöntemleri ile hesaplanan Kc değerleri ölçülen gerçek bitki su tüketimi değerlerinden %1 önem düzeyinde farklı bulunmuştur. Çizelge 4.14.1. de görüldüğü gibi, Temmuz ve Ağustos gibi sıcak aylarda bitki su tüketimi ile birlikte Kc değerleri de artış göstermektedir. Bilindiği gibi ampirik bitki su tüketimleri iklimsel verilerle hesaplanmaktadır. Gerçek bitki su tüketiminin yüksek olduğu aylarda iklimsel veriler ampirik bitki su tüketimi değerlerinde de artış meydana getirmektedir. Ancak bu değerlerdeki artış, gerçek bitki su tüketiminde meydana gelen artış kadar olmamıştır. Böylece evapotranspirasyonun yüksek olduğu dönemlerde hesaplanan tüm ampirik bitki su tüketimi yöntemlerinin Kc değerlerinde de artış görülmektedir.

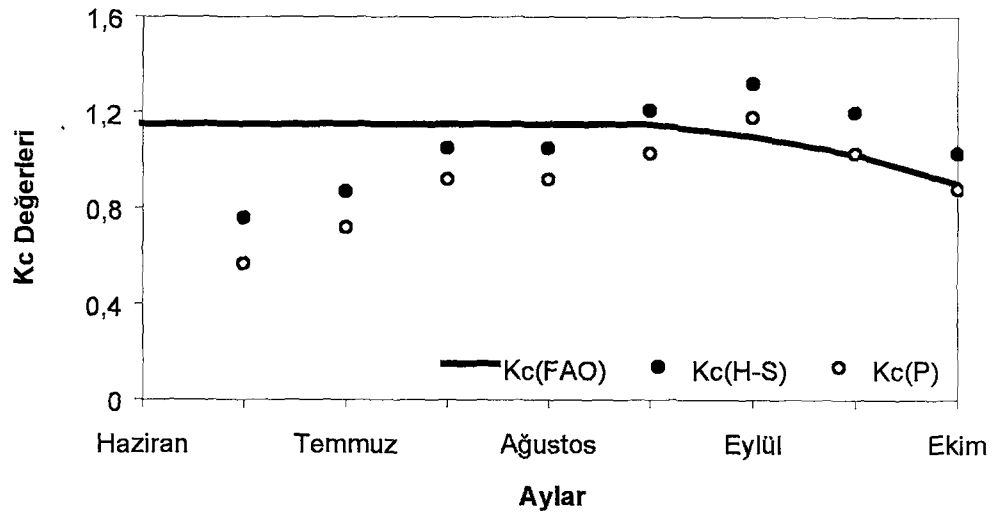
Bölgemiz iklimi ve kayısı meyve ağaçları için uygun olan FAO-24 Kc değerleri ile gerçek bitki su tüketimine en yakın değer elde edildiği Hargreaves-Samani ve Penman yöntemlerinden elde edilen Kc değerleri arasındaki ilişki Şekil

4.14.1. de verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi Kc değeri hem Hargreaves-Samani hem de Penman yönteminde bitki su tüketimi ve buharlaşmaya bağlı olarak artmış, Eylül ayında sırası ile 1.32 ve 1.18 ile en yüksek değere ulaşmıştır. Eylül ayından sonra Kc değerinde tekrar düşüş görülmektedir. Andreu ve ark. (1997) bademde, Michelakis ve ark. (1996) zeytinde ampirik Kc katsayılarının hesaplanması ile ilgili yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 4.14.1. Kayısı için elde edilen aylık Kc bitki katsayıları

Aylar	B-C	FAO-BC	FAO-R	P	WP	P-M	FAO-P	H-S	J-H	FAO-Pan
2001 Yılı										
Haziran	0.88	0.41	0.49	0.47	0.72	1.58	0.67	0.65	0.20	0.94
Temmuz	1.24	0.60	0.71	0.79	1.29	2.23	1.13	0.92	0.30	1.31
Ağustos	1.47	0.69	0.88	0.96	1.80	2.57	1.54	1.14	0.38	1.54
Eylül	1.19	0.60	0.77	0.84	1.82	2.25	1.35	1.01	0.33	1.60
Ekim	1.03	0.64	0.80	0.87	2.14	2.35	1.39	1.06	0.32	1.78
2002 Yılı										
Haziran	1.20	0.56	0.72	0.74	1.08	2.56	0.95	0.94	0.39	1.16
Temmuz	1.40	0.67	0.83	0.97	1.49	2.74	1.35	1.06	0.38	1.17
Ağustos	1.55	0.75	0.95	1.08	1.79	2.94	1.43	1.20	0.43	1.37
Eylül	1.62	0.83	1.11	1.26	2.20	3.49	1.69	1.38	0.48	1.63
Ekim	1.16	0.75	1.06	1.19	2.23	3.32	1.53	1.27	0.42	1.89
ORTALAMA										
Haziran	1.04	0.49	0.61	0.60	0.90	2.07	0.81	0.80	0.30	1.05
Temmuz	1.32	0.63	0.77	0.88	1.39	2.48	1.24	0.99	0.34	1.24
Ağustos	1.51	0.72	0.92	1.02	1.79	2.76	1.49	1.17	0.40	1.45
Eylül	1.41	0.72	0.94	1.05	2.01	2.87	1.52	1.20	0.40	1.61
Ekim	1.09	0.69	0.93	1.03	2.18	2.84	1.46	1.16	0.37	1.84
t-Hesap.	1.503	2.303	1.084	0.658	1.780	4.270**	1.094	0.211	4.718**	1.487

**%1 düzeyinde önemli



Şekil 4.14.1. FAO-24 Kc değerleri ile Hargreaves-Samani ve Penman Kc değerleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Malatya koşullarında, mini yağmurlama ve çanak sulama yöntemleri ile 15, 20 ve 25 gün aralıklarında yapılan sulamaların bölgenin en önemli kurutmalık kayısı çeşidi olan 4 yaşında ve 10 x 10 m. aralık ve mesafede dikilmiş Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin morfolojik, fizyolojik ve bitki su tüketimine etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2001-2002 yıllarında yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenerek verilmiştir:

Denemenin her iki yılında ve her iki sulama sisteminde de, sulama öncesi ölçülen mevsimlik YSP değerleri, sulamadan sonra ölçülen değerlerden yüksek bulunmuştur. Sulamadan önce ölçülen ortalama mevsimlik en düşük YSP değeri -32.65 bar ile Y₂₅ uygulamasında, en yüksek -30.93 bar ile Y₁₅ uygulamasında elde edilmiştir. Sulamadan önce ölçülen YSP değişimi sulama aralıklarında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunurken, sulamadan sonra istatistiksel olarak fark belirlenememiştir. Sulama sistemlerinin de YSP değişimine istatistiksel olarak etkisi olmamıştır. YSP, transpirasyon, radyasyon ve sıcaklık ile ters, toprak nem içeriği ve hava oransal nemi ile doğrusal bir değişim göstermiştir. Her iki sulama sisteminde ve bütün sulama aralıklarında günlük yapılan ölçümlerde, sulamanın başından sonuna doğru YSP değerlerinde bir azalma belirlenmiştir.

Sulama aralıklarında, sulamadan önce ölçülen mevsimlik YOSK değerleri istatistiksel olarak %5 düzeyinde, sulamadan sonra %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hem sulamadan önce, hem de sulamadan sonra en yüksek YOSK değeri sırası ile %81.29 ve %84.18 ile Y₁₅ uygulamasında, en düşük YOSK değeri sırası ile %79.54 ve %81.43 ile Y₂₅ uygulamasında ölçülmüştür. Sulama sistemlerinin YOSK değişimine istatistiksel olarak etkisi belirlenememiştir. YOSK da YSP gibi transpirasyon, radyasyon ve sıcaklık ile ters, toprak nem içeriği ve hava oransal nemi ile paralel bir ilişki göstermiştir.

Sulama sistemleri ve programlarının yaprak renk değişimine etkileri L, a, b, şeklinde belirlenmiştir. Sulama sezonu başında ölçülen renk değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmazken, sezon sonunda ölçülen renk değerleri sulama aralıklarında %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama sistemlerinin yaprak renk değişimine etkisi olmamıştır. Yeşil rengi ifade eden "a" renk değeri, sulama

aralıklarına bağılı olarak değişim göstermiş, en yüksek değer -18.75 ile 15 gün aralığında, en düşük -15.83 ile 25 gün aralığında bulunmuştur. Sulama aralıkları arttıkça yaprak renginde açılmaların olduğu belirlenmiştir. Yeşil rengi ifade eden “a” renk değeri yaprak klorofil içeriği ile, “b” renk değeri yaprak karotinoid içeriği ile doğrusal bir ilişki göstermiştir.

Farklı sulama sistemleri ve sulama aralıklarının yaprak klorofil içeriğine etkisini belirlemek amacıyla sulama sezonu başında ve sonunda yaprak klorofil analizleri yapılmıştır. Sezon sonunda klorofil içeriğindeki artış istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama aralıklarının yaprakların klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil içeriğine etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde, sulama sistemlerinin toplam klorofil miktarına etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toplam klorofil içeriği değeri 5.03 mg/g olarak 15 gün sulama aralığında, en düşük klorofil içeriği değeri 3.75 mg/g olarak 25 gün sulama aralığında saptanmıştır.

Gerek sulama sistemlerinin gerekse sulama programlarının, sezon sonunda ölçülen yaprak karotinoid içeriğine etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama aralıkları büyüdükçe yaprak karotinoid içeriğinde de azalma olduğu saptanmıştır. Yaprak karotinoid içeriği 15 gün aralığında 0.20 mg/g ile en yüksek, 25 gün aralığında 0.16 mg/g ile en düşük bulunmuştur. Sulama sezonu öncesi ölçülen karotinoid değerleri istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir.

Sulama aralıklarının yaprak alanına etkisi %1 düzeyinde önemli iken, sulama sistemlerinin yaprak alanına istatistiki olarak etkisi belirlenmemiştir. En yüksek yaprak alanı değeri 41.17 cm² ile 15 gün sulama aralığında, en düşük 37.75 cm² ile 25 gün sulama aralığında belirlenmiştir. Bitki büyümesi ile bitkiye verilen su miktarı arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. YSP'nin hücre büyümesi ve bölünmesi üzerine olumlu etkisi görülmüş, YSP'nin artması veya azalması ile yaprak alanı da artmakta veya azalmaktadır.

Her sulamada 90 cm'lik toprak profilindeki eksik nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Sulama sezonu boyunca 15 günde bir yapılan sulamada 7, 20 günde bir yapılan sulamada 6 ve 25 günde bir yapılan sulamada 5 sulama yapılmıştır. Sulama aralıkları kıaldıkça sulama sayısı ile beraber sezon boyunca verilen su ve bitki su tüketimi artmıştır. Ortalama en yüksek bitki su

tüketimi 661.1 mm ile Ç₁₅ uygulamasında, en düşük bitki su tüketimi ise 532.6 mm ile Y₂₅ uygulamasından elde edilmiştir. Çanak sulamada mini yağmurlamaya göre bitki su tüketimi değerleri daha yüksek bulunmuştur. Hava sıcaklığının düşük, transpirasyonun az olduğu sulama sezonu başında ve sonunda bitki su tüketimi az, transpirasyonun yüksek olduğu sıcak Temmuz ve Ağustos aylarında bitki su tüketimi artmıştır. Bitki su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyuna paralel olarak artmıştır. En yüksek su tüketim değeri 661.1 mm olarak 649.9 mm en fazla sulama suyunun uygulandığı Ç₁₅ uygulamasından elde edilmiştir.

Bitki su tüketimi, hem YSP'de hem de YOSK'da benzer değişimler göstermiştir. Bitki su tüketimi azaldıkça YSP ve YOSK artmış, bitki su tüketimi sıcak yaz aylarında artıkça yaprakların fazla su kaybetmesinden dolayı hem YSP hem de YOSK değerleri düşüş göstermiştir. Bitki su tüketimi ile Class-A Pan buharlaşma değerleri arasında yakın ve doğrusal bir ilişki elde edilmiştir

Class-A Pan buharlaşma değerleri ile hem YSP arasında hem de YOSK arasında doğrusal fakat negatif bir ilişki saptanmıştır. Class-A Pan buharlaşma değerlerinin azaldığı sulama sezonu başında ve sonunda YSP ve YOSK artmış, buharlaşmanın yoğun olduğu sıcak dönemlerde YSP ve YOSK'da azalma meydana gelmiştir.

Topraktaki nem içeriği sıcak yaz aylarında evapotranspirasyonun artması ile azalmaya başlamış, sulama sezonu sonuna doğru tekrar artış göstermiştir. Topraktaki nem değişimi denemenin her iki yılında ve her iki sulama sisteminde benzer değişim göstermiş, sulama aralıklarının artması ile 25 günlük uygulamalarda elverişli kapasitede tutulan nem oranındaki azalma daha yoğun olarak gerçekleşmiştir. Toprak nem içeriği ile YSP arasında doğrusal bir ilişki, YOSK arasında üssel bir ilişki saptanmıştır.

Gerçek evapotranspirasyon ile ampirik eşitlikler yardımıyla hesaplanan ortalama aylık potansiyel evapotranspirasyon değerleri karşılaştırılmış, gerçek evapotranspirasyona en yakın değerler Hargreaves-Samani ve Penman yöntemlerinde elde edilmiştir. Hargreaves-Samani yöntemi ile hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon değerleri gerçek evapotranspirasyonu %96.0, Penman yöntemi %114.0 oranında karşıladığı saptanmıştır. Hesaplanan bitki su tüketimi

yöntemlerinden en iyi sonucu veren Hargreaves-Samani ve Penman yöntemlerinin korelasyon katsayıları (R^2) sırası ile 0.70 ve 0.49 olarak bulunmuştur.

Bitkinin morfolojik ve fizyolojik dengesinin oluşturulması ve sürekli bir verimliliğin sağlanması için bitki genetik yapısı kadar kültürel uygulamaların ve bunun yanında sulamanın büyük önemi bulunmaktadır. Mevcut su kaynaklarının en uygun şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla suyun bitkiye uygun yöntemle ve uygun zamanda verilmesi gerekmektedir. Yapılan bu araştırmanın sonuçlarına göre, ülkemiz için büyük öneme sahip ve bölgemizin en önemli kurutmalık ve dışsıtım ürünü olan Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi üzerine sulama aralıkları etkili olmaktadır. İncelenen özellikler açısından sulama sistemlerinin istatistiksel olarak etkisi saptanamamıştır. Gerek fizyolojik gerekse morfolojik özellikler bakımından Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin 15 günde bir sulanması uygun olacaktır. Bu konuda daha ayrıntılı ve kesin sonuçların ortaya konması için sulama yöntemleri ve aralıklarının meyve çağındaki ağaçlarda uygulanması ile, meyve verim ve kalite özelliklerine etkisinin belirleneceği çalışmaların yapılması yararlı olacaktır. Ampirik eşitlikler yardımıyla potansiyel evapotranspirasyonun hesaplanmasında Malatya bölgesi için Hargreaves-Samani ve Penman yöntemleri daha sağlıklı sonuçlar vermektedir.

KAYNAKLAR

- ACKLEY, W. B. Water contents and water deficits of bartlett pear trees on the two rootstocks *P.communis* and *P.serotina*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64, 181-185, 1954.
- ALLEN, R. G., JENSEN, M. E., WRIGHT, J. L., BURMAN, R. D. Operational estimates of referance evapotranspiration. Argon. J., 81:650-662, 1989.
- AMEGLIO, T., ARCHER, P., COHEN, M., VALANCOGNE, C., DAUDET, F-A., DAYAU, S., CRUIZIAT, P. Significance and limits in the use of predawn leaf water potential for tree irrigation. Plant and Soil. 207: 155-167, 1999.
- ANDREU, L., HOPMANS, J.W. SCHWANKL, L. J. Spatial and temporal distribution of soil water balance for a drip-irrigated almond tree. Agricultural Water Management 35. 125-146, 1997
- ANONYMOUS, Aprict statistical database. www.fao.org, 2001.
- ANONYMOUS, İhracatı Geliştirme Merkezi. Ankara, 2000.
- ANONYMOUS, Tarım ve Köyışleri Bakanlığı, Malatya İl Müdürlüğü, Malatya 1999.
- ASMA, B. M. Kayısı Yetiştiriciliği, 243 s. Evin Ofset Malatya, 2000.
- BAİLEY, H. C., HOUGH, L. Apricots. In J. Janick and J. N. More (eds.), Advences in fruit breeding. W. Lafayette Indn. Purdue Univ. Press., 367-383, 1975.
- BALABAN, A., AYYILDIZ, M. Orta Anadolu sulamalarında tarla sulama randımanı üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. Yıl: 20, Fasikül: 1, 202-219, 1970.
- BARRS, H. D. Water deficits and plant growth. Ed. T. T. Kozlowski, Vol.1. Academic Press. 235-268, New York, 1968.
- BAŞ, M. VII. Beş yıllık kalkınma planı. Bahçe Bitkileri Özel İhtisas Komisyonu Kayısı Raporu. S:25, Malatya, 1993.
- BENAMI, A., DISKIN, M. H., Design of sprinkler irrigation. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Public.23, Technicon, Inst. of Tecnology, Haifa, Israel, 1965.
- BENLİ, E. Bitki su tüketimi tahminlerinin yöresel olarak karşılaştırılması üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Basımevi 16. Ankara, 1980.

- BİLGEL, L., DAĞDEVİREN, İ., NACAR, A. S. GAP bölgesi Harran Ovası koşullarında Antepfıstığının (Siirt çeşidi) su tüketiminin ve sulama programının belirlenmesi. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 252-257, Ankara, 14-17 Eylül 1999.
- BOLAND, A-M., MITCHELL, P. D., JERIE, P. H., GOODWIN, I. the effect of regulated deficit irrigation on tree water use and growth of peach. Journal of Horticultural Science 68(2), 261-274, 1993.
- BOUYOUCOS, G. S. A recalibration of the Hidrometer Method for Making Mechanical Analysis of soils. Agron. J. 43:434-438, 1951.
- BOYER, J. S. Relationship of water potential to growth of leaves. Plant Physiol. 43, 1056-1062, 1968.
- BOYER, J. S. Water deficits and plant growth. Ed. T. T. Kozlowski, Vol. IV Academic Press, 153-190, New York, 1976.
- CAMACHO, S. E., KAUFMANN, M. R., HALL, A. E. Leaf water potential response to transpiration by citrus. Physiol. Plant. 31, 101-1056, 1974.
- CANÖZER, Ö., ÖZİLBEY, N. Üç sulama metodunun zeytin kalite ve kantitesine etkileri üzerine araştırmalar. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt: 1, 577-582, Bornova/İzmir, 13-16 Ekim, 1992.
- COOPER, W. S., GREGORY, P. J., TULLY, D., HARRIS, H. C. Improving water use efficiency of annual crops in th rainfed farming systems of West and North Africa. Exp. Agric. 23. 113-158, 1987.
- CUENCA, R. H. Irrigation system design. An Engineering Approach. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.
- ÇETİNER, H. Malatya 2. Baskı, 62 s. Malatya, 1997.
- ÇEVİK, B., KAŞKA, N., KIRDA, C., TEKİNEL, O., PEKMEZCİ, M., YAYLALI, N., PAYDAŞ, S. Alanya yöresi muzlarında değişik sulama yöntemlerinin su tüketimi, verim ve kalite üzerine etkileri. Doğa Bilim Dergisi. Seri D2, Cilt: 9, Sayı: 2, 5-28, Ankara, 1985.
- ÇEVİK, B., TUZCU, Ö., KAPLANKIRAN, M., YURDAKUL, O., TEKİNEL, O., KORKMAZ, S. Çukurova koşullarında limon yetiştiriciliğinde en uygun sulama yönteminin saptanması üzerinde bir araştırma. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt: 1, 611-613, Bornova/İzmir, 13-16 Ekim 1992.
- ÇİMEN, İ., DERViŞ, Ö., ULUĞ, E., ANIL, Ş., KADIOĞLU, İ. Genç turunçgil bahçelerinde farklı sulama sitemlerinin bitki gelişmesine, su tüketim miktarına ve yabancı otlanmaya etkileri. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt: 1, 591-595, Bornova/İzmir, 13-16 Ekim 1992.

- DE KOK, L. J., GRAHAM, M. Levels of pigments, soluble proteins, amino acids and sulphhydryl compounds in folior tissue of arabidopsis thaliana during dark induced and naturel senecense. *Plant Physiol. Blocheu.* 27, 203-203, 1989.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W. O., Crop water reguirements. *Irrig. Drainage Paper* FAO 24, Rome. 1977.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W. O. Crop water reguriements. *Irrigation And Drainage Paper*, FAO 24, Roma, 1992.
- ECEVİT, F. M. Bitki Fizyolojisi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı:3, 333 s. Konya, 1993.
- ERDEM, Y. Kırklareli koşullarında bitki su tüketimi tahmin eşitliklerinin karşılaştırılması. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 61s. Tekirdağ, 1996.
- ERİŞ, A., SİVRİTEPE, N., SİVRİTEPE, H. Ö. Asmalarda su stresine karşı ortaya çıkan bazı morfolojik ve fizyolojik reaksiyonlar. 4. Bağcılık Sempozyumu, 64-69, Yalova, 20-23 Ekim 1998.
- ERYÜCE, N. Bitki Fizyolojisi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Ders Notları:31/2, 97 s. Bornova/İzmir, 1997.
- FERNANDEZ, R, T., PERRY, R. L., FLORE, J. A, Drought respanse of young apple trees on three rootstacks. II. gas exchange chlorophyll fluorescence water retations and leaf abscisic acid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122 (6):841-848, 1997.
- GARNIER, E., BERGER, A. The influence of drought on stomatal conductance and water potential of peach trees growing in the field. *Scientia Horticulturae* 32, 249-263, 1987
- GINESTAR, C., CASTEL, J. R. Responses of young clementine citrus trees to water strees during differant phenological periods. *Journal of Horticultural Sceince* 71 (4), 551-553, 1996.
- GOLDHAMER, D. A., FERERES, E., MATA, M., GIRONA, J., COHEN, M. Sensitivity of continuous and discrete plant and soil water status monitoring in peach trees subjected to deficit irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124(4): 437-444, 1999.
- GOODE, J. E. The measurementof sap tension in the petiols of apples raspberry and black currant leaves. *J. Hort. Sci.* 39, 231-233, 1968.
- GÜZEL N. Toprak verimliliği laboratuvar uygulama notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:165, 38 s. Adana, 1982.

- HASSAN, M. M., SEIF, S. A. Water use on apricot trees. Proceedings of the XIth International Symposium on Apricot Culture. Acta Horticulture Number 488, 547-550, Greece, 25-30 May, 1997.
- HIZALAN, E. ÜNAL, M. Topraklarda önemli kimyasal analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:278. Ankara, 885 s. 1969.
- HİSARLI, S. Ankara koşullarında bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 63s. 1988.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol. 24, 519-570, 1973.
- JACKSON, M. L. Soil chemical analysis. Pr. İntice-Hall İnc. 183 p. 1962.
- JENSEN, M. E. Consumptive use of water and irrigation water requirements, ASAE, Irrig. Drain. Dix. 215 p. New York, 1973.
- KACAR, B. Bitki Fizyolojisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları.1153, 424 s. Ankara, 1989.
- KADIOĞLU, A. Bitki Fizyolojisi, 377 s. Trabzon, 1999.
- KANBER, R. Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:174. Adana, 1997.
- KANBER, R., EYLEN, M. Muz bitkisinde sulama programlarının oluşturulması: Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt: 1, 613-617, Adana, 3-6 Ekim 1995b.
- KANBER, R., EYLEN, M. Turunçgillerde su – verim ilişkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt: 1, 550-554, Adana, 3-6 Ekim 1995a.
- KANBER, R., KÖKSAL, H., ÖNDER, S., EYLEN, M. Farklı sulama yöntemlerinin genç portakal ağaçlarında verim, su tüketimi ve kök gelişimine etkileri. Journal of Agriculture and Forestry. 20, 163 – 172, 1996.
- KANBER, R., KÖKSAL, H., YAZAR, A., ÖNDER, S., OĞUZER, V. Altıntop (Greifurt) bitkisinde verim ile sulama suyu ve kalite ilişkilerinin irdelenmesi. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt: 1, 205-209, Bornova/İzmir, 13-16 Ekim 1992.
- KANBER, R., ÜNLÜ, M., KÖKSAL, H. Bitki su tüketimi (ET_C) ve bitki katsayıları (K_C). T.C. Başbakanlık Köy hizmetleri Genel Müdürlüğü. Bitki-Atmosfer İlişkileri Semineri. Erzurum, 4-8 Eylül 2000.
- KANBER, R., YAZAR, A., ÖNDER, S., KÖKSAL, H. Irrigation response of Pistachio (Pistacio vera 1.). Irrig. Sci. 14:7-14, 1993.

- KAUFMANN, M. R. The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Academic Press. 55-67, New York, 1981.
- KAUFMANN, M. R., ELFVING, D. C. Evaluation of tensiometers for estimating plant water stress in citrus. Hort. Science 7(59), 513-514, 1972.
- KAYNAŞ, N. Bazı şeftali ve nektarin çeşitlerinde kurağa mukavemetin fizyolojisi üzerinde araştırmalar. Sonuç Raporu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar genel Müdürlüğü. 181 s. Yalova, 1994.
- KAYNAŞ, N., KAYNAŞ, K. Bazı erik klon anaçlarının kurağa dayanımları. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 111-115, Ankara, 14-17 Eylül 1999.
- KAYNAŞ, N., KAYNAŞ, K., BURAK, M. Bazı elma çeşitlerinde kuraklığın bitkideki morfolojik değişimler üzerine etkileri. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu. 203-210, Yalova, 2-5 Eylül 1997.
- KIRNAK, H., DEMİRTAŞ, M. N. Su stresi altındaki kiraz fidanlarında fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi. 33(3), 265-270, 2002.
- KODAL, S. Ülkemizde meyve ağaçlarının su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek yöntemler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. Ankara, 1988.
- KOLUKISA, A. Standart dergisi, Kayısı özel sayısı, 96 s. Ankara, 1994.
- KÖKSAL, A. İ., DUMANOĞLU, H., GÜNEŞ, N., YILDIRIM, O., KADAYIFÇI, A. Farklı sulama yöntemleri ve programlarının elma ağaçlarının vejetatif gelişimi, metve verimi ve kalitesi üzerine etkileri. Journal of Agriculture and Forestry. 23, Ek sayı: 4, 909-920, 1999.
- KÖKSAL, A. İ., YILDIRIM, O., DUMANOĞLU, H., KADAYIFÇI, A., GÜNEŞ, N. Farklı sulama yöntemlerinde elma ağaçlarının su tüketimi. Tarım Bilimleri Dergisi. 6 (2), 22-29, 2000.
- KRAMER, P. J. Water stress and plant growth agronomy. Agronomy. J. 54, 31-35, 1962
- LANGASTER, J. E., LISTER, C. E. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruit and vegetables. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122 (4):594-598, 1997.
- LI, S. H., HUGUET, J. G., SCHOCH, P. G., ORLANDO, P. Responce of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruit development. Journal of Horticultural Science. 64(5), 541-552, 1989.

- LICHTENTHALER, H. K., WELBURN, A. R. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Botanisches Institut der Universitat, Kaiserstran Be 12, Postfach, 1983.
- LÖTTER, J. D.V., BEUKES, D. J., WEBER, H. W. Growth and quality of apples as affected by different irrigation treatments. *Journal of Horticultural Science* 60(2), 181-192, 1985.
- MARLER, T. E., SCHAFFER, B., CRANE, J. H. Developmental light level affects growth, morphology, and leaf physiology of young carambola trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(4), 711-718, 1994.
- MARSAL, J., GIRONA, J. Relationship between leaf water potential and gas exchange activity at different phenological stages and fruit loads in peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122 (3):415-421, 1997.
- MARSAL, J., GRONA, J., MATA, M. Leaf water relation parameters in almond compared to hazelnut trees during a deficit irrigation period. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122 (4):582-587, 1997.
- MICHELAKIS, N., VOUYOUKALOU, E., CLAPAKI, G. Water use and soil moisture depletion by olive trees under different irrigation conditions. *Agricultural Water Management* 29. 315-325, 1996.
- NAGARAJAH, S. Physiological responses of grapevines to water stress. *Acta Horticulturae* 240. 249-256, 1989.
- NATALI, S., BIGNAMI, C., FUSARI, A. Water consumption, photosynthesis, transpiration and leaf water potential in *Olea Europaea* L., Cv. "Frantoio", at different levels of available water. *Agr. Med.* Vol. 121. 205-212, 1991
- NAOR, A., KLEIN, I., HUPERT, H., GRINBLAT, Y., PRES, M., KAUFMAN, A. Water stress and crop level interactions in relation to nectarine yield, fruit size distribution and water potentials. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 124(2), 189-193, 1999.
- NAOR, A., KLEIN, I., DORON, I., GAL, Y., BEN-DAVID, Z., BRAVDO, B. The effect of irrigation and crop load on stem water potential and apple fruit size. *Journal of Horticultural Science.* 72(5) 765-771, 1997.
- OLSSON, K. A., MILTHORPE, F. L. Diurnal and spatial variation in leaf water potential and leaf conductance of irrigated peach trees. *Aust. J. Plant Physiol.* 10, 291-298, 1983.
- ORTA, A. H., YÜKSEL, A. N., ERDEM, T. Tekirdağ koşullarında farklı sulama yöntemlerinin elma ağaçlarını su tüketimine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi.* 6 (3), 109-115, 2000.

- ORTA, H. Farklı sulama yöntemlerinin biber verimine etkisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Doktora tezi, Ankara, 1994.
- ÖLMEZ, H. A., DEMİRTAŞ, M. N., ŞAHİN, M., ÇOLAK, S., KANBER, R. Effects of different irrigation regimes on young tree development and water consumption of Hacıhaliloğlu apricot variety. XIIth International Symposium on Apricot Culture and Decline. France, September 10-14, 2001.
- ÖZTÜRK, K., GÜL, K., USLU, S., GÜLERYÜZ, M., PIRLAK, L., YILDIZ, A., DEMİRTAŞ, B., EŞİTKEN, A. 8. 5 yıllık kalkınma planı. Bahçe Bitkileri Özel İhtisas Komisyonu Kaysı Raporu, Malatya, 2000.
- PATUMI, M., D'ANDRIA, R., FONTANAZZA, G., MORELLI, G., GIORIO, P., SORRENTINO, G. Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive (*olea europaea*) under different irrigation regimes. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 74(6), 729-737, 1999.
- PETERSEN, R. G., CALVIN, L. D. Saampling methods of soil analiysis. Part 1, Agronomi Series No:3, Amer. Society of Agric. Inc. Publ. Madison-Wisconsin, 5472 s. USA, 1965.
- PROEBSTING, E. L., JERIE, P. H., IRVINE, J. Water deficits and rooting volume modify peach tree growth and water relations. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(3):368-372, 1989.
- RUDICH, J., RENDON-POBLETE, E., STEVENS, M.A., AMBRI, A. Use of leaf water potential to determine water stress in field grown tomato plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106, 732-736, 1981.
- RUIZ-SANCHEZ, M. C., DOMINGO, R., TORRECILLAS, A., PEREZ-PASTOR, A. Water stres preconditioning to improve drought resistance in young apricot plants. *Plant Science*. 156 245-251, 2000.
- SCHOLANDER, P. F., HAMMEL, H. T., BRADSTREET, E. D., HEMMINGSEN, E. A. Sap Pressure in Vascular Plants. *Science* 148. 339-346, 1965.
- SMART, R. E., BARSS, H. D. The Effect of enviranment and irrigation interval on leaf water potantial of four horticultural species. *Agric. Meteorol.* 12, 337-346, 1973.
- STANKOVIC, Z. S., PAJEVIC, S., DURIC, B., KESEROVIC, Z. Water relation of apricot cultivars in ecological conditions of Vojvodina. *Proceedings of the XIth International Symposium on Apricot Culture*. *Acta Horticulture* Number 488, 495-499, Greece, 25-30 May, 1997.
- TOLSTAJA-MAN'KOVSKALA, L. M. The effect of soil moisture on the water regime in peach trees. *Hort. Abst.* 41(3), No:5904, 1971.

- TORRECILLAS, A., DOMINGO, R., GALEGO, R., RUIZ-SANCHEZ, M. C. Apricot tree response to withholding irrigation of different phenological periods. *Scientia Horticulturae* 85, 201-215, 2000.
- USLU, S., GÜLOĞLU, U., MUTLU, S. Kayısı çeşit katalogu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. 93 s. Ankara, 1996.
- USSLS. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook No:60, 160p, USA, 1954.
- XILOYANNIS, C., URIU, K., MARTIN, G.C. Seasonal and diurnal variations in abscisic acid, water potential, and, diffusive resistance in leaves from irrigated and non-irrigated peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105, 412-415, 1980.
- YAZAR, A. Yağmurlama sulama sistemlerinin bitkilerde toksisite etkileri. *Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi.* 4 (5): 1-136, 105-111, 1989.
- YAZAR, A., TEKİNEL, O., KANBER, R. En uygun sulama metodunu seçme yöntemi. *Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi.* Cilt:2 S:3, 37-50, Aralık 1987.
- YILMAZ, H., DERVİŞ, Ö., ERTAŞ, M. R., YILDIZ, A. Açık su yüzeyi buharlaşmasında yaralanarak tava ve damla sulama yöntemlerinin narın gelişme, verim, kalite ve su tüketimine olan etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt: 1, 672-676, Adana, 3-6 Ekim 1995.
- ZEKRI, M., PERSONS, L. R. Water relations of grapefruit trees in response to drip, microsprinkler and overhead sprinkler irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113 (6):819-823. 1988,

EKLER



Ek Çizelge 1. İncelenen özelliklerin dönem öncesi ve sonrası t-testi sonuçları

Sulama Uygulaması	YSP (bar)		YOSK (%)		Renk (a)		Klorofil-a (mg/g)		Klorofil-b (mg/g)		Top. Klorofil (mg/g)		Karotinoid (mg/g)		Yaprak Alanı (cm ²)	
	S.Ö.	S.S.	S.Ö.	S.S.	Sz.B	Sz.S.	Sz.B	Sz.S.	Sz.B	Sz.S.	Sz.B	Sz.S.	Sz.B	Sz.S.	Sz.B	Sz.S.
Y ₁₅	-30.93	-29.00	81.29	84.18	-13.99	-18.82	1.55	3.19	1.20	1.81	2.75	5.00	0.142	0.213	29.80	41.86
Y ₂₀	-31.11	-28.84	77.29	82.03	-13.77	-16.78	1.38	2.92	1.08	1.57	2.46	4.49	0.134	0.184	29.21	39.55
Y ₂₅	-32.65	-28.51	79.54	81.43	-13.05	-15.57	1.91	2.90	1.31	1.49	3.22	4.39	0.154	0.189	28.02	37.82
Ç ₁₅	-31.02	-29.68	80.38	83.72	-14.79	-18.79	1.36	3.20	1.06	1.64	2.42	4.84	0.132	0.191	29.76	40.42
Ç ₂₀	-31.71	-29.56	79.95	81.69	-14.41	-17.40	1.57	2.52	1.12	1.43	2.69	3.95	0.134	0.166	30.50	39.51
Ç ₂₅	-32.51	-29.04	79.85	81.87	-14.62	-16.34	1.26	2.05	1.03	1.19	2.29	3.24	0.132	0.143	29.13	37.71
Ortalama	-31.56	-29.11	80.17	82.53	-14.19	-16.31	1.51	2.78	1.21	1.54	2.62	4.29	0.131	0.186	29.44	39.47
Varyans	3.40	2.04	4.20	3.06	1.19	34.79	0.55	0.75	0.27	0.27	1.25	1.32	0.22	0.12	2.88	5.97
Gözlem Adedi	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Ortak Varyans	2.721		3.628		17.990		0.652		0.183		1.285		0.171		4.427	
S. Derecesi	70		70		70		70		70		70		70		70	
t-Hesaplanan	6.288**		5.259**		2.112**		6.593**		4.042**		7.278**		5.706**		20.221	

S.Ö. Sulamadan önce; S.S. Sulamadan sonra
 Sz.B. Sulama sezonu başı; Sz.S. Sulama sezonu sonu
 ** %1 seviyesinde önemli

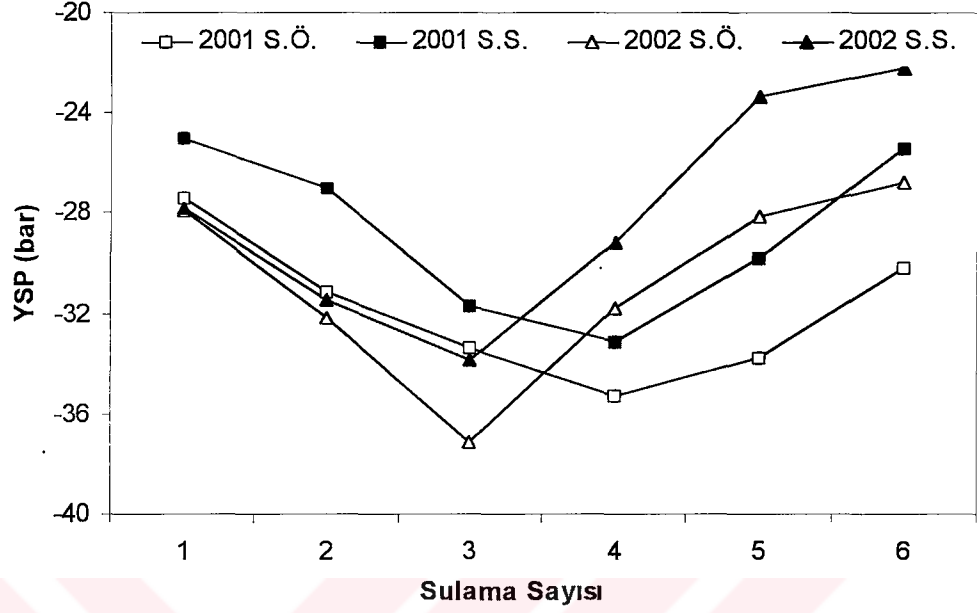
Ek Çizelge 2. Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan aylık potansiyel ET değerleri

Aylar	Gerçek ET	Blaney-Criddle	FAO B-Criddle	FAO Radyasyon	Penman Yöntemi	Wright-Penman	Hargreaves Samani	Jensen-Haise	Penman-Monteith	FAO Penman	FAO A-Pan
Haziran	118.3	134.6	287.4	243.2	251.7	164.8	182.1	577.1	74.8	177.2	125.5
Temmuz	184.9	149.4	309.5	261.1	234.1	143.7	200.5	606.6	83.0	163.1	141.3
Ağustos	205.2	139.3	296.2	232.2	214.3	113.8	180.1	545.2	79.7	133.3	133.4
Eylül	131.9	111.0	219.9	170.4	156.6	72.3	130.0	404.7	58.7	97.6	82.6
Ekim	86.5	84.2	135.2	107.8	99.2	40.5	81.7	268.8	36.8	62.3	48.5
2002 Yılı											
Haziran	155.6	130.2	277.6	215.0	210.7	144.6	165.2	403.5	60.7	164.0	134.6
Temmuz	206.6	147.1	309.8	247.8	214.0	138.3	194.7	545.4	75.5	153.1	176.5
Ağustos	205.0	132.6	272.0	214.7	190.3	114.8	170.5	481.6	69.8	143.1	149.9
Eylül	176.5	108.8	211.9	158.6	140.3	80.1	128.0	367.0	50.6	104.6	108.1
Ekim	98.6	85.2	131.6	93.4	82.7	44.2	77.7	232.4	29.7	64.5	52.1
ORTALAMA											
Haziran	137.0	132.4	282.5	229.1	231.2	154.3	173.7	490.3	69.6	170.6	130.1
Temmuz	197.8	148.3	309.7	254.5	224.1	141.0	197.6	576.0	79.3	158.1	158.9
Ağustos	205.1	136.0	284.1	223.5	202.3	114.3	175.3	513.4	74.8	138.2	141.7
Eylül	154.2	109.9	215.9	164.5	148.5	76.2	129.0	385.9	54.7	101.1	95.5
Ekim	92.6	84.7	133.4	100.6	91.0	42.4	79.7	250.6	33.3	63.4	50.3
TOP	786.7	611.3	1225.6	972.2	897.1	528.2	755.3	2216.2	311.7	631.4	576.5

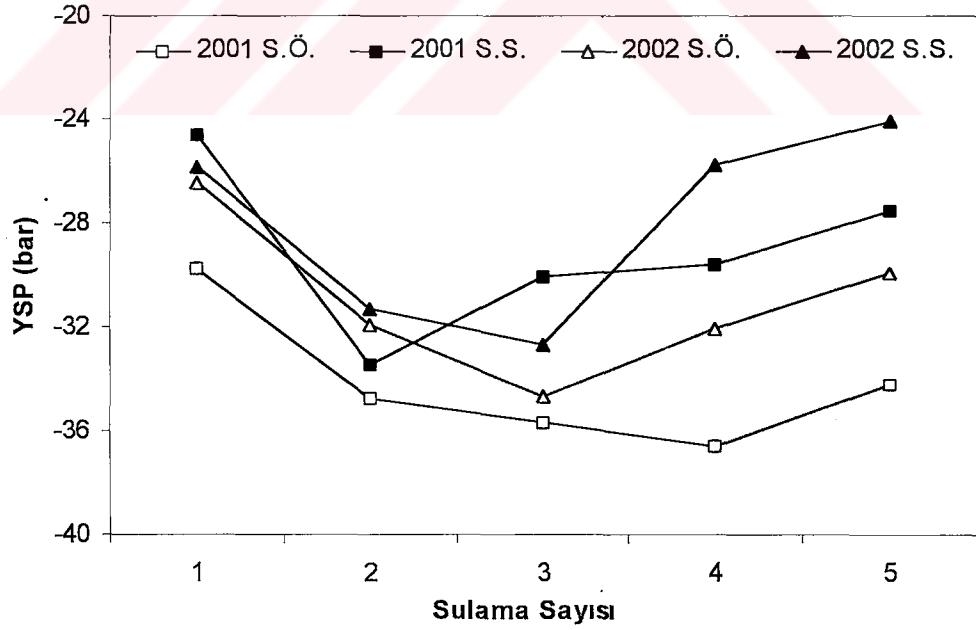
Ek Çizelge 3. Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan aylık yığımlı potansiyel ET değerleri

Aylar	Gerçek ET	Bianey-Criddle	FAO B-Criddle	FAO Radyasyon	Penman Yöntemi	Wright-Penman	Hargreaves Samani	Jensen-Haise	Penman-Monteith	FAO Penman	FAO A-Pan
2001 Yılı											
Haziran	96.6	134.6	287.4	243.2	251.7	164.8	182.1	577.1	74.8	177.2	125.5
Temmuz	285.3	284.0	596.9	504.3	485.8	308.5	382.6	1183.7	157.8	340.3	266.8
Ağustos	482.5	423.3	893.1	736.5	700.1	422.3	562.7	1728.9	237.5	473.6	400.2
Eylül	612.6	534.3	1113.0	906.9	856.7	494.6	692.7	2133.6	296.2	571.2	482.8
Ekim	694.6	618.5	1248.2	1014.7	955.9	535.1	774.4	2402.4	333.0	633.5	531.3
2002 Yılı											
Haziran	118.3	130.2	277.6	215.0	210.7	144.6	165.2	403.5	60.7	164.0	134.6
Temmuz	324.8	277.3	587.4	462.8	424.7	282.9	359.9	948.9	136.2	317.1	311.1
Ağustos	529.7	409.9	859.4	677.5	615.0	397.7	530.4	1430.5	206.0	460.2	461.0
Eylül	691.1	518.7	1071.3	836.1	755.3	477.8	658.4	1797.5	256.6	564.8	569.1
Ekim	796.0	603.9	1209.9	929.5	838.0	522.0	736.1	2029.9	286.3	629.3	621.2
ORTALAMA											
Haziran	107.5	132.4	282.5	229.1	231.2	154.7	173.7	490.3	67.8	170.6	130.1
Temmuz	305.1	280.7	592.2	486.6	455.3	295.7	371.3	1066.3	147.0	328.7	289.0
Ağustos	506.1	416.6	876.3	821.7	657.6	410.0	546.6	1079.7	221.8	466.9	430.6
Eylül	559.4	526.5	1092.2	871.5	806.0	486.2	675.6	1965.6	276.4	568.0	526.0
Ekim	745.5	611.3	1225.6	972.2	897.1	528.2	755.3	2216.2	311.7	631.4	576.5

Ek Şekil 1. Mevsimlik YSP Değişimleri

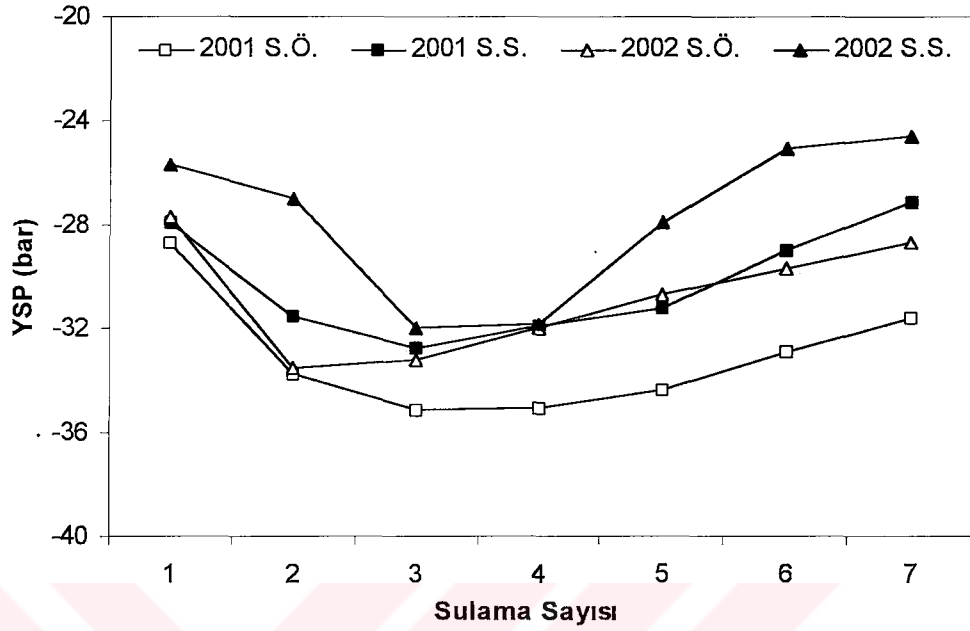


Ek Şekil 1.1. Y_{20} uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi

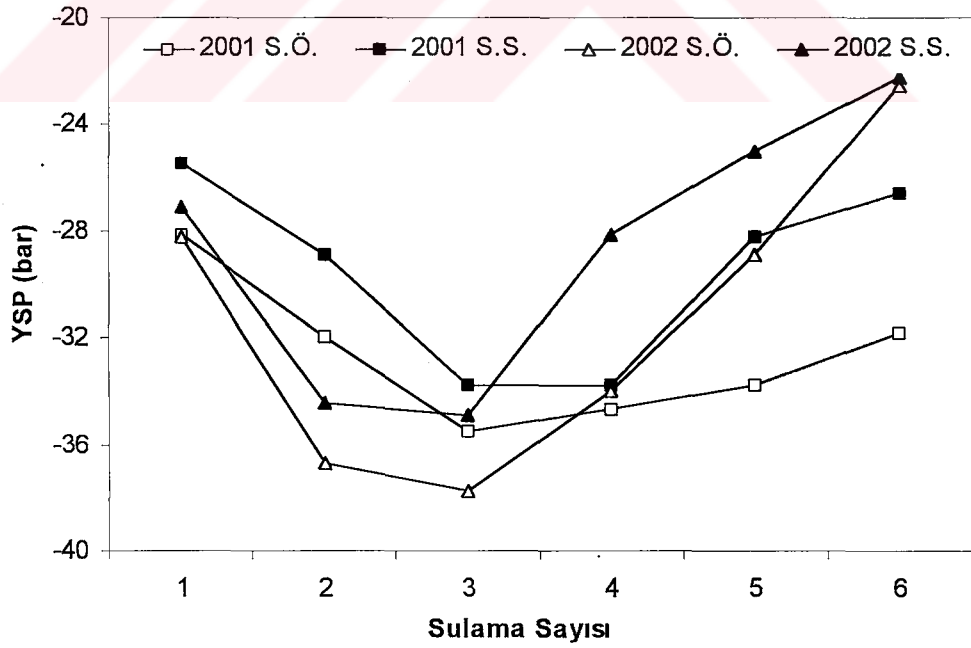


Ek Şekil 1.2. Y_{25} uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi

Ek Şekil 1'in Devamı

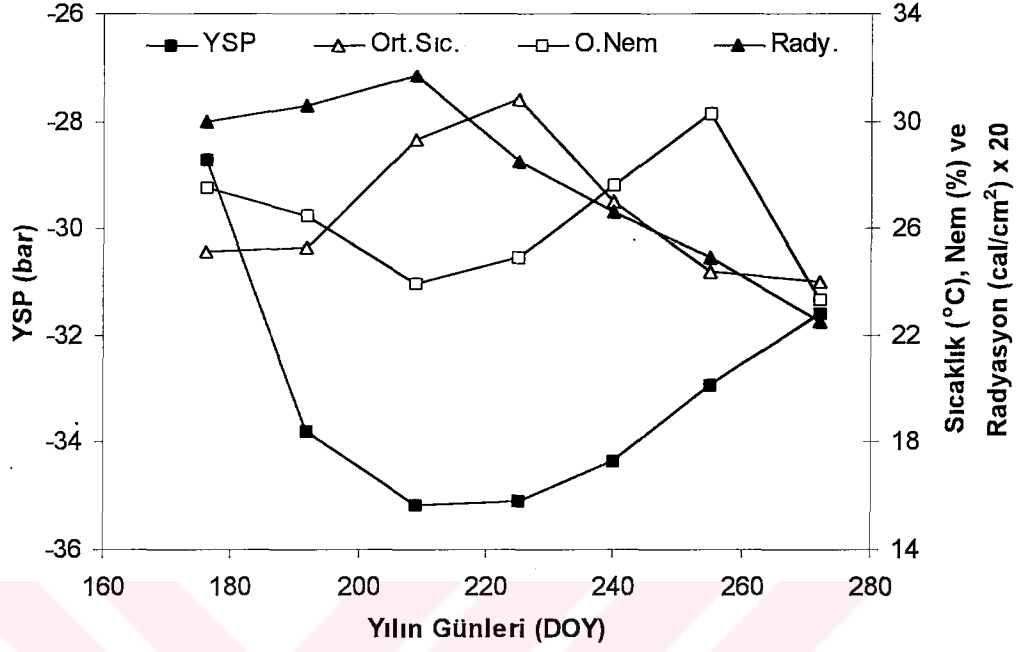


Ek Şekil 1.3. Ç₁₅ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi

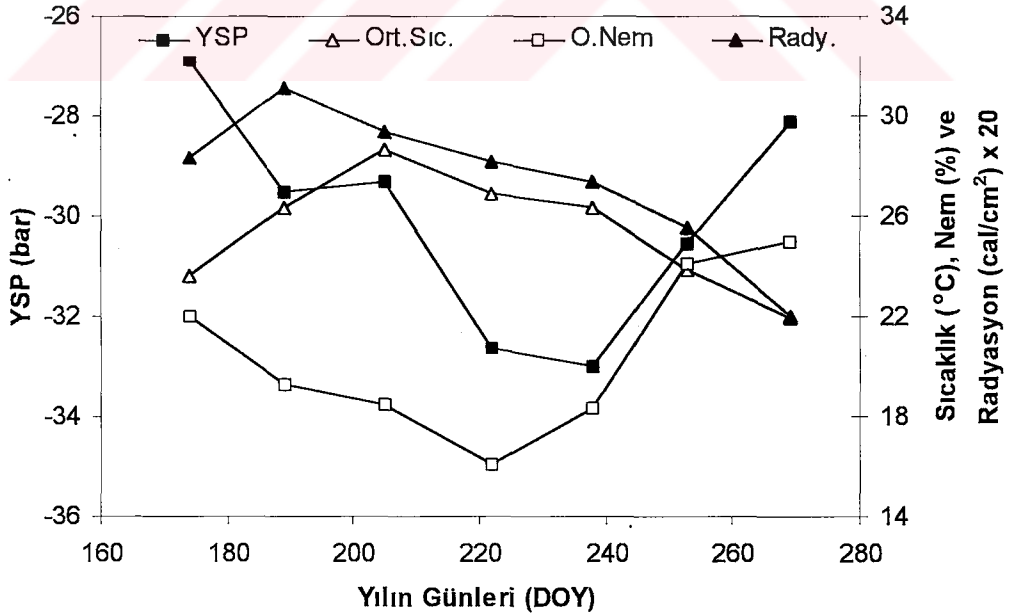


Ek Şekil 1.4. Ç₂₀ uygulamalarında mevsimlik YSP değişimi

Ek Şekil 2. YSP-İklim İlişkisi

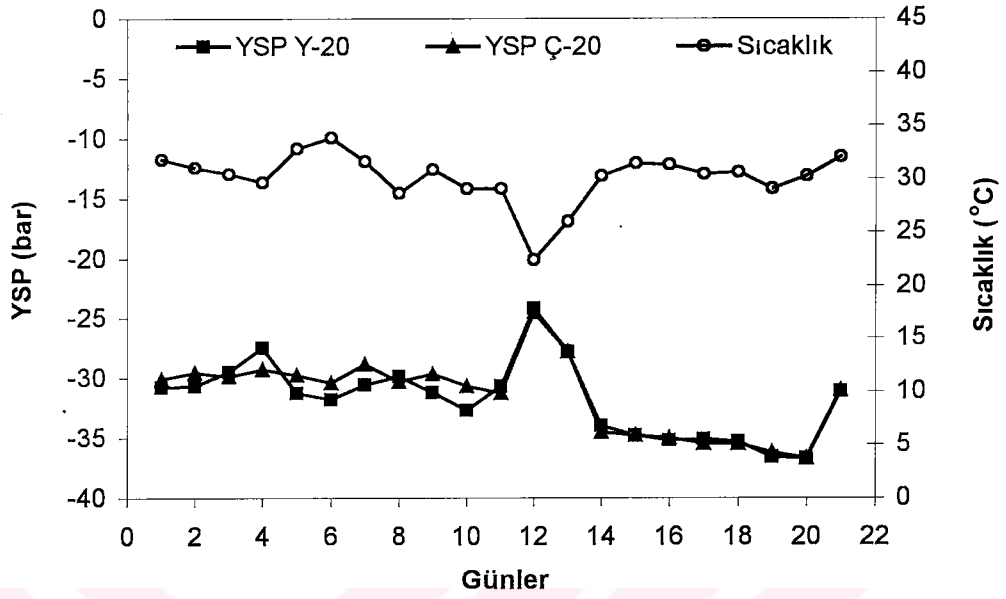


Ek Şekil 2.1. Ç₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerleri arasındaki ilişki (2001 yılı)

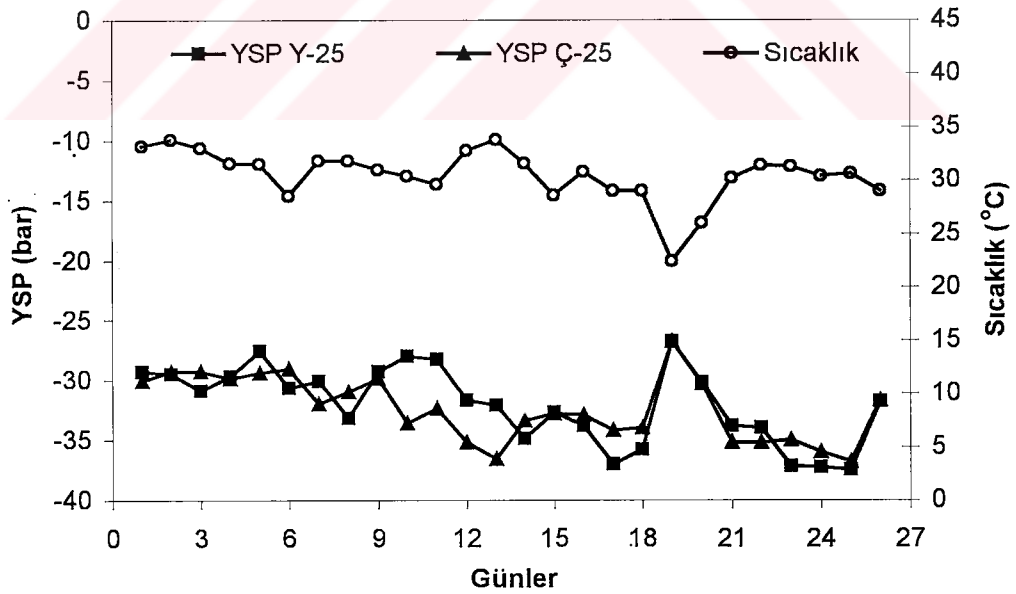


Ek Şekil 2.2. Y₁₅ uygulamasında YSP ile iklim değerleri arasındaki ilişki (2002 yılı)

Ek Şekil 3. Günlük YSP Değişimleri

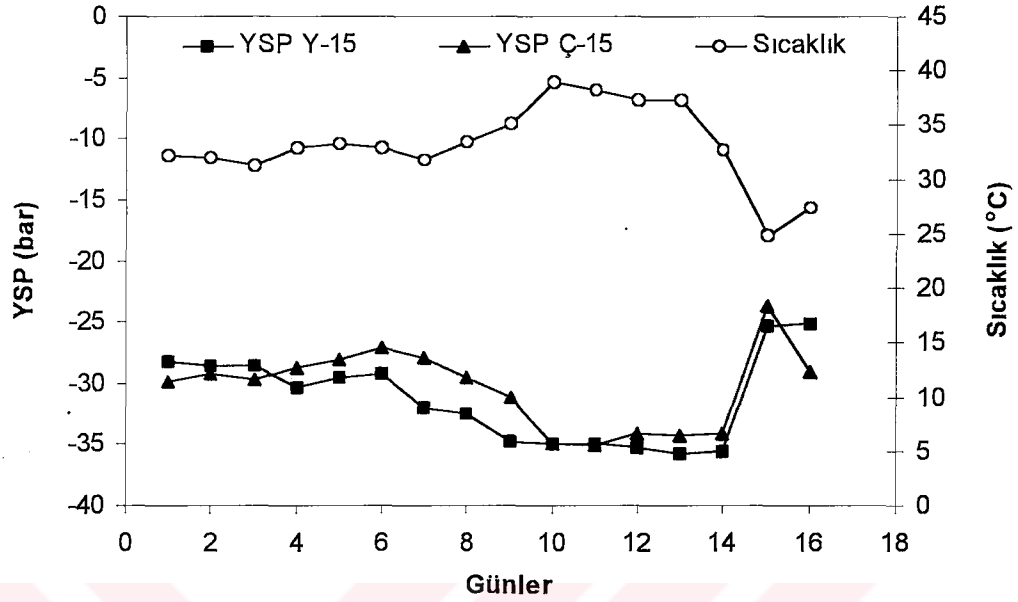


Ek Şekil 3.1. 20 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2001 yılı)

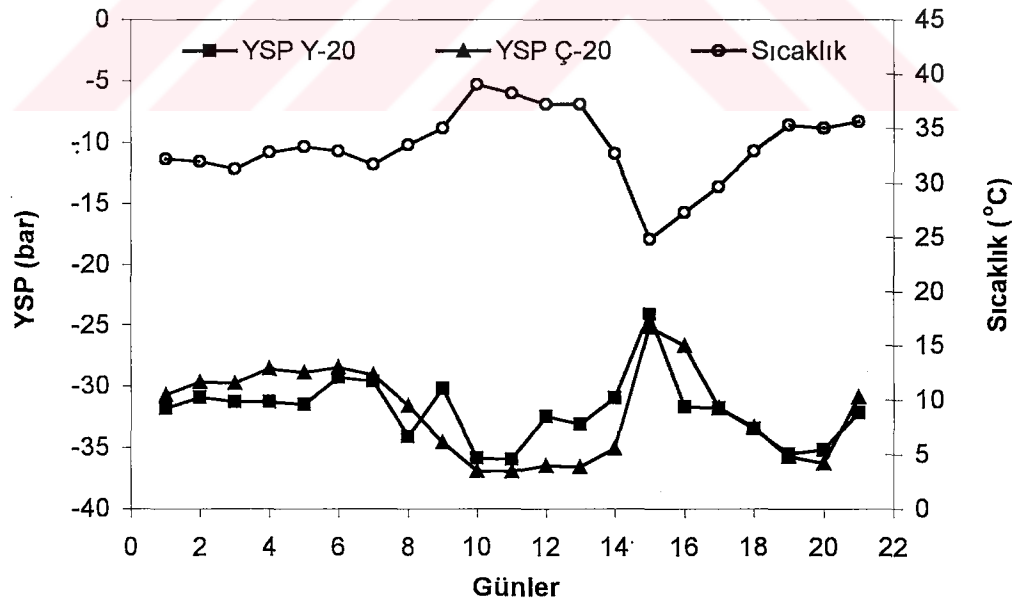


Ek Şekil 3.2. 25 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2001 yılı)

Ek Şekil 3'ün Devamı

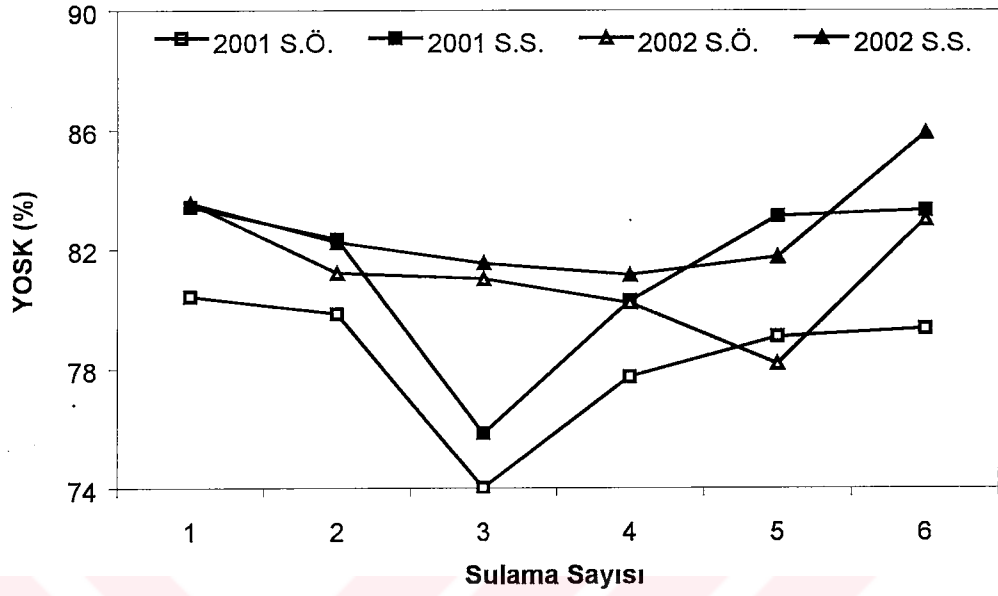


Ek Şekil 3.3. 15 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2002 yılı)

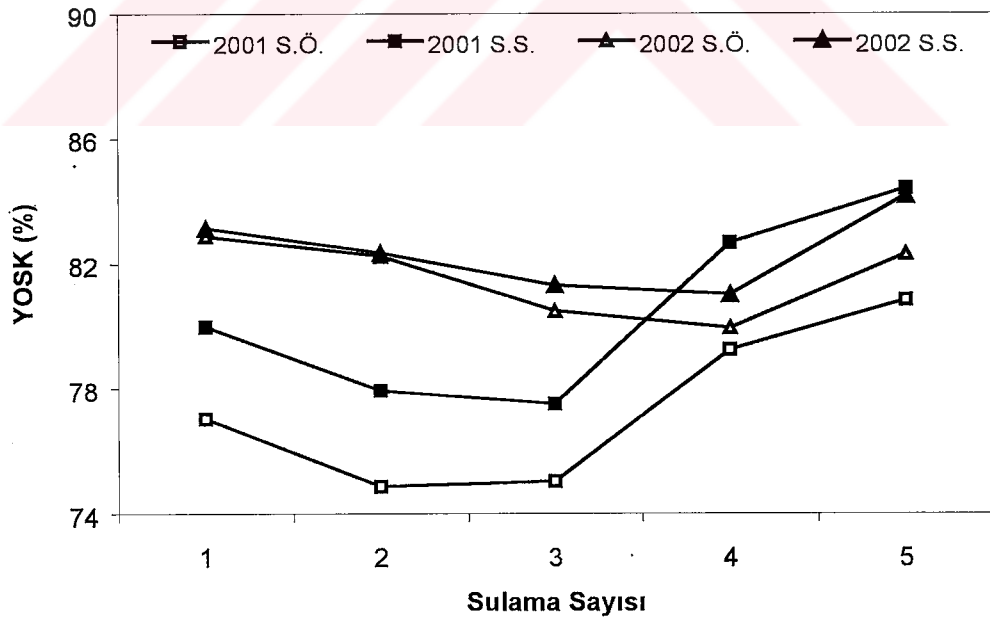


Ek Şekil 3.4. 20 günlük uygulamalarda YSP'nin günlük değişimi ve sıcaklıkla ilişkisi (2002 yılı)

Ek Şekil 4. Mevsimlik YOSK Değişimleri

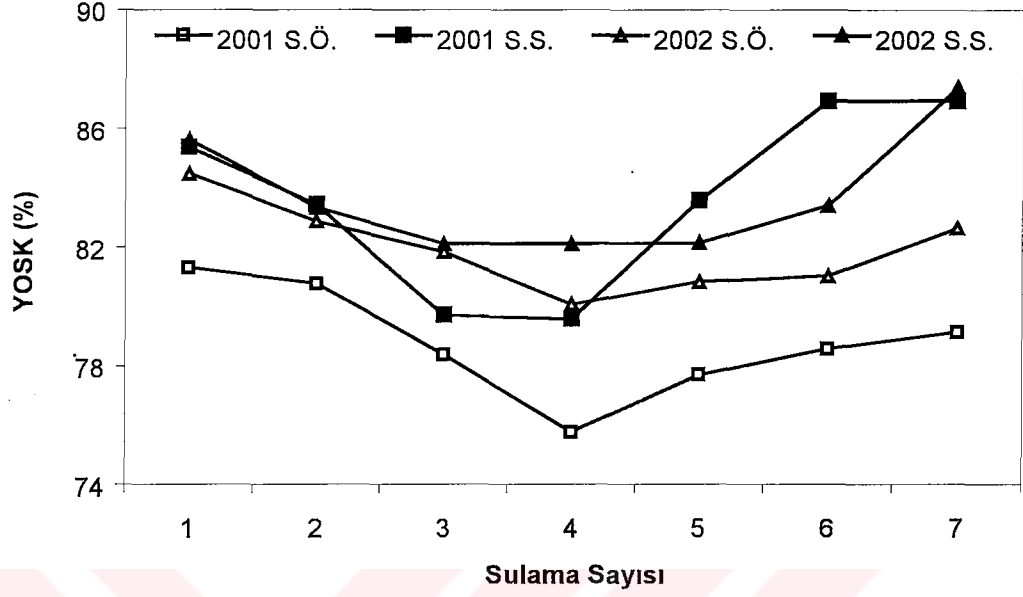


Ek Şekil 4.1. Y₂₀ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi

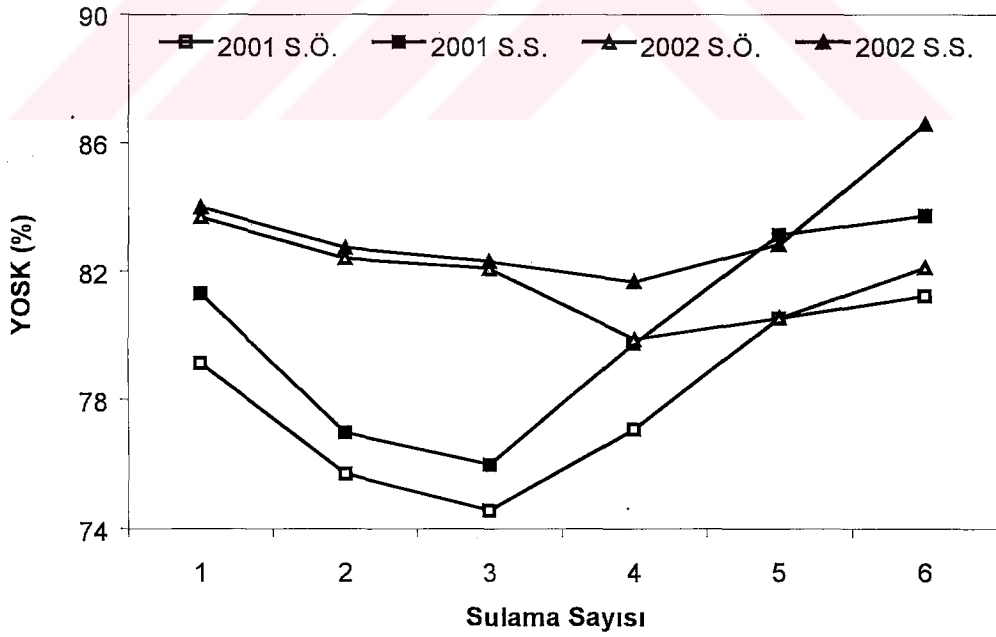


Ek Şekil 4.2. Y₂₅ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi

Ek Şekil 4'ün Devamı

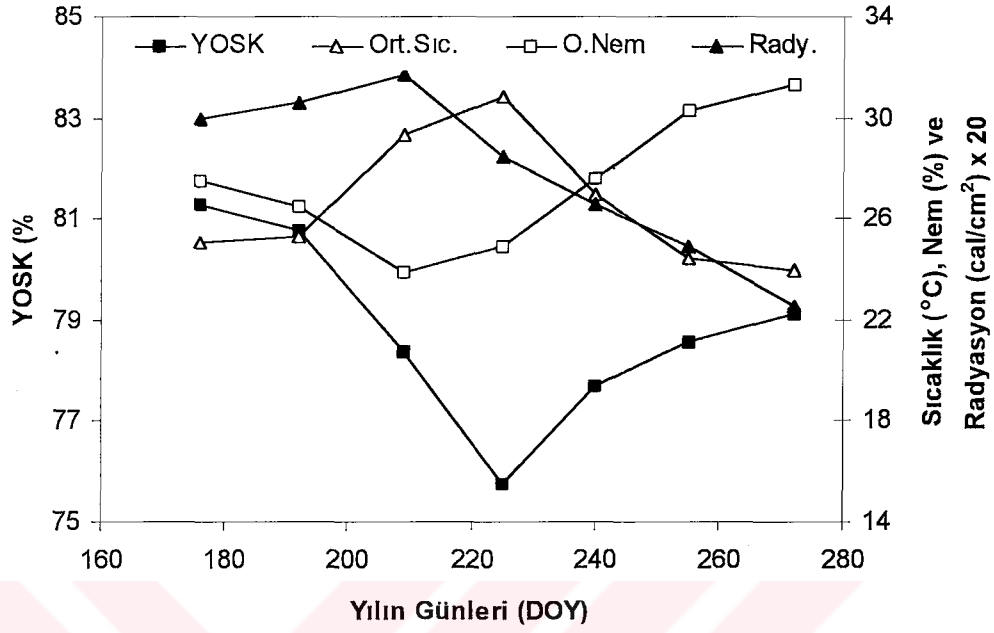


Ek Şekil 4.3. Ç₁₅ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi

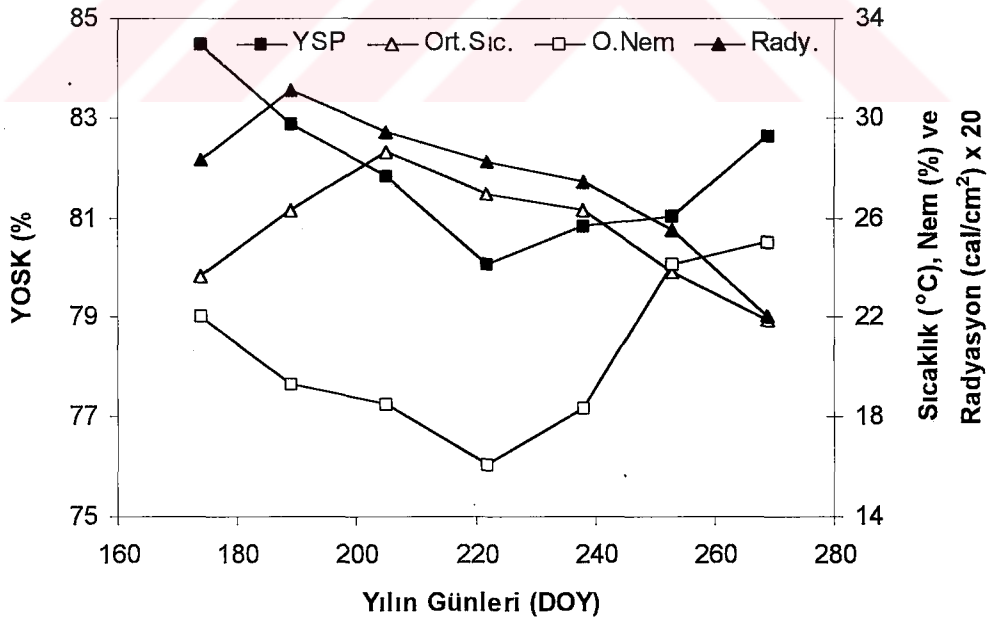


Ek Şekil 4.4. Ç₂₀ uygulamalarında mevsimlik YOSK değişimi

Ek Şekil 5. YOSK-İklim İlişkisi

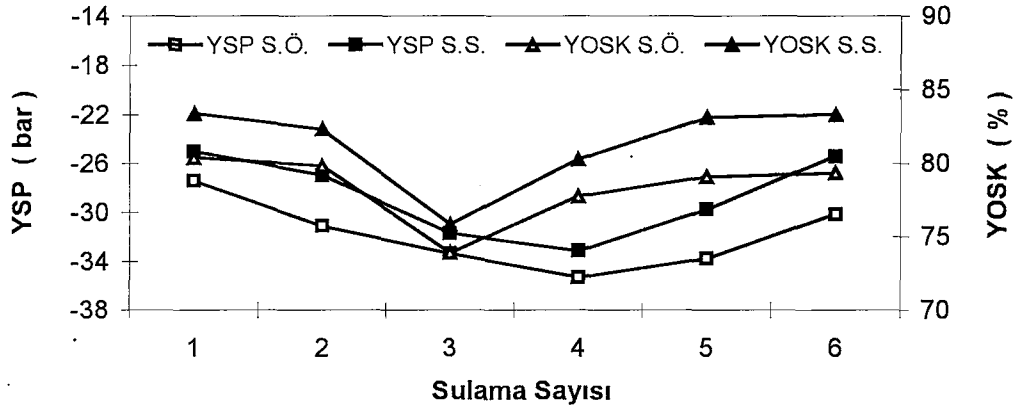


Ek Şekil 5.1. Ç₁₅ uygulamasında YOSK ile iklim değerlerinin değişimi (2001 yılı)

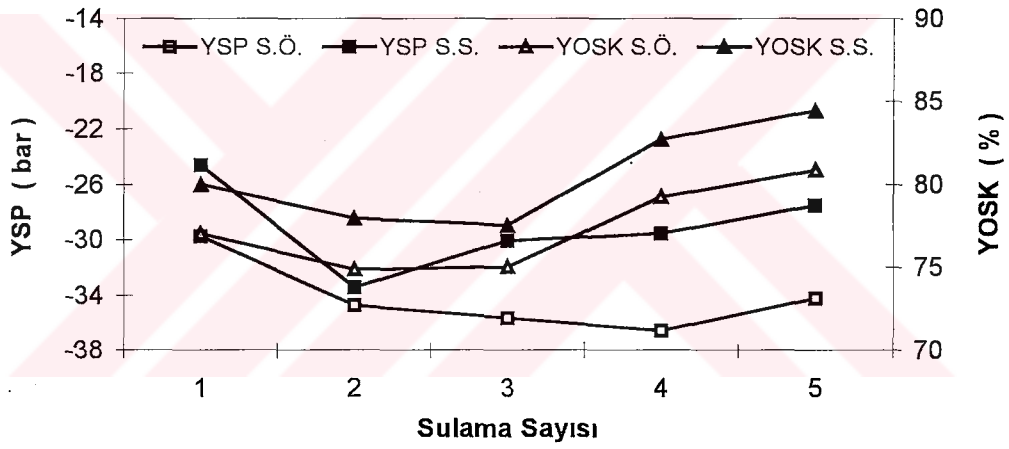


Ek Şekil 5.2. Y₁₅ uygulamasında YOSK ile iklim değerlerinin değişimi (2002 yılı)

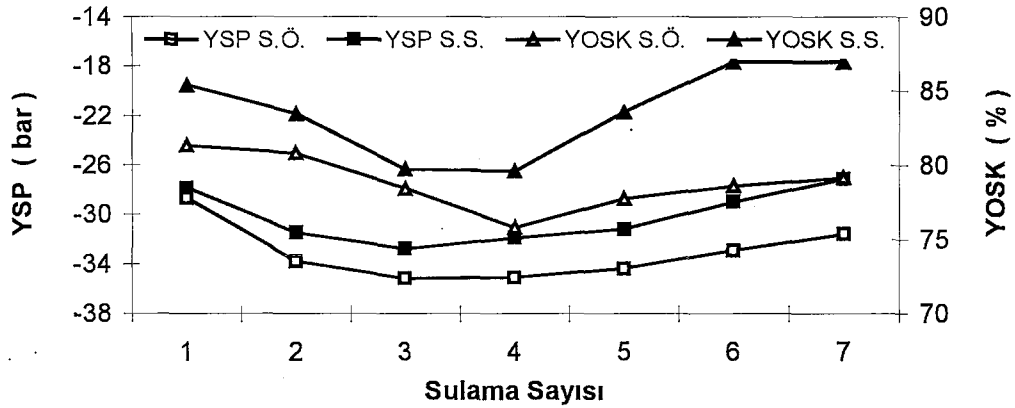
Ek Şekil 6. YSP-YOSK İlişkisi



Ek Şekil 6.1. Y₂₀ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

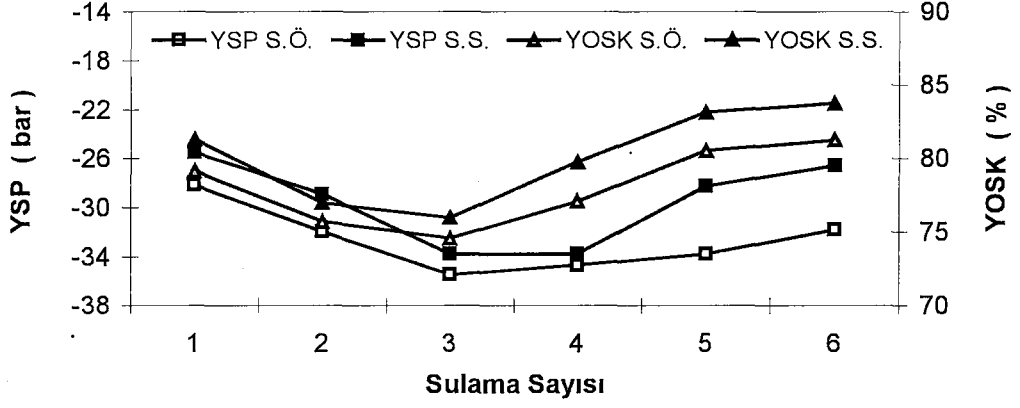


Ek Şekil 6.2. Y₂₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

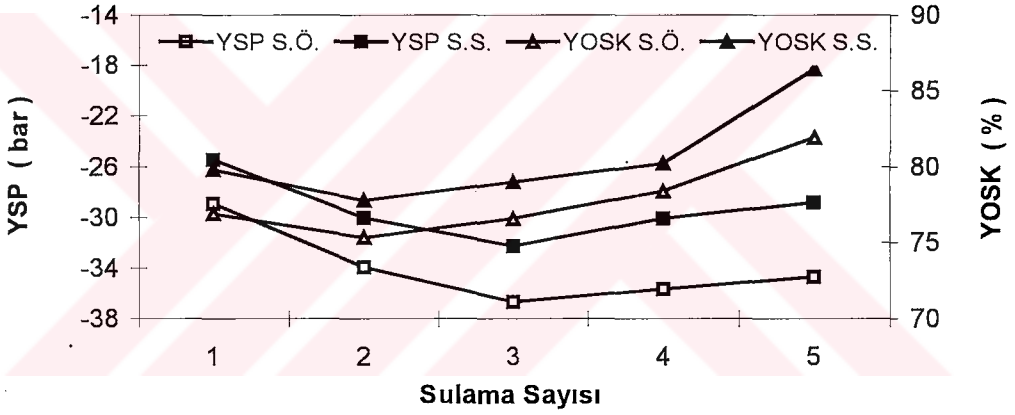


Ek Şekil 6.3. Ç₁₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

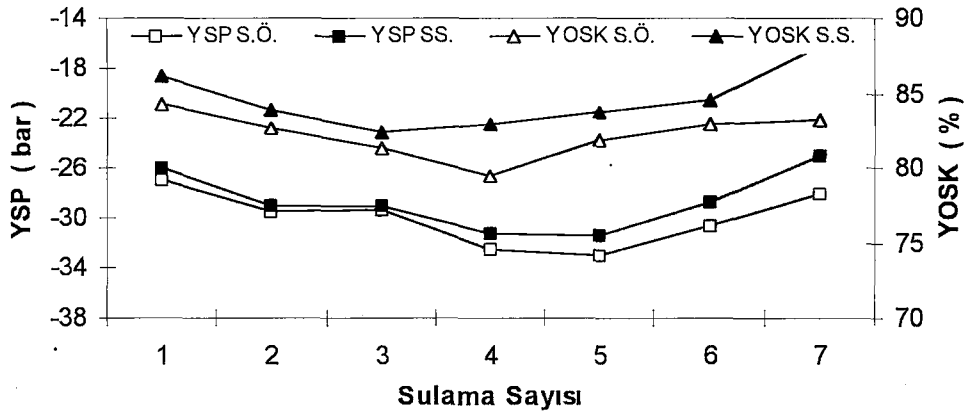
Ek Şekil 6'nın Devamı



Ek Şekil 6.4. Ç₂₀ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

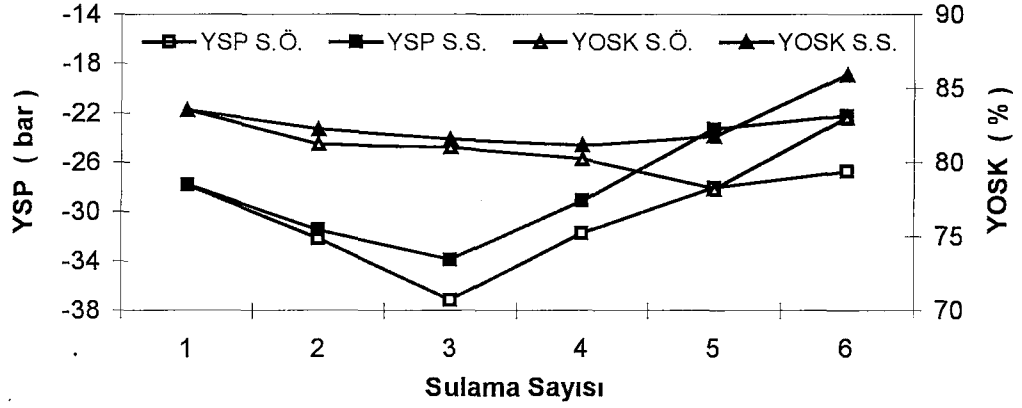


Ek Şekil 6.5. Ç₂₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

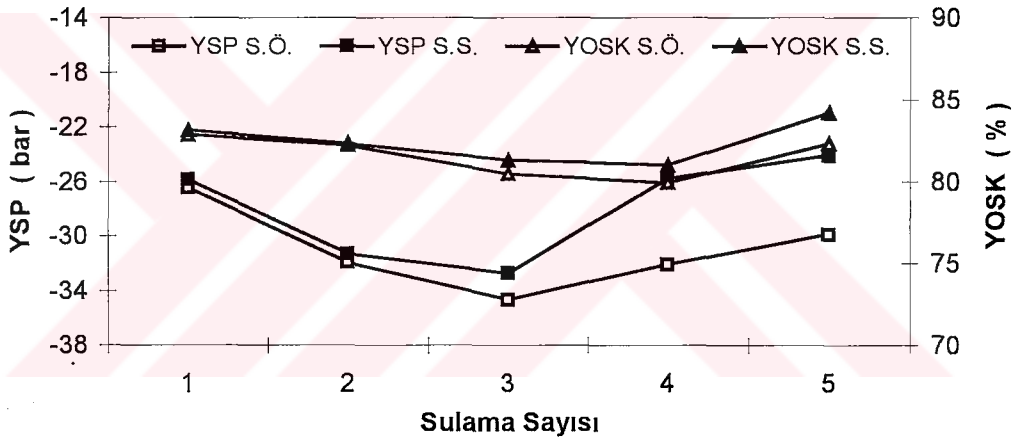


Ek Şekil 6.6. Y₁₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

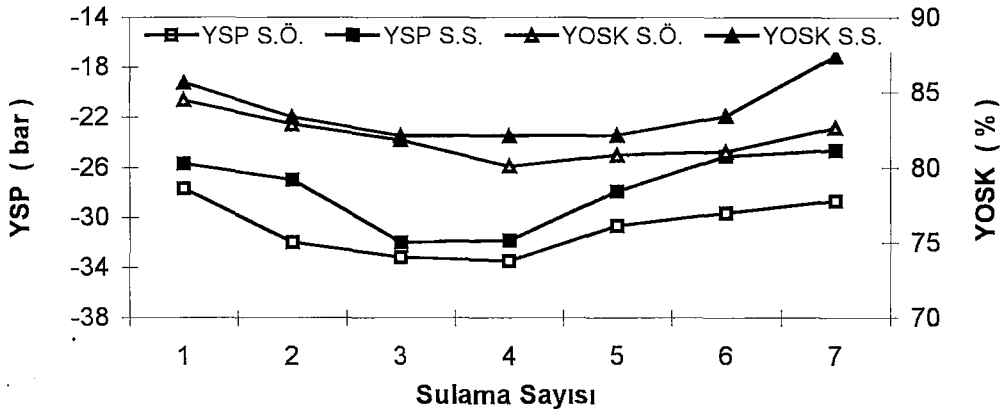
Ek Şekil 6'nın Devamı



Ek Şekil 6.7. Y₂₀ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

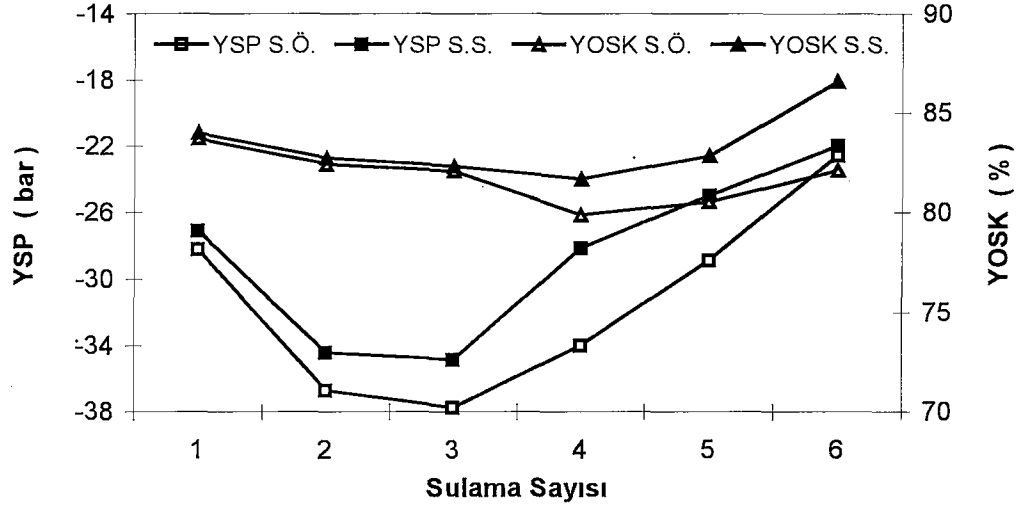


Ek Şekil 6.8. Y₂₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)



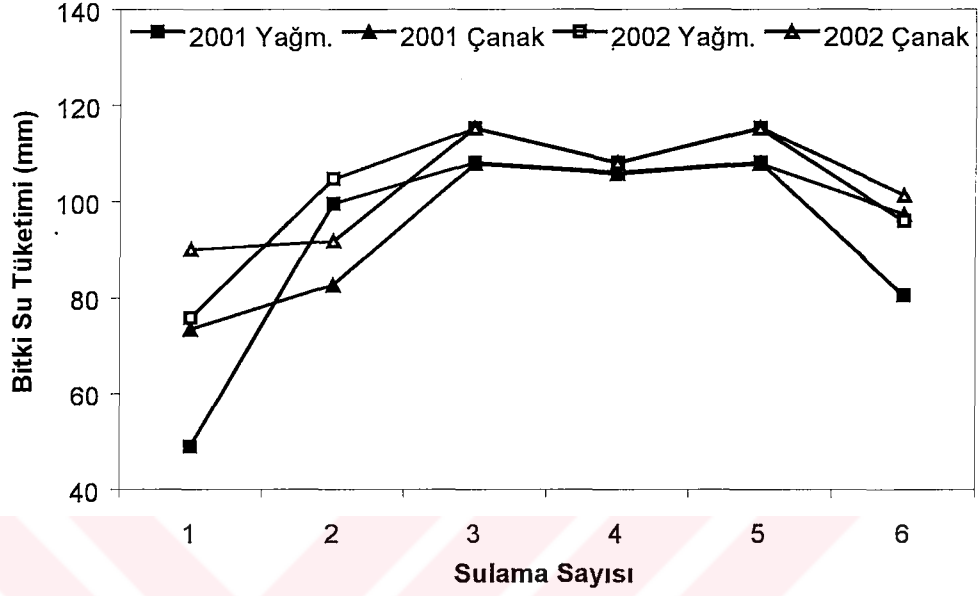
Ek Şekil 6.9. Ç₁₅ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

Ek Şekil 6'nın Devamı

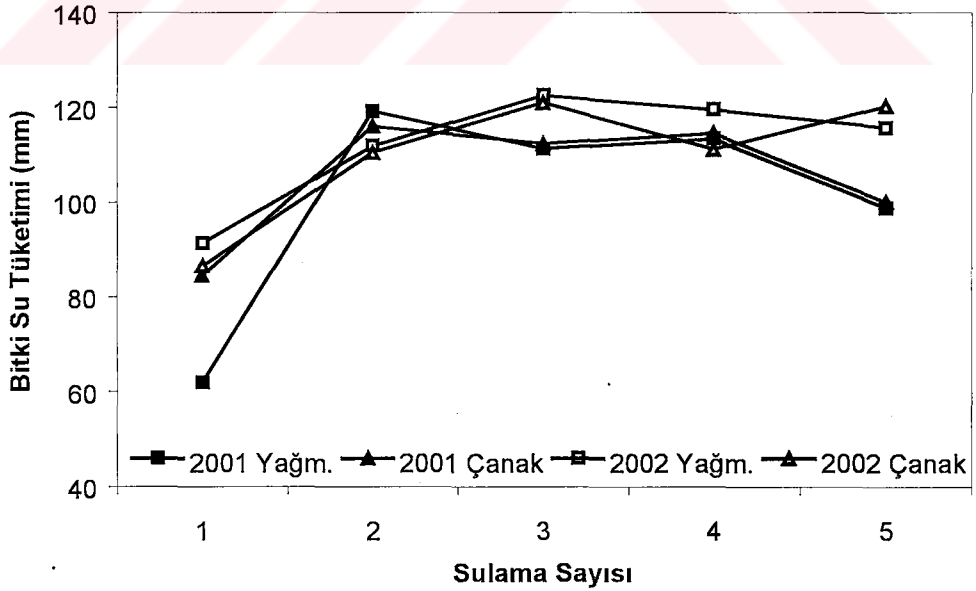


Ek Şekil 6.10. Ç₂₀ uygulamasında YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

Ek Şekil 7. Mevsimlik Bitki Su Tüketimleri

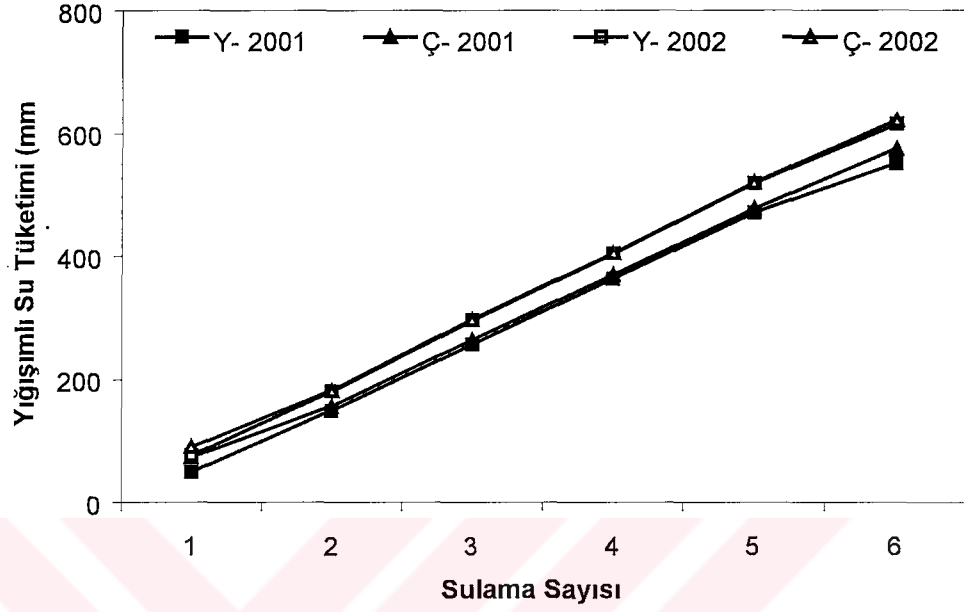


Ek Şekil 7.1. 20 günlük sulama uygulamalarının mevsimlik bitki su tüketimi

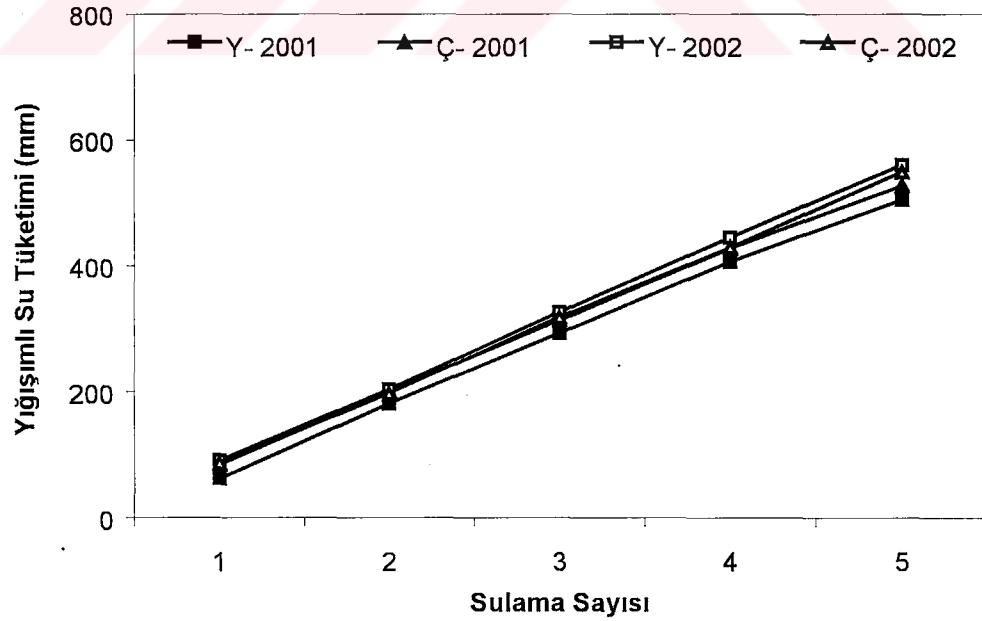


Ek Şekil 7.2. 25 günlük sulama uygulamalarının mevsimlik bitki su tüketimi

Ek Şekil 8. Yığışimli Bitki Su Tüketimleri

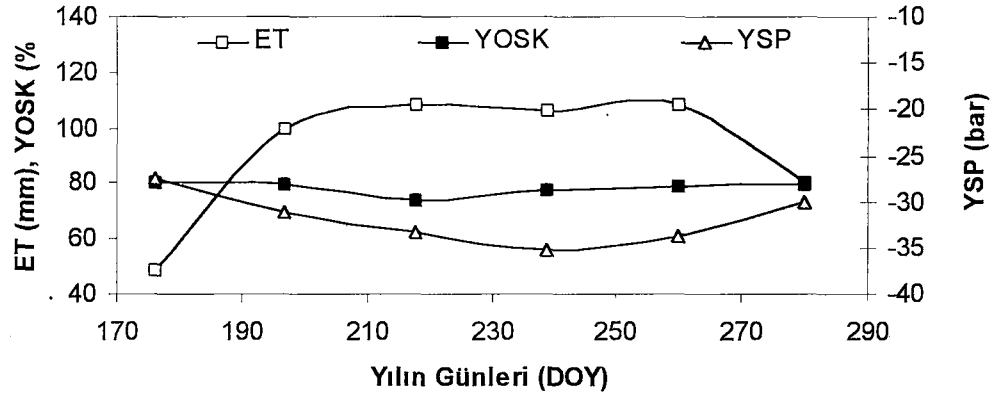


Ek Şekil 8.1. 20 günlük sulama uygulamalarının yığışimli bitki su tüketimi

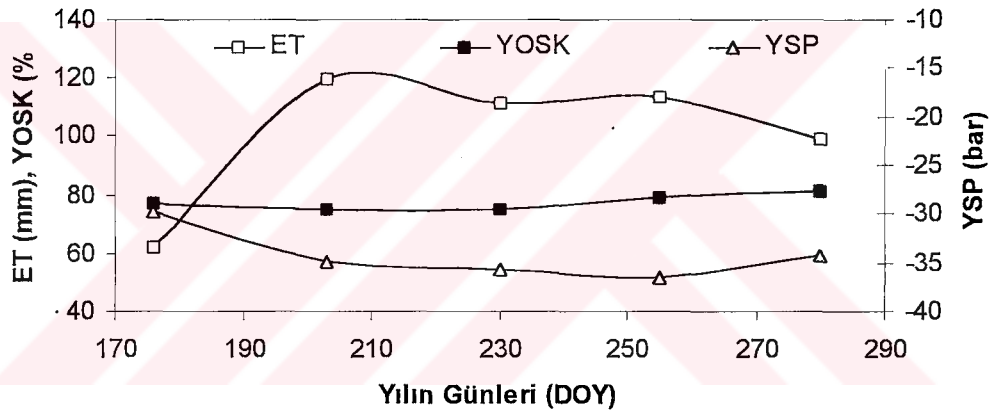


Ek Şekil 8.2. 25 günlük sulama uygulamalarının yığışimli bitki su tüketimi

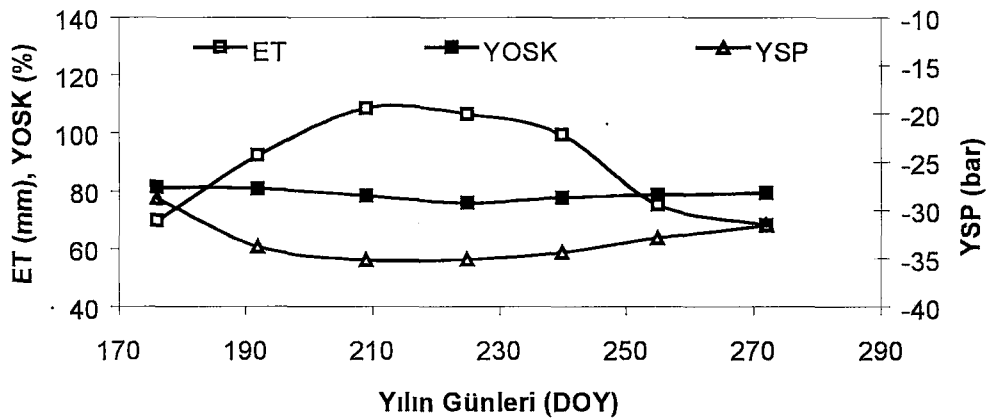
Ek Şekil 9. Bitki Su Tüketimi-YSP-YOSK İlişkisi



Ek Şekil 9.1 Y₂₀ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

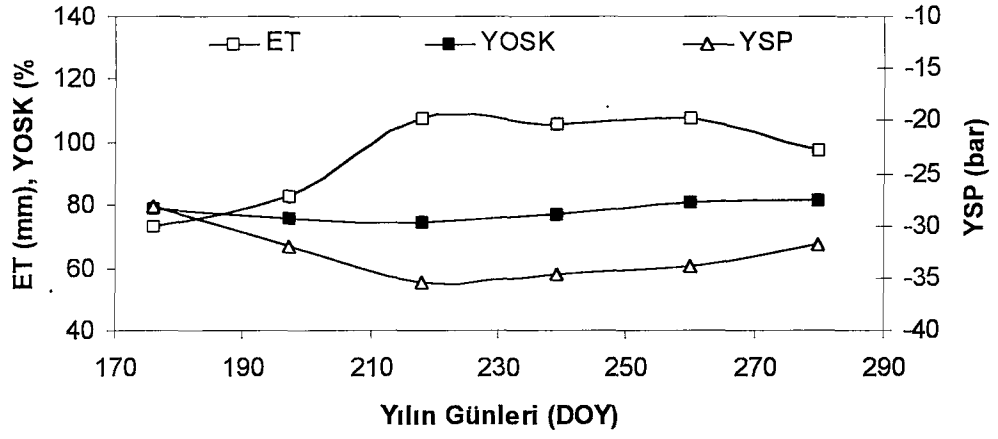


Ek Şekil 9.2. Y₂₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

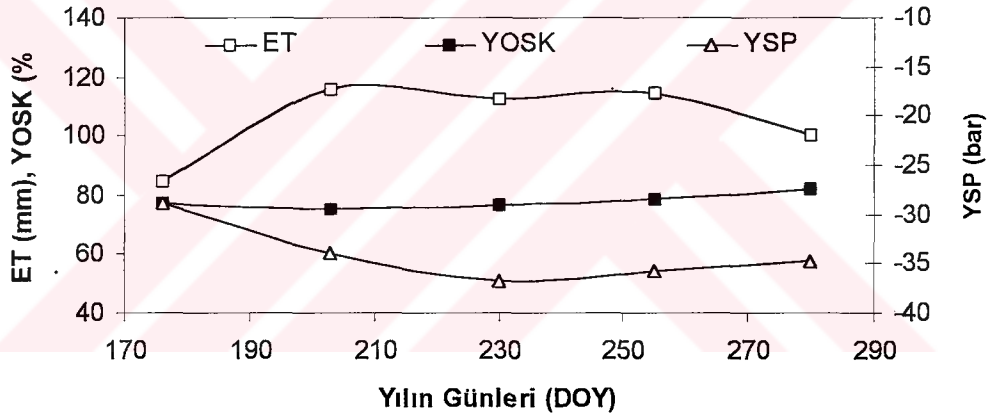


Ek Şekil 9.3. Ç₁₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

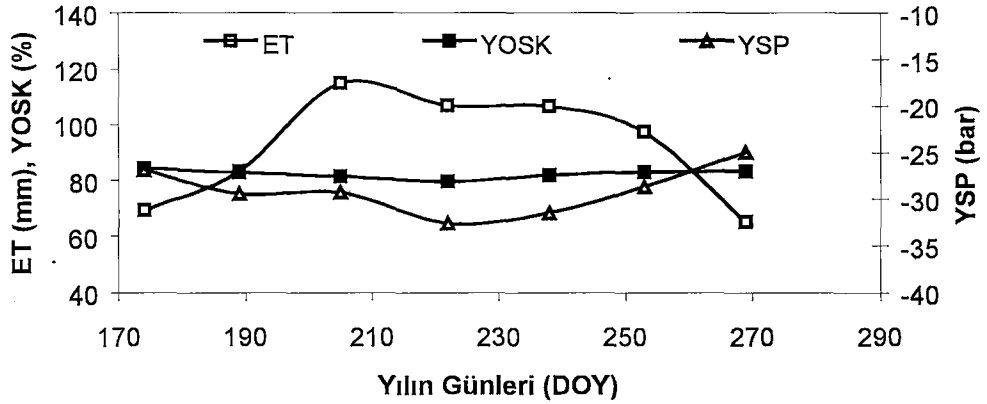
Ek Şekil 9'un Devamı



Ek Şekil 9.4. Ç₂₀ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

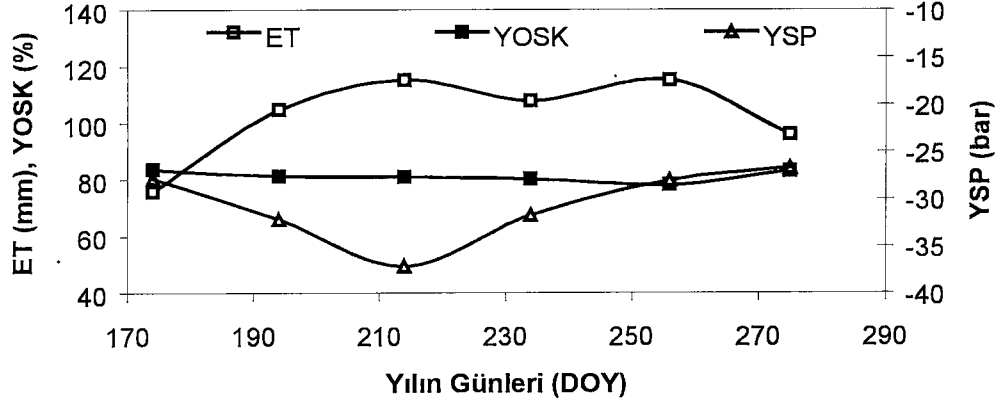


Ek Şekil 9.5. Ç₂₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

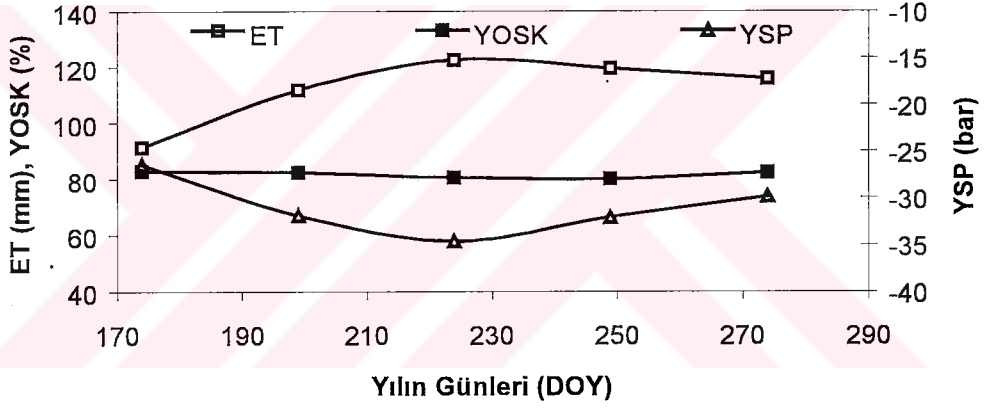


Ek Şekil 9.6. Y₁₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

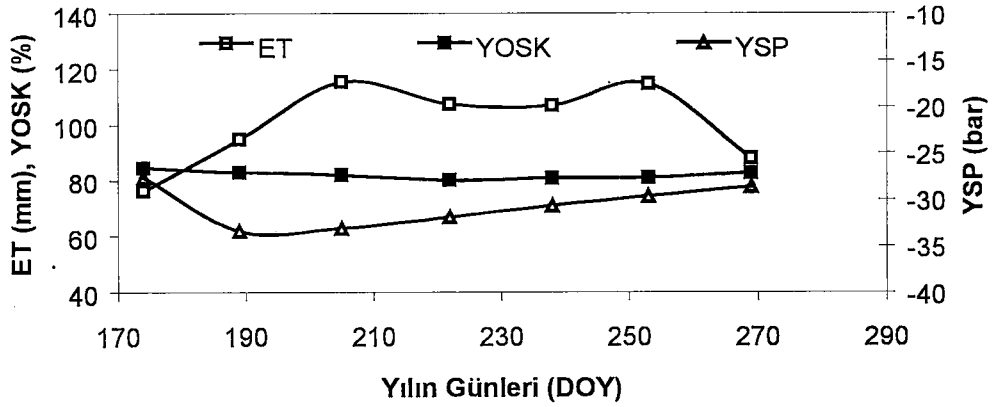
Ek Şekil 9'un Devamı



Ek Şekil 9.7. Y₂₀ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

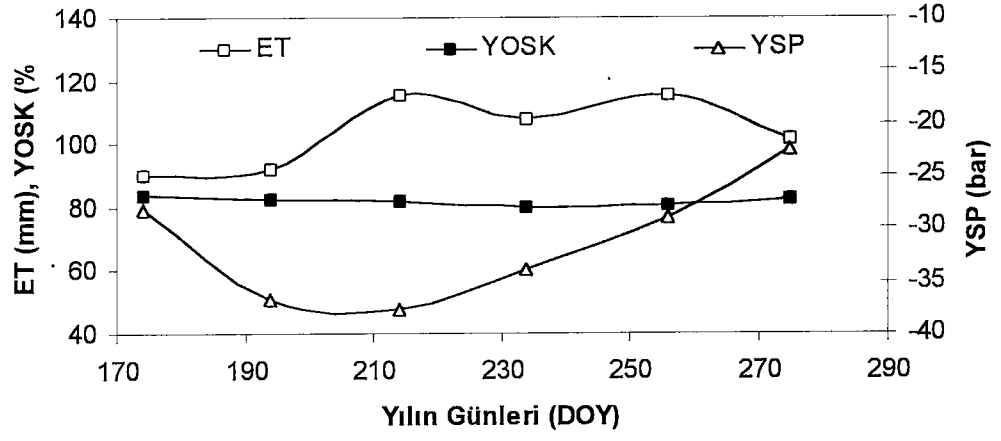


Ek Şekil 9.8. Y₂₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)



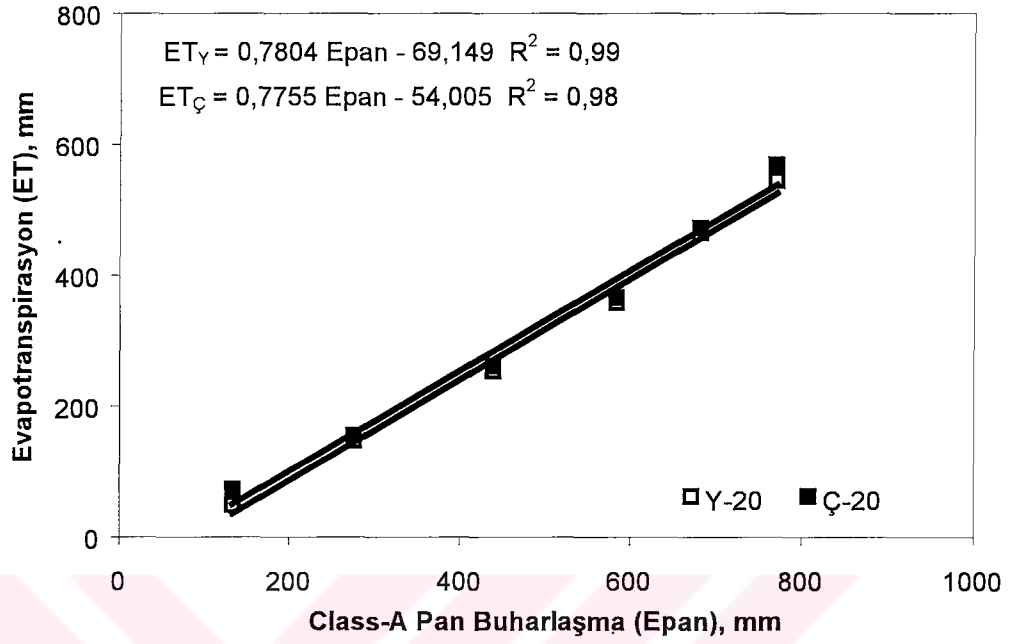
Ek Şekil 9.9. Ç₁₅ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

Ek Şekil 9'un Devamı

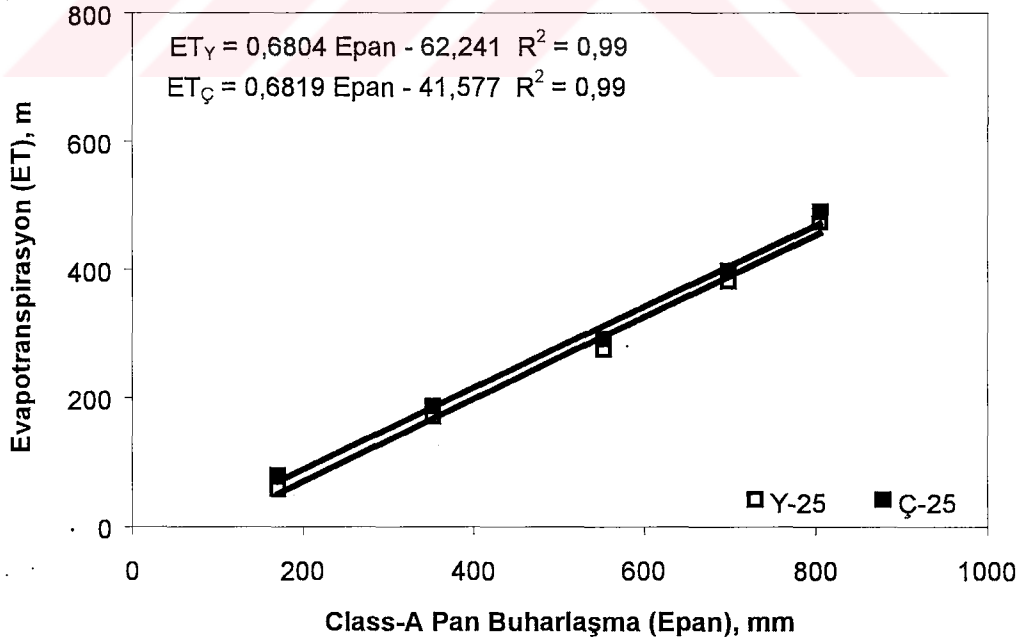


Ek Şekil 9.10. Ç₂₀ uygulamasında ET-YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

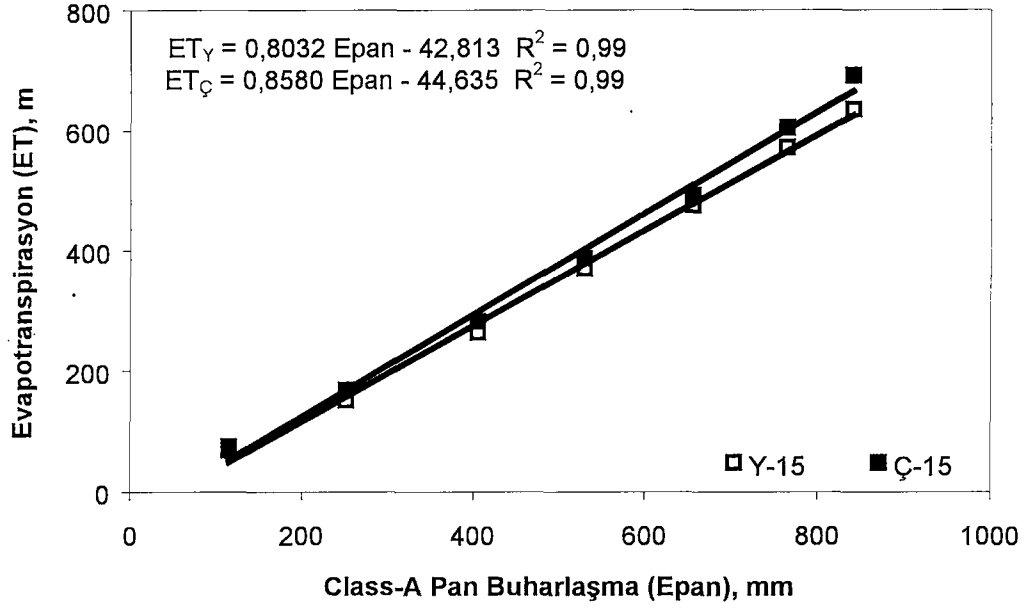
Ek Şekil 10. Evapotranspirasyon-Class A Pan İlişkisi



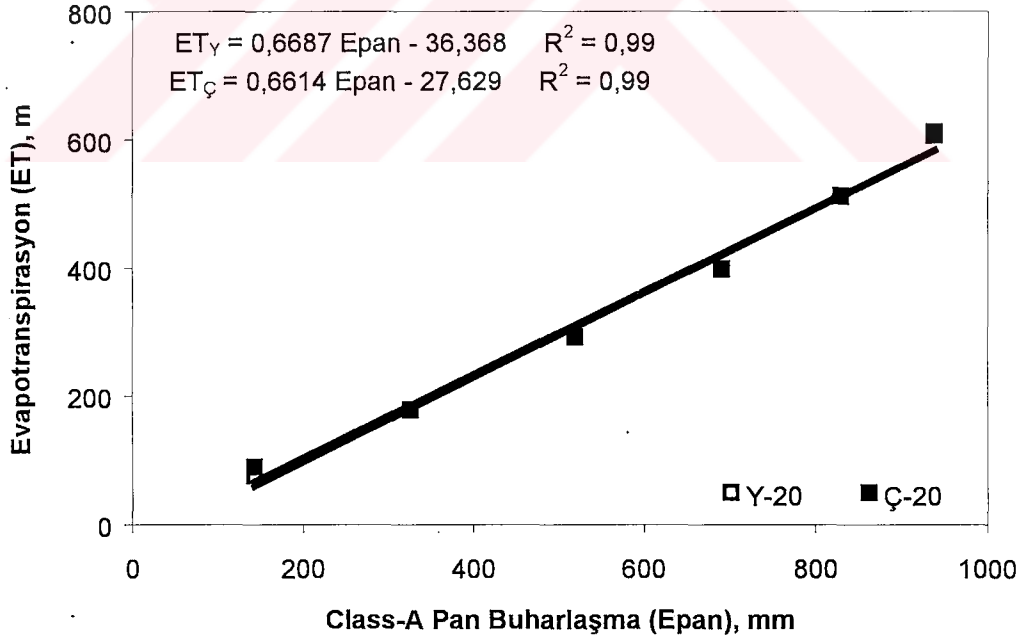
Ek Şekil 10.1. 20 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2001 yılı)



Ek Şekil 10.2. 25 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2001 yılı)

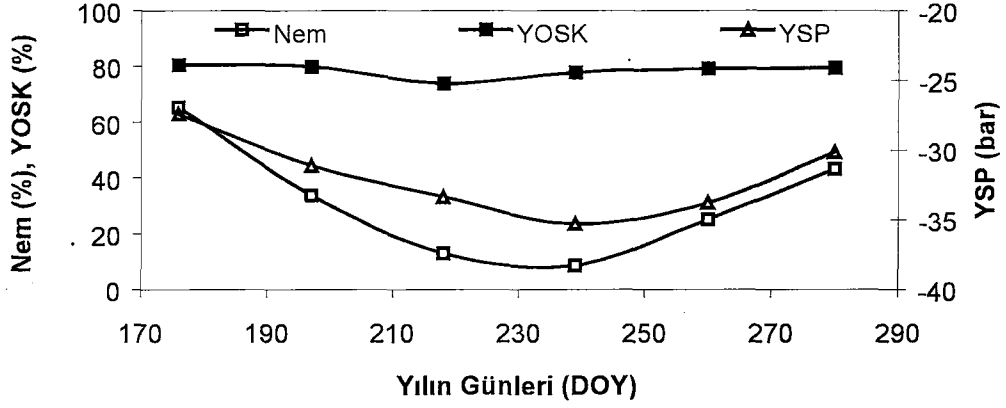


Ek Şekil 10.3. 15 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2002 yılı)

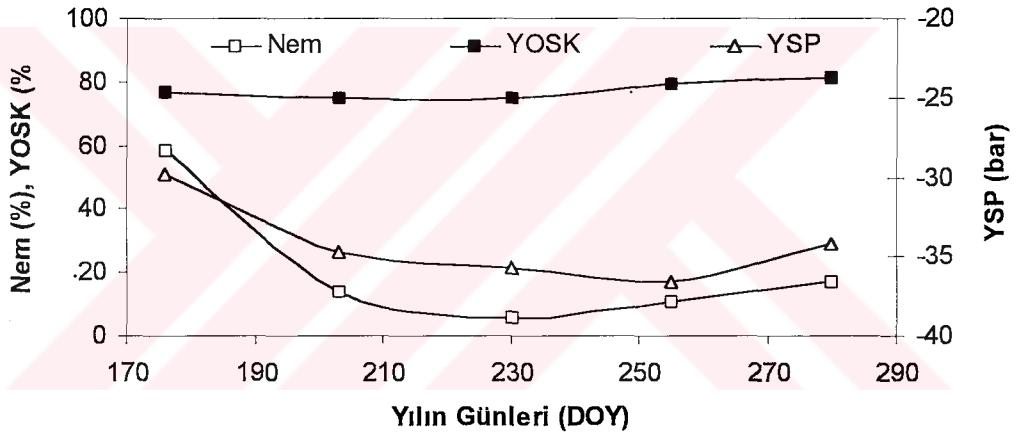


Ek Şekil 10.4. 20 günlük sulama uygulamalarının ET-Epan ilişkisi (2002 yılı)

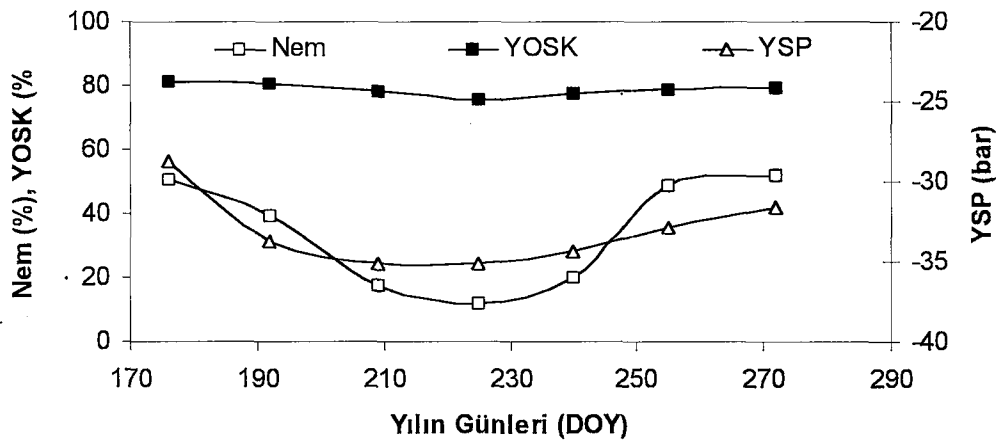
Ek Şekil 11. Toprak Nem İçeriği-YSP-YOSK İlişkisi



Ek Şekil 11.1. Y_{20} uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

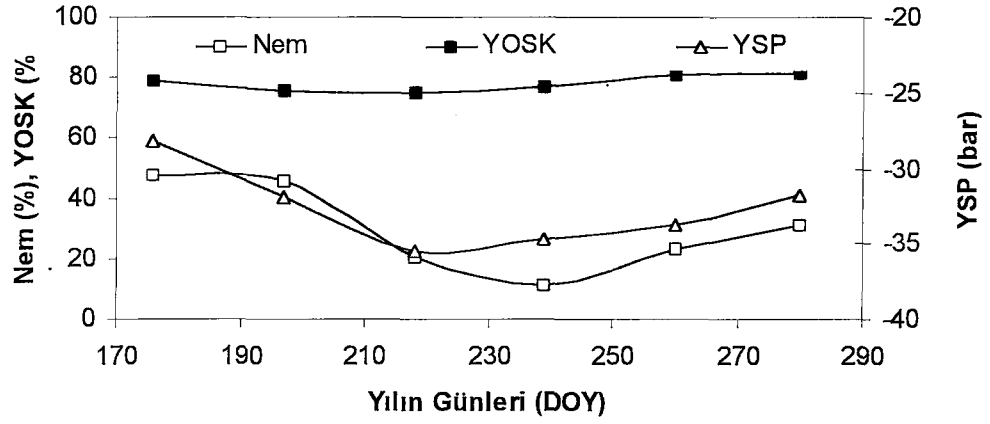


Ek Şekil 11.2. Y_{25} uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

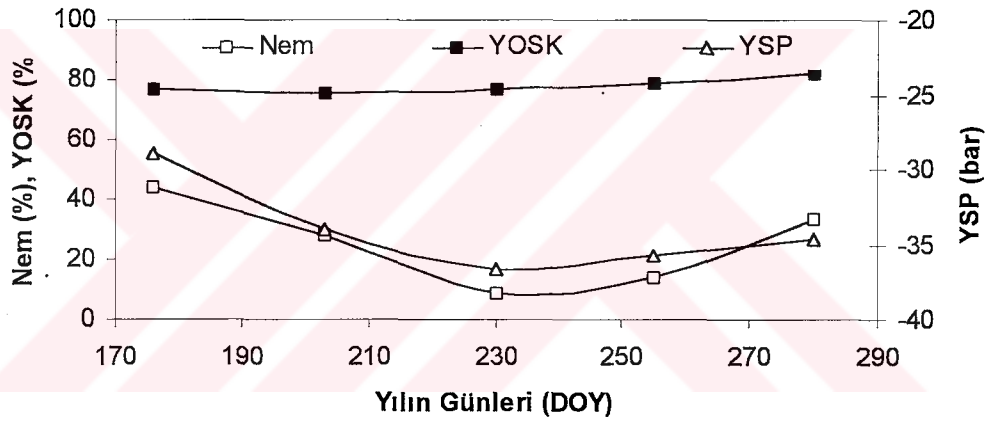


Ek Şekil 11.3. Ç_{15} uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

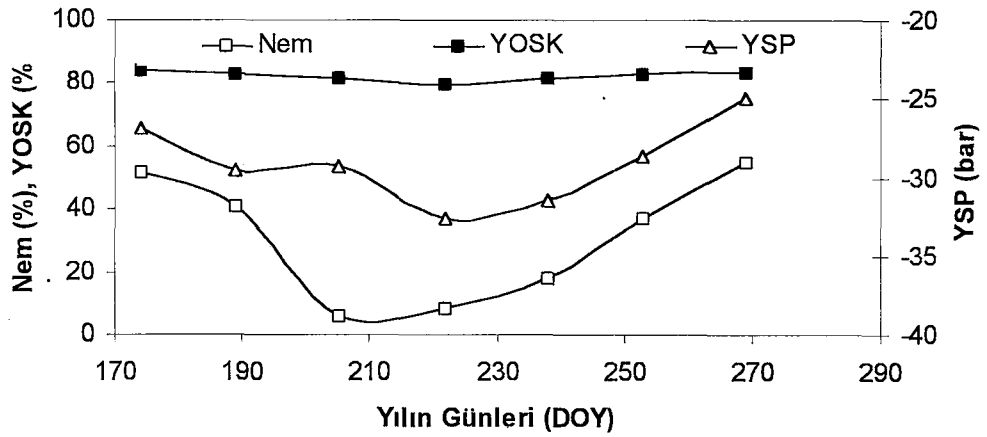
Ek Şekil 11'in Devamı



Ek Şekil 11.4. Ç₂₀ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

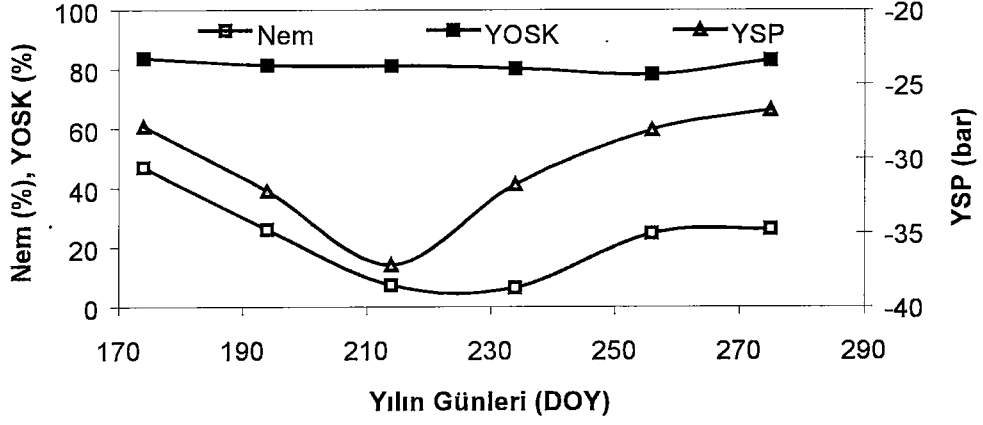


Ek Şekil 11.5. Ç₂₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2001 yılı)

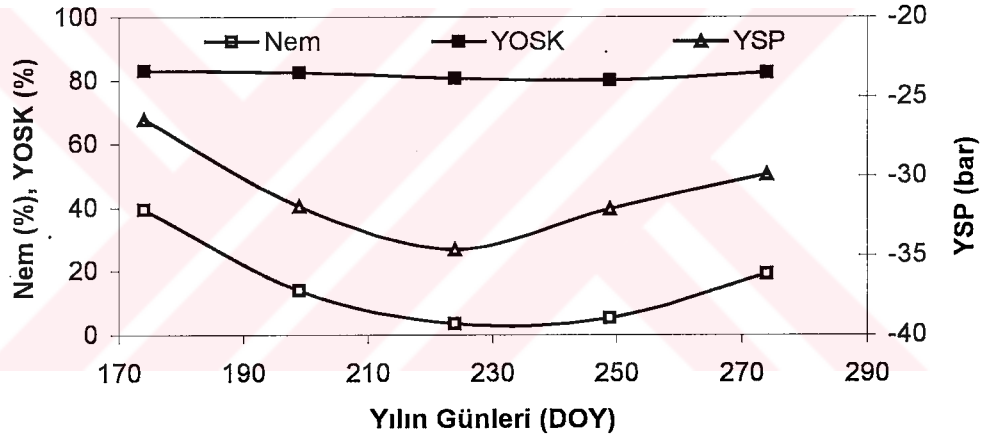


Ek Şekil 11.6. Y₁₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

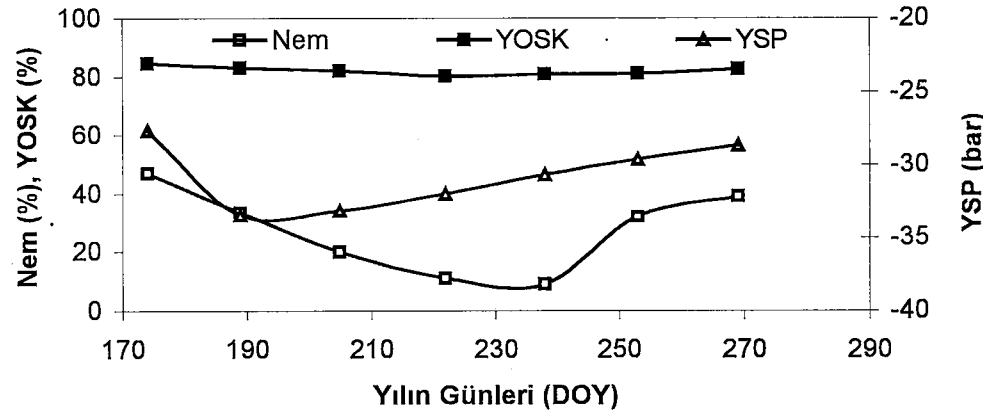
Ek Şekil 11'in Devamı



Ek Şekil 11.7. Y₂₀ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

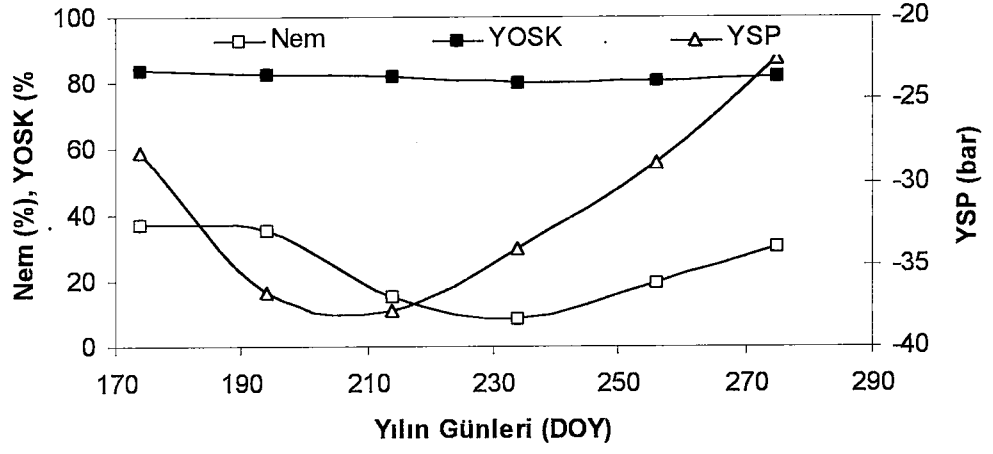


Ek Şekil 11.8. Y₂₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)



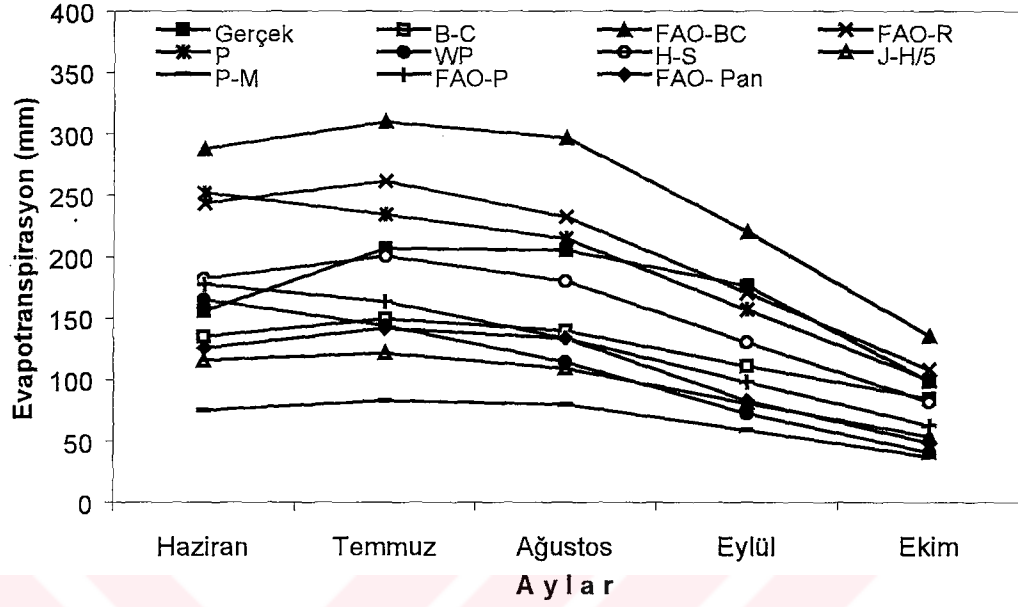
Ek Şekil 11.9. Ç₁₅ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

Ek Şekil 11'in Devamı



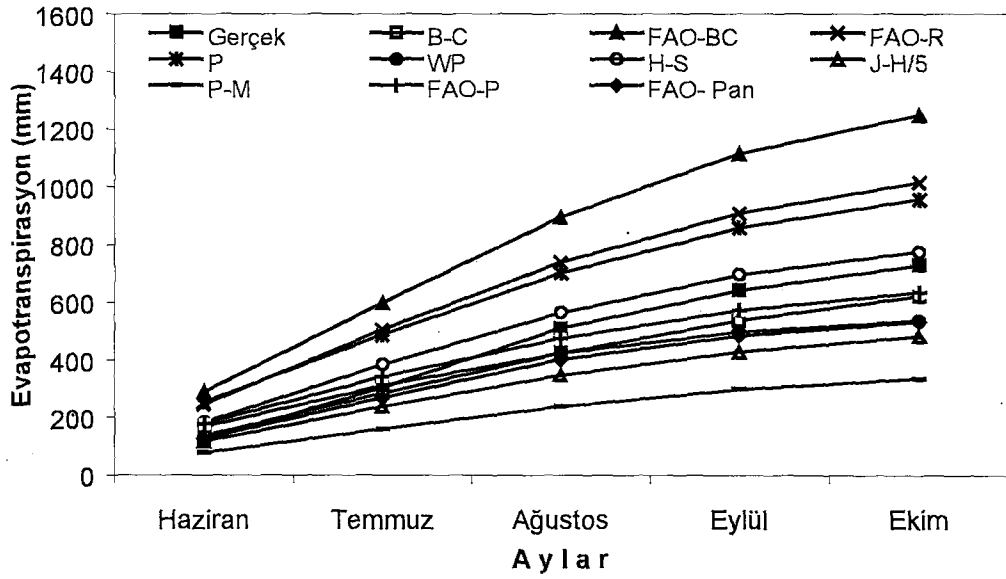
Ek Şekil 11.10. Ç₂₀ uygulamasında toprak nem içeriği -YSP-YOSK ilişkisi (2002 yılı)

Ek Şekil 12. Hesaplanan Potansiyel ET Değerleri



Ek Şekil 12. Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan aylık potansiyel ET değerleri (2002 yılı)

Ek Şekil 13. Hesaplanan Yığışımli Potansiyel ET Değerleri



Ek Şekil 13. Gerçek ET ile ampirik modeller yardımıyla hesaplanan aylık yığışımli potansiyel ET değerleri (2001 yılı)

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ İli, Baskil İlçesi, Düğüntepe Köyü' nde 1964 yılında doğdu. 1983 yılında Baskil Lisesinden mezun oldu. 1984 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünden 1988 yılında mezun oldu. Çeşitli kamu kurumlarında görev yaptıktan sonra 1996 yılında Malatya Meyvecilik Araştırma Enstitüsünde göreve başladı. Halen bu kurumda Ziraat Mühendisi olarak görevine devam etmektedir. Evli ve üç çocuk babasıdır.



ÖZET

Bu çalışma, 38° 21' kuzey enlemi ile 38° 17' doğu boylamında yer alan ve denizden 980 m yükseklikteki Malatya Meyvecilik Araştırma Enstitüsünde, 2001-2002 yıllarında yürütülmüştür. Denemede, bölgenin en önemli kurutmalık kayısı çeşidi olan 4 yaşında ve 10 x 10 m. aralık ve mesafede dikilmiş Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi kullanılmıştır.

Araştırmada sulama, mini yağmurlama (Y) ve çanak sulama (Ç) yöntemleri ile 15, 20 ve 25 gün aralıklarında yapılmıştır. Bu amaçla, sulama yöntemleri ve programlarının yaprak su potansiyeli (YSP), yaprak oransal su kapsamı (YOSK), yaprak renk değişimleri, yaprak klorofil ve karoten içerikleri ile yaprak alanına etkileri belirlenmiştir. Etkin kök derinliği dikkate alınarak her sulamadan önce gravimetrik yöntemle hesaplanan 90 cm profildeki eksik nemi, tarla kapasitesine getirecek kadar su uygulanmıştır. Ayrıca hesaplanan gerçek bitki su tüketimi ile iklim verilerinden yararlanılarak Blaney-Criddle, FAO-Blaney-Criddle, FAO-Radyasyon, Penman-Monteith, Penman, FAO-Penman, Wright Penman, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise ve FAO-Pan Buharlaştırma yöntemleri ile hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon yöntemleri karşılaştırılarak bölge için en uygun yöntem belirlenmiştir.

Denemenin her iki yılında ve her iki sulama sisteminde de, sulama öncesi ölçülen mevsimlik YSP değerleri, sulamadan sonra ölçülen değerlerden düşük bulunmuştur. Sulamadan önce ölçülen ortalama mevsimlik en düşük YSP değeri -32.65 bar ile Y₂₅ uygulamasında, en yüksek -30.93 bar ile Y₁₅ uygulamasında elde edilmiştir. Sulamadan önce ölçülen YSP değerlerindeki değişim sulama aralıklarında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunurken, sulamadan sonra istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Sulama sistemlerinin de YSP değişimine istatistiksel olarak etkisi saptanamamıştır. YSP, transpirasyon, radyasyon ve sıcaklık ile ters, toprak nem içeriği ve hava oransal nemi ile doğrusal bir değişim göstermiştir. Her iki sulama sisteminde ve bütün sulama aralıklarında günlük yapılan ölçümlerde, sulamanın başından sonuna doğru YSP değerlerinde bir azalma belirlenmiştir.

Sulama aralıklarında, sulamadan önce ölçülen mevsimlik YOSK değerleri istatistiksel olarak %5 düzeyinde, sulamadan sonra %0.1 düzeyinde önemli

bulunmuştur. Hem sulamadan önce, hem de sulamadan sonra en yüksek YOSK değeri sırası ile %81.29 ve %84.18 ile Y₁₅ uygulamasında, en düşük YOSK değeri sırası ile %79.54 ve %81.43 ile Y₂₅ uygulamasında ölçülmüştür. Sulama sistemlerinin YOSK değişimine istatistiksel olarak etkisi belirlenememiştir. YOSK da transpirasyon, radyasyon ve sıcaklık ile ters, toprak nem içeriği ve hava oransal nemi ile paralel bir ilişki göstermiştir.

Sulama sistemleri ve programlarının yaprak renk değişimine etkileri L, a, b; şeklinde belirlenmiştir. Sulama sezonu başında ölçülen renk değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmazken, sezon sonunda ölçülen renk değerleri sulama aralıklarında %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama sistemlerinin yaprak renk değişimine etkisi belirlenememiştir. Yeşil rengi ifade eden “a” değeri, sulama aralıklarına bağlı olarak değişim göstermiş, 15 gün aralığında -18.75, 25 gün aralığında -15.83 olarak bulunmuştur. Sulama aralıkları arttıkça yaprak renginde açılmaların olduğu belirlenmiştir. “a” renk değeri yaprak klorofil içeriği ile, “b” renk değeri yaprak karotenoid içeriği ile doğrusal bir ilişki göstermiştir.

Farklı sulama sistemleri ve sulama aralıklarının yaprak klorofil içeriğine etkisini belirlemek amacıyla sulama sezonu başında ve sonunda yaprak klorofil analizleri yapılmıştır. Sezon sonunda klorofil içeriğindeki artış istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama aralıklarının yaprakların klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil içeriğine, sulama sistemlerinin ise toplam klorofil içeriğine etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toplam klorofil içeriği değeri 5.03 mg/g olarak 15 gün sulama aralığında, en düşük klorofil içeriği değeri 3.75 mg/g olarak 25 gün sulama aralığında saptanmıştır.

Gerek sulama sistemlerinin gerekse sulama programlarının, sezon sonunda ölçülen yaprak karotenoid içeriğine etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama aralıkları büyüdükçe yaprak karotenoid içeriğinde de azalma olduğu saptanmıştır. Yaprak karotenoid içeriği 15 gün aralığında 0.20 mg/g ile en yüksek, 25 gün aralığında 0.16 mg/g ile en düşük bulunmuştur. Sulama sezonu öncesi ölçüleri karotenoid değerleri istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir.

Sulama aralıklarının yaprak alanına etkisi %1 düzeyinde önemli iken, sulama sistemlerinin yaprak alanına istatistiki olarak etkisi belirlenememiştir. En yüksek yaprak alanı değeri 41.17 cm² ile 15 gün sulama aralığında, en düşük 37.75 cm² ile

25 gün sulama aralığında belirlenmiştir. Bitki büyümesi ile bitkiye verilen su miktarı arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. YSP'nin hücre büyümesi ve bölünmesi üzerine olumlu etkisi görülmüş olup, YSP'nin artması veya azalması ile yaprak alanı da artmakta veya azalmaktadır.

Her sulamada 90 cm'lik toprak profilindeki eksik nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Sulama sezonu boyunca 15 günde bir yapılan sulamada 7, 20 günde bir yapılan sulamada 6 ve 25 günde bir yapılan sulamada 5 sulama yapılmıştır. Sulama aralıkları kıaldıkça sulama sayısı ile beraber sezon boyunca uygulanan su ve bitki su tüketimi artmıştır. Ortalama en yüksek bitki su tüketimi 661.1 mm ile Ç₁₅ uygulamasında, en düşük bitki su tüketimi ise 532.6 mm ile Y₂₅ uygulamasında elde edilmiştir. Çanak sulamada mini yağmurlamaya göre bitki su tüketimi değerleri daha yüksek bulunmuştur. Hava sıcaklığının düşük olduğu sulama sezonu başında ve sonunda bitki su tüketimi az, sıcaklık ve radyasyonun yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında ise bitki su tüketimi yüksektir. Bitki su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyuna paralel olarak artmış, en yüksek su tüketim değeri 661.1 mm olarak sulama suyunun en fazla (649.9 mm) uygulandığı çanak sulamadan elde edilmiştir.

Bitki su tüketimi, hem YSP hem de YOSK ile benzer değişim göstermiştir. Bitki su tüketimi azaldıkça YSP ve YOSK artmış, bitki su tüketimi sıcak yaz aylarında arttıkça yaprakların fazla su kaybetmesinden dolayı hem YSP hem de YOSK değerleri düşüş göstermiştir. Bitki su tüketimi ile Class-A Pan buharlaşma değerleri arasında yakın ve doğrusal bir ilişki elde edilmiştir.

Class-A Pan buharlaşma değerleri ile hem YSP hem de YOSK arasında doğrusal fakat negatif bir ilişki saptanmıştır. Class-A Pan buharlaşma değerlerinin azaldığı sulama sezonu başında ve sonunda YSP ve YOSK artmış, buharlaşmanın yoğun olduğu sıcak dönemlerde YSP ve YOSK'da azalma meydana gelmiştir.

Topraktaki nem içeriği sıcak yaz aylarında evapotranspirasyonun artması ile azalmaya başlamış, sulama sezonu sonuna doğru tekrar artış göstermiştir. Topraktaki nem değişimi denemenin her iki yılında ve her iki sulama sisteminde benzer değişim göstermiş, sulama aralıklarının artması ile 25 günlük uygulamalarda elverişli kapasitede tutulan nem oranındaki azalma daha yoğun olarak

gerçekleşmiştir. Toprak nem içeriği ile YSP arasında doğrusal bir ilişki, YOSK arasında üssel bir ilişki saptanmıştır.

Gerçek evapotranspirasyon ile ampirik eşitlikler yardımıyla hesaplanan ortalama aylık potansiyel evapotranspirasyon değerleri karşılaştırılmış, gerçek evapotranspirasyona en yakın değerler Hargreaves-Samani ve Penman yöntemlerinden elde edilmiştir. Bu yöntemler gerçek bitki su tüketimini sırası ile %96.0 ve %114.0 oranında karşılamıştır. Hesaplanan bitki su tüketimi yöntemlerinden bölge için en uygun olan Hargreaves-Samani ve Penman yöntemlerinin korelasyon katsayıları (R^2) sırası ile 0.70 ve 0.49 olarak belirlenmiştir.



SUMMARY

The experiment was carried out at the Horticulture Institute of Malatya during 2001 and 2002 production season. The experimental site was 980 m above mean sea level. The altitude and longitude of the experimental site were 38° 21' N and 38° 17' E, respectively. The most important dried apricot cultivar of the region called Hacıhaliloğlu was used in the experiment. The experimental orchard consisted of 4-year-old apricot trees spaced 10 x 10 m.

Irrigation applied using by surface and mini-sprinkler irrigation methods with 15-day, 20-day and 25-day irrigation intervals. Besides, the effects of irrigation methods and irrigation intervals on leaf water potential (LWP), relative leaf water content (RLWC), leaf skin color change, leaf chlorophyll content, leaf carotenoid content and leaf area were examined. Irrigation was done calculating deficit moisture before watering in 90 cm soil profile by considering soil field capacity. Furthermore, empirical ET equations (Blaney-Criddle, FAO-Blaney-Criddle, FAO-Radiation, Penman-Moenteith, Penman, FAO-Penman, Wright-Penman, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise and FAO-Pan) were calculated using climatological parameters. While these predicted potential ET vales compared with actual ET values, the most suitable potential ET equations for the region were determined.

In both production seasons, the values of LWP before irrigation were higher than those of after irrigation for both irrigation methods. The lowest LWP value as –32.65 bar was acquired from the surface irrigation with 25-day irrigation interval. On the other hand, the highest LWP value as –30.93 bar was obtained from the surface irrigation with 15-day irrigation interval. While the variations on measured LWP before irrigation was statistically significant at $p < 0.05$ level for irrigation intervals, the changes on LWP after irrigations were found to be insignificant statistically. The irrigation methods had no statistical effect over the LWP. The LWP showed an inverse relationship with ET, solar radiation and air temperature but showed a linear relationship with soil moisture content and relative humidity. At both irrigation methods, the measured values of daily LWP were declined from the beginning of irrigation to the end of irrigation event for all irrigation intervals. The effects of

irrigation intervals on the measured seasonal RLWC were statistically significant at both before and after irrigation at $p < 0.05$ and at $p < 0.001$ level, respectively. Both before and after irrigation, the highest RLWC value was obtained from Y_{15} treatment as 81.29% and 84.18%, respectively. On the other hand, both before and after irrigation, the lowest RLWC value was measured from Y_{25} treatment as 79.54% and 81.43%, respectively. The effect of irrigation methods on RLWC was insignificant. The effects of RLWC and LWP were similar to each other. While RLWC showed an inverse relationship with ET, radiation and air temperature, it had a linear relationship with soil moisture content, relative humidity.

The effects of irrigation methods and irrigation interval on leaf skin color changes were determined using “L”, “a” and “b” values. While the measured values of the leaf skin color changes at the beginning of the irrigation seasons for both irrigation method and irrigation interval were insignificant, the measured values of the leaf skin color changes for the irrigation intervals were statistically significant at the end of irrigation season at $p < 0.01$ level. The “a” value, which was shown by green color, was changed based on irrigation intervals and became -18.75 and -15.83 for the 15-day and 25-day irrigation intervals, respectively. As the irrigation intervals were increased, a pale leaf color transformation was observed. The “a” and “b” color values showed a linear relation with leaf chlorophyll content and carotenoid content, respectively.

In order to determine the effects of the irrigation methods and irrigation intervals on leaf chlorophyll content, the chlorophyll analysis was done at the beginning of the season and at the end of season for each year. The increases at the end of the irrigation season were statistically significant at $p < 0.01$ level. The effect of irrigation intervals on total leaf chlorophyll content, chlorophyll a and chlorophyll b content was statistically significant at $p < 0.05$ level whereas the irrigation methods affected the total leaf chlorophyll content at $p < 0.05$ level significantly. It was determined that the maximum total leaf chlorophyll content was 5.03 mg/g with 15-day irrigation interval whereas the minimum total leaf chlorophyll content was 3.75 mg/g with 25-day irrigation intervals.

Both irrigation methods and irrigation intervals affected measured leaf carotenoid content at the end of irrigation season at $p < 0.01$ level significantly. While irrigation intervals were increased, the leaf carotenoid content was declined. The highest leaf carotenoid content was 0.20 mg/g with 15-day irrigation interval whereas the lowest leaf carotenoid content was 0.16 mg/g with 25-day irrigation interval. The leaf carotenoid content measured at the beginning of irrigation season was insignificant.

While the irrigation intervals affected leaf area at $p < 0.01$ level significantly, the irrigation methods did not affect the leaf area statistically. The maximum leaf area was obtained from 15-day irrigation interval as 41.17 cm² while minimum leaf area was measured from 25-day irrigation interval as 37.75 cm². It was determined that there was a linear relationship between plant growth and applied irrigation water. The LWP affected leaf cell growth and cell division. Besides, it was observed that there was a linear relationship between LWP and leaf area.

Irrigation was based on addition of deficit moisture in 90 cm soil profile. To do so, the soil moisture at field capacity in 90 cm soil profile firstly determined and then lack of soil moisture according to this field capacity was calculated and added to soil. The number of the irrigations were 7, 6 and 5 for 15-day, 20-day and 25-day irrigation intervals, respectively. When irrigation intervals were increased, the number of irrigation, seasonal applied irrigation water and plant water consumption were also increased. The mean highest ET was 661.1 mm with C₁₅ treatment while the mean lowest ET was 532.6 mm with Y₂₅ treatment. The ET obtained from the mini-sprinkler irrigation method was lower than the ET obtained from the surface irrigation method. The ET values were low during the beginning of the season and at the end of season due to low air temperature. However, the ET value was high in July and August because of higher air temperature and solar radiation. The ET and applied irrigation water values showed a parallel trend. The treatments received higher irrigation water resulted in higher ET values. The maximum ET (661.1 mm) value was obtained from the surface irrigation received the maximum irrigation (649.9 mm) water.

ET showed a linear trend with LWP and LRWC. When ET was decreased, the LWP and LRWC became higher. Since ET was increased during the hot summer months, leaves lost more water. So, values of the LWP and LRWC were decreased in these months. There was a linear and close relationship between class-A-Pan (CAP) and ET.

There was a negative relationship between CAP and LWP and between CAP and LRWC. The LWP and LRWC values increased at the beginning of season and at the end of season because the CAP evaporation values were low during these periods. On the other hand, the LWP and LRWC were decreased in the periods of hot summer days due to higher evaporation rate.

The soil moisture content declined in hot summer months due to higher ET rate. On the other hand, the soil moisture content increased towards to the end of irrigation season. At two production seasons, variations in the soil moisture content in both irrigation methods were similar to each other. The decrease in available soil moisture content at 25-day irrigation intervals was more clear compare to the others. It was observed that there was a linear relationship between soil moisture content and LWP. An exponential relationship between soil moisture content and LRWC was acquired.

The mean monthly potential ET calculated by empirical equations and actual ET were compared to each other. The Hargraves-Samani and Penman gave the closest values to actual ET. These two potential ET methods compensated the actual ET by 96% and 114%, respectively. It was determined that Hargraves-Samani with an R^2 of 0.70 and Penman with an R^2 of 0.49 were the most suitable potential ET methods for the region.