

## Damla sulama koşullarında farklı sulama programlarının ayçiçeğinde verim ve yağ kalitesine etkisinin belirlenmesi

Semih Metin SEZEN<sup>1\*</sup> Attila YAZAR<sup>1</sup> Servet TEKİN<sup>2</sup> Dilşat KONUŞKAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

<sup>2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>3</sup> Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Hatay

Alınış Tarihi: 26 Nisan 2016 Kabul Tarihi: 15 Mayıs 2016

### Öz

Çukurova koşullarında damla yöntemiyle sulanan Oleko çeşidi ayçiçeğinde farklı sulama programlarının verim, verim bileşenleri, yağ verimi, yağ kalitesi ve su kullanımı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2010-2011 yıllarında Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Tarsus Toprak ve Su Kaynakları arazisinde yürütülmüştür. Çalışmada 3 farklı sulama aralığı, yığılımlı buharlaşma değerlerinden ( $A_1=25$  mm;  $A_2=50$  mm;  $A_3=75$  mm olduğunda sulama) oluşurken, 6 farklı sulama düzeyi ( $I_1=0.50$ ;  $I_2=0.75$ ;  $I_3=1.00$ ;  $I_4=1.25$ ;  $I_5=PRD-75$  konusu  $I_3$  konusuna uygulanan suyun %75'i alternatif laterallerden,  $I_6=PRD-50$  konusunda ise  $I_3$  konusuna uygulanan suyun %50'i alternatif laterallerden) uygulanmıştır. Ayrıca, susuz konu kontrol amaçlı incelenmiştir. En yüksek verim  $A_2I_4$ , en düşük verim ise kontrol (susuz) konusundan alınmıştır. Konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları yıllara göre 199-563 mm, bitki su tüketimi değerleri 243-611 mm arasında değişmiştir. Sulama aralığı ve sulama düzeyi ayçiçeğinde yağ %'sini önemli derecede etkilemiştir. Su stresi doymuş (palmitik ve stearik asit) ve doymamış (oleik ve linoleik asit) asit içeriklerini etkilemiştir. Sonuçta;  $A_2I_4$  sulama programı yörede yüksek ürün almak için önerilebilir. Su kısıntısı söz konusu olduğunda  $A_2I_3$  konusu ayçiçeği verim ve kalitesini arttırmak için önerilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Kısıntılı sulama, Ayçiçeği, Su kullanım etkinliği, Verim ve kalite, Kısmi kök kuruluğu

### Effect of different drip irrigation regimes on yield and oil quality of sunflower

---

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): smsezen@hotmail.com

## Abstract

This study examines the effects of different irrigation regimes on yield, yield components, oil yield and quality and water use of sunflower (Oleko variety) irrigated with a drip system under field conditions in 2010 and 2011 growing seasons at the Alata Horticultural Research Institute, Tarsus Soil and Water Resources area in the Mediterranean region of Turkey. Irrigation regimes consisted of three irrigation intervals ( $A_1$ : = 25 mm;  $A_2$ : = 50 mm;  $A_3$ : = 75 mm of cumulative pan evaporation) and six irrigation levels ( $I_1$ =0.50,  $I_2$ =0.75,  $I_3$ =1.00 and  $I_4$ =1.25). In addition,  $I_5$ =PRD75 and  $I_6$ =PRD50 treatments were considered. They received 75 and 50% of the full irrigation ( $I_3$ ) treatment from alternative laterals, respectively. Also, rainfed treatment is a control plot in the experiment. Maximum and minimum yields were obtained from the  $A_2I_4$  and rainfed treatments, respectively in all experimental years. As the irrigation level value decreased the total yields in each irrigation interval also decreased. Seasonal irrigation amounts in the treatments varied from 199 mm to 563 mm in the experimental years. Seasonal evapotranspiration values in the treatments varied from 243 mm to 611 mm in the experimental years. Both irrigation amounts and irrigation frequencies had significantly effects on oil content of sunflower. The saturated (palmitic and stearic acid) and unsaturated (oleic and linoleic acid) fatty acid contents were significantly affected by water stress. In conclusion,  $A_2I_4$  irrigation regime is recommended for sunflower production in the Mediterranean region in order to attain higher yields with improved quality. In case of water shortage,  $A_2I_3$  irrigation regime is recommended to increase sunflower yield and quality.

**Keywords:** Deficit irrigation, Sunflower, Water use efficiency, Yield and quality, Partial root drying

## 1. Giriş

İnsan nüfusunun hızla artmasına karşılık tarım alanlarında bir artış sözü konusu olmamakta, hatta amaç dışı kullanılması nedeniyle azalmalar görülmektedir. Birim alandan daha yüksek ürün almak için sulamanın yeterince ve zamanında yapılması en önemli kriterlerden birisidir. Ülkemizde yağ sanayinin en önemli hammaddelerinden birisini ayçiçeği tohumu oluşturmaktadır. Son yıllarda, ayçiçeği üretiminin tüketimi karşılamadaki payının gittikçe azaldığı dikkati çekmektedir. Bu üretim yetersizliğinin en önemli nedenlerinden biri, ayçiçeği üretiminde birçok verimlilik sorunlarının çözümlenememiş olmasıdır. Her yıl önemli miktarda yağlı tohum ve ham yağ ithal edilen ülkemizde ayçiçeği gibi önemli bir yağ bitkisinde hala büyük bir oranda kuru tarım yapılması en önemli verimlilik sorunu olarak görülmektedir. Çünkü, ayçiçeğinde sulama ile %100 oranında ve hatta daha fazla oranda verim artışı sağlamak mümkündür. Bu nedenle, iyi bir üretim

planlaması ile ayçiçeğinin sulu alanlara taşınması önemli miktarda verim artışı sağlayacaktır (Sezen vd., 2013).

Dünyada yarı kurak ve kurak alanlarda tarımsal üretimi kısıtlayan başlıca faktörler su kıtlığı ve kuraklıktır. Bu nedenle, tarımsal sulama yapılan alanlarda küresel su kıtlığını azaltacak değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Buna ek olarak toplumun artan gıda ihtiyacını karşılamak için tarımsal su yönetiminin su, enerji ve toprağı göz önüne alarak yapılması gerekmektedir (Kassam vd., 2007). Belirli koşullarda kısıtlı sulama kaynakları durumunda bitkilerin kısıtlı sulama stratejilerine karşı tepkilerinin bilinmesi özellikle azalan tarımsal su kaynakları koşullarında oldukça önemlidir. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda kısıtlı ve kısmi sulama su kıtlığı koşullarında oldukça etkili olduğu söylenebilir. Düzenli kısıtlı sulama (RDI) ile bitkiler daha az sulama suyu ile kısmi strese girmekte ve sonuçta verimde az miktarda kayıpla sonuçlanmaktadır (English ve Raja, 1996). Kısmi kök kuruluğı (PRD) yönteminde ise RDI'nın daha gelişmiş yöntemi olup sulama suyunun alternatif kaynaklardan verilerek bitki kök bölgesinde ıslak ve kuru alanlar oluşturulmaktadır. PRD yöntemi birçok tarla bitkisinde ve meyve bahçelerinde denemeler yürütülmüştür (Kang ve Zhang, 2004). Davies ve Hartung (2004) tarla bitkilerinde PRD yöntemiyle uygulanan suyun önemli derecede azaldığını, taç yapısının arttığı ve verime diğer sulama yöntemlerine göre daha etkili olduğunu belirtmiştir. Ancak, günümüzde ayçiçek bitkisinde PRD sulama tekniğı ile çalışma oldukça sınırlıdır.

Ayçiçeğı (*Helianthus annus* L.) kısıtlı su stresine hem toleranslı hemde uygulanan sulama suyuna yüksek verim gösterebilen bir tarla bitkisidir (Karam vd., 2007). Su stresi ayçiçeğı bitkisinde çiçeklenme dönemine dek çok az etkide bulunurken, çiçeklenme dönemi ve sonrası su stresi ayçiçek bitkisi gelişimini ve kalite faktörlerini önemli derecede etkilemektedir (Unger, 1990). Robinson (1971), generatif gelişme döneminin vejetatif gelişme dönemine oranla su stresine daha fazla duyarlı olduğunu bildirmiştir. Stone vd. (1996), kısıtlı su koşullarında su stresinin dane dolm döneminde programlanabileceğini, ancak, çiçeklenme döneminde su stresinden kaçınılmasını belirtmiştir.

Ayçiçeğinde doymuş yağ asitleri ve içeriğı, geçmiş yıllarda yağın olarak çalışılmıştır. Genotip doymuş yağ asitlerinde en önemli faktördür. Ancak, dane dolm dönemi süresince çevresel faktörler yağ içeriğinin ve yağdaki doymamış yağ asitleri kompozisyonunu önemli derece etkilemektedir (Petcu vd., 2001). Su stresi standart ya da yüksek oleik asit değerine sahip çeşitlerde dane dolm süresince oluştuğunda, oleik/linoleik asit oranını artırdığı belirlenmiştir (Flagella vd., 2002).

Bu çalışmanın yapılmasının en önemli nedeni, damla yöntemiyle su kullanım etkinliğinin geleneksel sulama yöntemlerine göre daha yüksek olmasıdır. Yürütülen araştırmanın temel amacı, Çukurova Bölgesinde özellikle son yıllarda eşik alanlarda yüksek yoğunlukla üretimi yapılan yağlık ayçiçeği bitkisinde damla sulama yöntemiyle farklı düzeylerde sulamanın verim, yağ yüzdesi ve yağ kalitesi (başlıca doymuş yağ asitleri) üzerine etkilerinin belirlenmesidir. Ayçiçeğinde farklı kısıtlı sulama yöntemlerinden PRD ve geleneksel kısıtlı sulamanın (DI) uygulanan sulama suyu, evapotranspirasyon ve yağ verimi üzerine etkilerini belirlemek, su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) değerlerini saptamaktır. Diğer bir deyişle, ayçiçeği için en uygun sulama programının açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılarak oluşturulmasıdır. Bu proje ile Çukurova bölgesinde tam, geleneksel ve kısmi kök kuruluğu kısıtlı sulama koşullarında birim sulama suyu ile daha fazla kaliteli ürünü verebilecek sulama programlarının saptanması amaçlanmıştır. Proje sonuçlarının, özellikle ayçiçeği yetiştiriciliğinde sulu tarıma pek yatkın olmayan Çukurova Bölgesi çiftçilerine yararlı olacağı ve bu alanda bilimsel birikime önemli katkı sağlayacağı söylenebilir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

Araştırma Tarsus'a bağlı Yenice bucağının 6.5 km kuzeyinde bulunan, Toros dağları ile Çukurova arasında kalan eşik alanları temsil eden, 80-100 m yükseltideki TAGEM Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Topçu Lokasyonu arazilerinde yürütülmüştür. Araştırma yeri, deniz seviyesinden 30 m yükseklikte olup, enlemi 37°01'N, boyları 35°01'E'dir.

Araştırmada Oleko ayçiçek çeşidi kullanılmış ve deneme yıllarına göre 0.70 m sıra aralığında, 0.25 cm sıra üzeri olacak şekilde kombine mibzerle 02 Nisan 2010 ve 05 Mayıs 2011 tarihinde ekim işlemi yapılmıştır. Çimlenmeden sonra bitki yoğunluğu 6 bitki m<sup>-2</sup>'dir. Deneme alanında tipik Akdeniz iklimi görülmektedir. Toprak pH'sı genellikle 7.7 ile 8.0 arasında değişmektedir. Killi-tınlı bünyeye sahip olup fazla kireçli, tuzsuz, potasyum içeriği fazla, organik madde ve fosfor içeriği azdır. Deneme alanı toprakları yüksek su tutma kapasitesine sahiptir. Ayçiçeği bitkisi için dikkate alınan 90 cm toprak derinliğinde kullanılabilir toprak suyu 198 mm'dir. Denemenin her iki yılında tüm konulara ekimle birlikte kombine mibzerle kompoze gübreden (15-15-15) dekara 40 kg (saf madde olarak 6 kg N, P, K), ikinci çapadan sonra (10

Mayıs 2010 ve 31 Mayıs 2011 tarihinde) ise dekara 30 kg Amonyum Nitrat (% 26 N) gübresi elle bitki sıralarına konulara eşit olarak uygulanmıştır.

Hasat işlemi, bitkiler fizyolojik olgunluğa ulaştığında 6 m uzunluğunda 3 bitki sırası (12.6 m<sup>2</sup>) alandaki bitkiler elle hasat edilmiştir. Deneme yıllarına ilişkin hasat tarihleri sırasıyla 05.08.2010 ve 05.09.2011'dir. Hasatta dane verimi, 1000 dane ağırlığı ve yağ yüzdesi (Soxhlet ekstrakt tekniği) belirlenmiştir (Pomeranz ve Clifton, 1994). Doymuş yağ asitleri ve yağ içeriği gaz chromatograph ile konvensiyol metodla belirlenmiştir (Erdemoğlu vd., 2003). Doymuş yağ asitleri verileri toplam yağ içeriğinin % değeri olarak sunulmuştur. Yürütülen çalışma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Parsel boyutları 5 bitki sırası genişliğinde (3.5 m) ve 8 m uzunluğundadır.

Araştırma Konuları: Class A Pan'dan elde edilen yiğışimli buharlaşma miktarlarına göre oluşturulan sulama aralıkları ana parselleri (A), sulama düzeyleri (I) ise alt parselleri oluşturmuştur. Ana Konular (Sulama aralıkları): A<sub>1</sub> : ΣEo = 25 ± 2.5 mm; A<sub>2</sub> : ΣEo = 50 ± 5.0 mm; A<sub>3</sub>: ΣEo = 75 ± 7.5 mm'ye ulaştığında sulama yapılacak şekilde programlanmıştır. Alt Konular (sulama düzeyleri): I<sub>1</sub>:0.50; I<sub>2</sub>:0.75; I<sub>3</sub>:1.00; I<sub>4</sub>:1.25 olarak alınmıştır. I<sub>5</sub> konusu PRD-50 (I<sub>3</sub> konusuna uygulanan suyun %50'si alternatif laterallerden uygulanmıştır). I<sub>6</sub> konusu PRD-75 (I<sub>3</sub> konusuna uygulanan suyun %75'i alternatif laterallerden uygulanmıştır). Denemede ayrıca kontrol amaçlı susuz konu'da oluşturulmuştur. Damla sulamada kullanılan lateraller her bitki sırasına gelecek şekilde yerleştirilmiştir (lateral aralığı 0.70 m). Deneme alanı topraklarının orta ağır bünyeli olması ve ortalama infiltrasyon hızının (7 mm h<sup>-1</sup>) olması nedeniyle damlatıcı aralığı 0.25 m, damlatıcı debisi ise 4 Lh<sup>-1</sup> olacak şekilde düzenlenmiştir. PRD-50 ve PRD-75 (I<sub>5</sub> ve I<sub>6</sub>) konularında her bitki sırasına çift lateral yerleştirilmiş (bitki sırasına 20 cm uzaklıkta), her bir sulamada alternatif laterallerden sulama yapılmıştır. Büyüme mevsimi süresince toprak su içeriği, gravimetrik yöntemle ve nötronmetre aleti (503 DR Hydroprobe) ile ölçülmüştür. Su kullanım randımanı (WUE), dane veriminin mevsimlik ET'ye oranı iken, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ise her bir konunun dane verimi ile susuz konudaki dane verimi farkının toplam uygulanan sulama suyu miktarına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarı  $I = E_{pan} \times SD \times A$  eşitliğiyle hesaplanmıştır. Eşitlikte, I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm); Epan: öngörülen dönemde oluşan yiğışimli buharlaşma miktarı (mm); SD: sulama düzeyi (%); A: parsel alanı (m<sup>2</sup>)'dir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma 2010-2011 yılları arasında iki yıl süreyle yürütülmüştür. Her yıl ayçiçeği bitkisinin kimi gelişme dönemleri, konulara uygulanan sulama suyu miktarları, konulara ilişkin bitki su tüketimi değerleri, ayçiçeği bitkisinden elde edilen toplam verim, su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanları, yağ %, başlıca yağ asitlerine (Oleik, Linoleik, Palmitik ve Stearik) ait bulgular elde edilmiştir. Tarsus'ta yürütülen denemede ekimden hasada dek "Oleko" ayçiçek çeşidine ilişkin gelişme dönemleri (çıkış, erken vejetatif, geç vejetatif, çiçeklenme, dane doldurma, olgunluk) Doorenbos ve Kassam (1986)'ya göre her iki deneme yılı için kaydedilmiştir. Denemenin ilk yılında konular arasında gelişme dönemleri bakımından önemli farklılıklar görülmemekle beraber, en geniş sulama aralığına sahip  $A_3$  konularında özellikle su kısıntısının uygulandığı  $A_{3|1}$ ,  $A_{3|2}$  parsellerinde vejetatif dönemi takiben herbir gelişme dönemine ulaşım daha çabuk olmuştur. Anılan durum, vejetatif dönemde konulu sulama uygulamalarına başlanması ile birlikte belirtilen dönemlerde aşırı hava sıcaklığı yanı sıra uygulanan sulama suyunun bitki gereksinimi sağlayamamasından kaynaklanmıştır. Ayçiçeği bitkisinin toplam büyüme dönemi uzunluğu ilk deneme yılı 125 gün, ikinci deneme yılında ise 124 gün olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Doorenbos ve Kassam (1986) ile uyum içerisindedir. Sezen vd. (2011a, b) Tarsus koşullarında damla sulama koşullarında ayçiçeği gelişme dönemi uzunluğu 2006 yılında 129 gün, 2007 yılında ise 132 gün olarak belirlemiştir. Yağmurlama sulama sistemi ile sulanan ayçiçeğinde ise bitki gelişme dönemi 2006 yılında 121 gün, 2007 yılında ise 132 gün gözlenmiştir. Tipik Akdeniz ikliminin görüldüğü deneme alanında 2010 ve 2011 büyüme döneminde ortalama sıcaklıklar uzun yıllık değerlere oldukça benzerdir. İlk deneme yılında ayçiçeği bitkisi ekim tarihinden hasada kadar geçen dönem içinde toplam 117 mm yağış düşerken aynı dönemde düşen uzun yıllık yağış miktarının %77'sine karşılık gelmektedir. İkinci deneme yılında ise tüm gelişme dönemi boyunca 103 mm yağış uzun yıllık yağış miktarının %80'ine karşılık gelmektedir. Çizelge 1'de görüleceği gibi 2010 yılında uygulanan sulama suyu miktarı konulara göre 199 ile 563 mm arasında değişirken, kontrol konusuna (susuz) sulama uygulaması yapılmamıştır. Çalışmanın yürütüldüğü 2010 yılında,  $A_1$  sulama aralığında yer alan konularda toplam 17 sulama yapılırken, sulama aralığı yığılımlı buharlaşma değerine bağlı olarak 5-6 gün arasında kalmıştır.  $A_2$  sulama aralığında yer alan konularda toplam 8 sulama yapılırken, sulama aralığı yığılımlı buharlaşma değerine bağlı olarak 9-11 gün arasında kalmıştır. En geniş sulama aralığı olan  $A_3$  sulama

aralığında yer alan konularda ise toplam 5 sulama yapılırken, sulama aralığı yığılımlı buharlaşma değerine bağlı olarak 13-16 gün arasında değişmiştir.

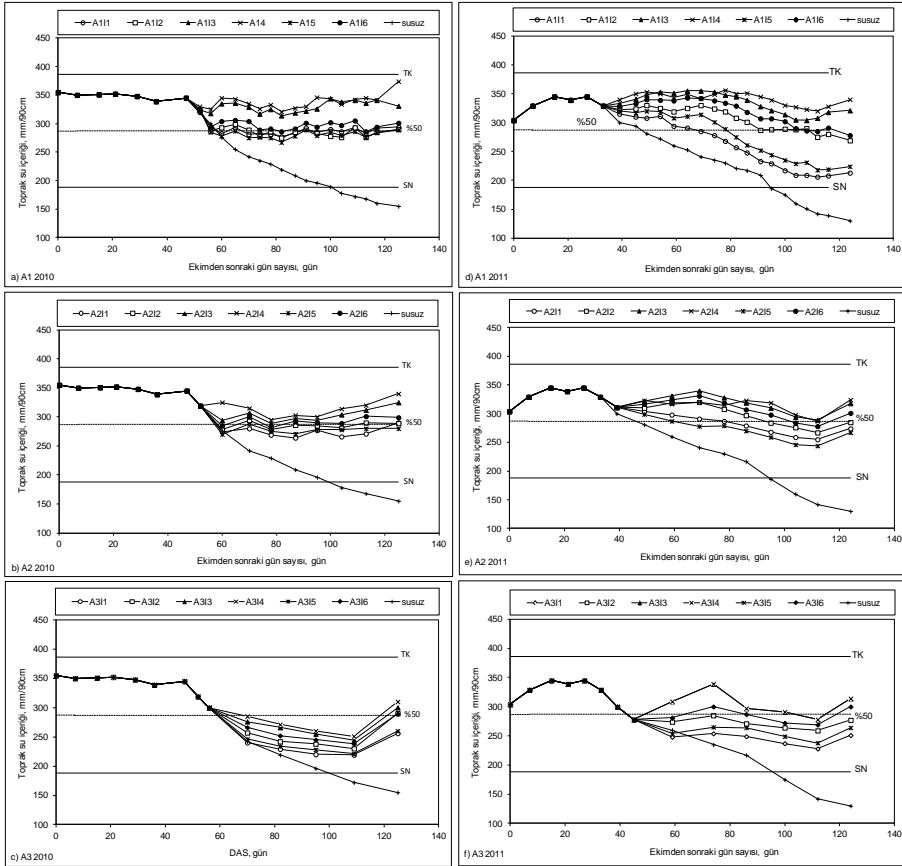
Çizelge 1. Araştırma yılında konulara göre uygulanan toplam sulama suyu, bitki su tüketimi, verim, su kullanma ve sulama suyu kullanma randımanı, % yağ değerleri

Yıl	Konular	Verim (kg ha <sup>-1</sup> )	ET (mm)	I (mm)	WUE (kg m <sup>-3</sup> )	IWUE (kg m <sup>-3</sup> )	Yağ %
2010	A <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	2908	354	225	0.82	5.50	34.43 ef
	A <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	3295	471	338	0.70	4.81	36.30 cf
	A <sub>1</sub> I <sub>3</sub>	3793	542	450	0.70	4.72	42.80 ac
	A <sub>1</sub> I <sub>4</sub>	4075	597	563	0.68	4.27	43.57 ab
	A <sub>1</sub> I <sub>5</sub>	3650	359	225	1.02	8.80	38.90 bf
	A <sub>1</sub> I <sub>6</sub>	3345	460	338	0.73	4.96	42.10 ad
	A <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	2703	339	212	0.80	4.87	35.33 df
	A <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	3558	446	318	0.80	5.94	37.50 bf
	A <sub>2</sub> I <sub>3</sub>	4030	516	424	0.78	5.57	44.07 ab
	A <sub>2</sub> I <sub>4</sub>	4758	607	530	0.78	5.83	48.33 a
	A <sub>2</sub> I <sub>5</sub>	3993	349	212	1.14	10.96	40.70 bf
	A <sub>2</sub> I <sub>6</sub>	3813	436	318	0.87	6.74	43.23 ab
	A <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	2675	360	199	0.74	5.05	34.10 f
	A <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	2943	425	298	0.69	4.27	35.50 df
	A <sub>3</sub> I <sub>3</sub>	3740	514	397	0.73	5.21	40.93 be
	A <sub>3</sub> I <sub>4</sub>	4080	603	603	0.68	4.00	42.50 ac
	A <sub>3</sub> I <sub>5</sub>	3633	356	199	1.02	9.86	36.30 cf
	A <sub>3</sub> I <sub>6</sub>	3440	426	298	0.81	5.94	39.43 bf
Susuz	1670	268	0	0.62	-	33.70	
2011	A <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	2860	396	236	0.72	4.92	39.80 ij
	A <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	3340	452	348	0.74	4.71	40.90 gi
	A <sub>1</sub> I <sub>3</sub>	3940	513	461	0.77	4.86	43.80 de
	A <sub>1</sub> I <sub>4</sub>	4560	611	578	0.75	4.95	46.40 b
	A <sub>1</sub> I <sub>5</sub>	3700	385	236	0.96	8.47	41.90 fh
	A <sub>1</sub> I <sub>6</sub>	4030	443	348	0.91	6.70	42.70 eg
	A <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	3430	320	221	1.07	7.83	39.40 ij
	A <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	3700	416	328	0.89	6.10	40.20 hi
	A <sub>2</sub> I <sub>3</sub>	4120	491	436	0.84	5.55	46.93 b
	A <sub>2</sub> I <sub>4</sub>	4890	595	546	0.82	5.84	51.10 a
	A <sub>2</sub> I <sub>5</sub>	4120	327	221	1.26	10.95	43.63 df
	A <sub>2</sub> I <sub>6</sub>	4270	400	328	1.07	7.84	45.73 bc
	A <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	2380	342	220	0.69	3.09	37.20 k
	A <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	2810	423	327	0.66	3.39	38.30 jk
	A <sub>3</sub> I <sub>3</sub>	3640	495	436	0.73	4.45	42.70 eg
	A <sub>3</sub> I <sub>4</sub>	4080	605	546	0.67	4.36	44.53 cd
	A <sub>3</sub> I <sub>5</sub>	3560	329	220	1.08	8.45	40.33 hi
	A <sub>3</sub> I <sub>6</sub>	3740	400	327	0.94	6.24	40.93 ghi
Susuz	1700	243	0	0.70	-	36.10	

İkinci deneme yılında sulamalara 07.06.2011 tarihinde (DAS-33) başlanmış ve 29.08.2011 tarihinde (DAS-116) sulamaya son verilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarları 2011 yılında konulara göre 220 ile 578 mm arasında değişirken, kontrol konusuna sulama uygulaması yapılmamıştır (Çizelge 1).  $A_1$  sulama aralığında yer alan konularda toplam 19 sulama yapılırken, sulama aralığı yığışimli buharlaşma değerine bağlı olarak 4-6 gün arasında kalmıştır.  $A_2$  sulama aralığında yer alan konularda toplam 9 sulama yapılırken, sulama aralığı yığışimli buharlaşma değerine bağlı olarak 8-10 gün arasında değişmiştir. En geniş sulama aralığı olan  $A_3$  sulama aralığında yer alan konularda ise toplam 6 sulama yapılırken, sulama aralığı yığışimli buharlaşma değerine bağlı olarak 13-16 gün arasında kalmıştır. Mevsimlik su tüketimleri konulara göre ilk deneme yılında 268-607 mm arasında, ikinci deneme yılında ise 243-611 mm arasında değişmiştir. Genellikle herbir sulama aralığında uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça bitki su tüketimi de artmıştır. Herbir sulama aralığında yer alan kısıntılı  $I_1$  ve  $I_2$  konuları ile aynı sulama suyunu alternatif laterallerden alan  $I_5$  ve  $I_6$  konuları arasında mevsimlik ET istatistiksel açıdan önemli farklar gözlenmemiştir. En düşük ET değerleri kontrol (susuz) konuda hesaplanmıştır. Ayla (1984), Ankara koşullarında tartılı tip lizimetre çalışmaları ile ayçiçeğin mevsimlik su tüketimini 787 mm olarak belirlerken, Kadayıfçı ve Yıldırım (2000), sulama programına bağlı olarak 755-929 mm, Demir vd. (2006), ET'nin artan sulama suyu miktarıyla artış gösterdiğini ve en yüksek ET değerinin 652 mm olarak saptamıştır. Ayçiçeği dane verimleri 2010 yılında ortalama olarak 1670-4758 kg ha<sup>-1</sup>, 2011 yılında ise 1700-4890 kg ha<sup>-1</sup> arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 1). Her iki deneme yılında yapılan varyans analizi sonucunda; sulama aralığı x sulama düzeyi interaksyonunu arasında istatistiksel olarak %1 hata düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. İlk yıl  $A_2I_4$  (yığışimli buharlaşma miktarı 50 mm olunca ve  $I_4=1.25$  sulama düzeyi) konusu birinci sınıfta yer almıştır. İkinci sınıfta ise  $A_1I_4$ ,  $A_2I_3$ ,  $A_2I_5$  ve  $A_3I_4$  konuları yer almıştır. Denemede 2011 yılında ise istatistiksel olarak %1 hata düzeyinde 2010 yılında olduğu gibi  $A_2I_4$  konusu ilk sınıfta yer almıştır. İkinci sınıfta ise  $A_1I_4$  konusu yer almıştır. En sık sulama aralığına sahip  $A_1$  konuları (yığışimli buharlaşma miktarı 25 mm olduğunda sulama uygulaması) ile en geniş sulama aralığına sahip  $A_3$  konusundaki (yığışimli buharlaşma miktarı 75 mm olduğunda sulama uygulaması) elde edilen dane verimleri  $A_2$  (yığışimli buharlaşma miktarı 50 mm olduğunda sulama uygulaması) konularından elde edilen dane verimlerinden daha düşük kalmıştır. Ayçiçeği bitkisine uygulanan sulama suyu miktarı ve uygulama zamanı genel verimi ve yağ



verimini önemli ölçüde etkilemiştir. Benzer sonuçlar Reddy vd. (2003) tarafından belirlenmiştir. Her iki deneme yılında konulara göre su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Araştırmada 2010 yılında WUE değerleri 0.62-1.14 kg m<sup>-3</sup> arasında, IWUE değerleri ise 4.00-10.96 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. En yüksek su kullanım randımanı (WUE) değeri A<sub>2</sub>I<sub>5</sub> konusundan (1.14 kg m<sup>-3</sup>), en düşük ise kontrol (susuz) konusunda (0.62 kg m<sup>-3</sup>) hesaplanmıştır. Sulama suyu kullanım randımanları ise en yüksek A<sub>2</sub>I<sub>5</sub> konusunda (10.96 kg m<sup>-3</sup>), en düşük ise A<sub>3</sub>I<sub>4</sub> (4.00 kg m<sup>-3</sup>) konusundan elde edilmiştir. Denemede 2011 yılında ise WUE değerleri 0.66-1.26 kg m<sup>-3</sup> arasında, IWUE değerleri ise 3.09-10.95 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir (Çizelge 1). En yüksek su kullanım randımanı (WUE) değeri A<sub>2</sub>I<sub>5</sub> konusundan (1.26 kg m<sup>-3</sup>) elde edilmiştir. En yüksek IWUE değeri A<sub>2</sub>I<sub>5</sub> konusunda (10.95 kg m<sup>-3</sup>), en düşük ise A<sub>3</sub>I<sub>1</sub> (3.09 kg m<sup>-3</sup>) konusunda belirlenmiştir. Her iki deneme yılına ait WUE ve IWUE değerleri incelendiğinde en sık sulama yapılan A<sub>1</sub> ve en geniş sulama aralığına sahip A<sub>3</sub> konularında A<sub>2</sub> konularına oranla daha düşük değerler elde edilmiştir. Ayçiçeği bitkisinde sulama suyu yönetimi bitkinin tüm gelişim dönemlerinde çimlenme, çıkış, verim ve kaliteye etkisi nedeniyle önemlidir. Konulara ilişkin toprak su içeriği değerleri 90 cm’lik toprak profilinde 2010 ve 2011 büyüme dönemleri ekimden sonraki gün sayısına göre (DAP) ayrı ayrı Şekil 1a-f’de verilmiştir. Şekil 1a’da görüleceği gibi 2010 deneme yılında konulara ilişkin toprak profilinde su içeriği susuz konu dışında tarla kapasitesi (TK) (386 mm) ile solma noktası (SN) (188 mm) arasında değişmiştir. A<sub>1</sub> parsellerinde sulamalara 18.05.2010 (DAS-47) tarihinde başlanılmış, 28.07.2010 (DAS-117) tarihinde son verilmiştir. A<sub>1</sub>I<sub>3</sub> ve A<sub>1</sub>I<sub>4</sub> konuları mevsim boyunca daha yüksek nem değerleri gözlenirken, diğer konular kullanılabilir nemin %50 düzeyinde yer almıştır (Şekil 1a). A<sub>2</sub> parsellerinde sulamalara 23.05.2010 (DAS-52) tarihinde başlanılmış, 24.07.2010 (DAS-113) tarihinde son verilmiştir. Konularda mevsim boyunca nem değişimi kullanılabilir nemin %50 düzeyinde iken, A<sub>2</sub>I<sub>1</sub> ve A<sub>2</sub>I<sub>5</sub> konuları daha düşük toprak su içeriğinde kalmıştır (Şekil 1b). En geniş sulama aralığında (A<sub>3</sub>) ise sulamalara 27.05.2010 (DAS-56) tarihinde başlanılmış, 20.07.2010 (DAS-109) tarihinde son verilmiştir. Şekil 1c incelediğinde konulara uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak toprak su içeriği değerleri farklılıklar göstermiştir. Geç vejetatif dönemden itibaren A<sub>3</sub>I<sub>3</sub> ve A<sub>3</sub>I<sub>4</sub> konuları dışındaki tüm konularda toprak nem içeriği %50 kullanılabilir nemin altında yer almıştır. Daha yüksek verim için ayçiçeği bitkisinin geç vejetatif, çiçeklenme ve dane dolum dönemlerinde özellikle kullanılabilir nemin %45’i tüketilmesine izin verilmemesi gerekir (Doorenbos ve Kassam, 1986).



Şekil 1a-f. Konulara ilişkin toprak su içeriğinin zamana göre değişimi (2010, 2011)

Toprak profilinin 90 cm derinliğinde sulamalardan bir gün önceki toprak su içeriğinin zamana göre değişimi 2011 deneme yılı için Şekil 1d-f'de verilmiştir. Konulara ilişkin toprak profilinde su içeriği susuz konu dışında tarla kapasitesi (TK) (386 mm) ile solma noktası (SN) (188 mm) arasında değişmiştir. A<sub>1</sub> parsellerinde sulamalara 07.06.2011 (DAS-33) tarihinde başlanılmış, 29.08.2011 (DAS-116) tarihinde son verilmiştir. A<sub>13</sub> ve A<sub>14</sub> konuları mevsim boyunca daha yüksek nem değerleri gözlenirken, A<sub>11</sub>, A<sub>15</sub> konuları susuz konu ile birlikte özellikle çiçeklenme döneminde kullanılabilir nemin %50 düzeyinin altında yer almıştır (Şekil 1d). A<sub>2</sub> parsellerinde

sulamalara 13.06.2011 (DAS-39) tarihinde başlanılmış, 25.08.2011 (DAS-112) tarihinde son verilmiştir. Konularda dane oluşum dönemine dek nem değişimi kullanılabilir nemin %50 düzeyi üzerinde iken,  $A_2I_4$  ve  $A_2I_3$  konuları dışında tüm konular %50 kullanılabilir nem düzeyinin altında toprak su içeriğinde kalmıştır (Şekil 1e).

En geniş sulama aralığında ( $A_3$ ) ise sulamalara 19.06.2011 (DAS-45) tarihinde başlanılmış, 25.08.2011 (DAS-112) tarihinde son verilmiştir. Şekil 1f incelediğinde konulara uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak toprak su içeriği değerleri farklılıklar göstermiştir. Çiçeklenme döneminden itibaren  $A_3I_4$  konusu dışındaki tüm konularda toprak nem içeriği %50 kullanılabilir nemin altında yer almıştır. Daha yüksek verim için ayçiçeği bitkisinin geç vegetatif, çiçeklenme ve dane dolum dönemlerinde özellikle kullanılabilir nemin %45'i tüketilmesine izin verilmemesi gerekir (Doorenbos ve Kassam, 1986).

Ayçiçeği bitkisinde yağ verimi ve yağ yüzdesi önemli bir kalite parametresi olup uygulanan sulama programından istatistiksel olarak %99 güvenle her iki deneme yılında da etkilenmiştir. Yağ içeriği artan sulama suyu miktarıyla artış gösterirken, ortalama olarak yağ %'lerinin 2010 yılında %33.70-48.33, 2011 yılında ise ortalama olarak %36.10-51.10 arasında değiştiği görülmektedir. Çizelgeden de görüleceği gibi her iki deneme yılında da istatistiksel olarak %1 hata düzeyinde  $A_2I_4$  konusu birinci sınıfta yer almıştır. Susuz konuda ise en düşük yağ %'si yıllara göre ortalama %33.70 ve %36.10 olarak ölçülmüştür. Deneme sonuçları 2010 ve 2011 büyüme döneminde ayçiçeği yağ veriminin sulama programından önemli derecede etkilendiğini göstermektedir (Çizelge 1).

İlbaş vd. (1996) Van koşullarında yaptıkları araştırmada, sulama sayısının artmasıyla danedeki yağ oranının arttığını, değişik çeşitlerin sulama uygulamalarına farklı tepkiler gösterdiklerini bildirmişlerdir. Erdem vd. (2001) Tekirdağ'da yürütülen çalışmada ayçiçeğinde yağ içeriğinin sulama programı ve deneme yıllarına bağlı olarak % 40.4-48.2 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Ayçiçeği yağında doymuş yağ asitleri bileşimleri sulama konularına göre önemli farklılıklar göstermiştir (Çizelge 2). Sulama konularına göre ayçiçeği yağında doymamış yağ asitlerinin başlıcası oleik ve linoleik asit olup sırası ile % 84.1-89.2 ve %1.70-5.03 arasındadır. Yağ kalitesi incelendiğinde sulamanın başlıca etkisinin linoleik asit içeriğini arttırdığını ve artan sulama suyu miktarı ile oleik asit değerinin azaldığının belirlenmiş olmasıdır.

Çizelge 2. Konulara ilişkin doymuş yağ asitleri yüzdesi (%)

Konular	Oleik (C18:1)**		Linoleik (C18:2)**		Palmitik (C 16:0)**	Stearik (C18:0)**	
	Yıl: 2010**	Yıl: 2011**	Yıl: 2010**	Yıl: 2011**	Yıl: 2011**	Yıl: 2010**	Yıl: 2011**
A <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	87.73 a	88.67 a	3.233 f	4.000 gh	3.933 hı	2.500 ac	1.900 cd
A <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	87.33 ac	87.67 cf	3.500 ef	4.433 ef	4.667 eg	2.300 be	1.900 cd
A <sub>1</sub> I <sub>3</sub>	85.83 hı	86.13 ı	4.833 b	5.033 ac	5.233 bd	1.867 hk	1.600 fg
A <sub>1</sub> I <sub>4</sub>	85.5 ij	85.93 ij	4.967 ab	5.167 ab	5.467 bc	1.733 jk	1.533 gh
A <sub>1</sub> I <sub>5</sub>	86.50 dg	86.97 fh	4.533 c	4.633 cf	5.100 ce	2.200 cg	1.633 eg
A <sub>1</sub> I <sub>6</sub>	86.30 fh	86.40 gı	4.367 cd	4.867 bd	4.900 df	2.000 ej	1.767 de
A <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	87.07 bd	88.20 ac	3.333 f	4.333 fg	4.733 ef	2.367 ad	1.767 de
A <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	86.87 cf	87.87 bd	3.733 e	4.467 df	4.900 df	2.333 ad	1.700 ef
A <sub>2</sub> I <sub>3</sub>	84.57 k	85.33 jk	5.000 ab	5.167 ab	5.633 ab	1.800 ik	1.533 gh
A <sub>2</sub> I <sub>4</sub>	84.13 k	85.03 k	5.167 a	5.400 a	5.900 a	1.600 k	1.400 h
A <sub>2</sub> I <sub>5</sub>	86.07 ghı	87.10 eg	4.533 c	4.833 be	5.100 ce	2.167 dh	1.633 eg
A <sub>2</sub> I <sub>6</sub>	85.20 j	86.20 ı	4.900 ab	5.033 ac	5.333 bd	1.900 gk	1.567 fg
A <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	87.73 a	88.57 ab	2.567 g	2.600 ı	3.433 j	2.633 a	2.233 a
A <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	87.53 ab	88.20 ac	2.733 g	2.933 ı	3.633 ij	2.567 ab	2.133 ab
A <sub>3</sub> I <sub>3</sub>	86.37 eh	86.43 gı	4.833 b	4.767 be	4.867 df	1.967 fj	1.700
A <sub>3</sub> I <sub>4</sub>	86.20 gh	86.33 hı	4.867 ab	4.933 bc	5.100 ce	1.833 ik	1.667
A <sub>3</sub> I <sub>5</sub>	86.50 dg	87.80 ce	4.200 d	3.667 h	4.267 gh	2.233 cf	1.900 cd
A <sub>3</sub> I <sub>6</sub>	86.93 be	87.43 df	4.367 cd	4.633 cf	4.533 fg	2.067 di	2.000 bc
Susuz	88.50	89.20	2.20	1.70	3.30	2.90	2.40

\*\* , %1 düzeyinde önemli

En yüksek yağ içeriğinin belirlendiği A<sub>2</sub>I<sub>4</sub> konusu en düşük oleik asit ve en yüksek linoleik asit konsantrasyonu saptanmıştır. Diğer doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit içeriği de su stresinden önemli derecede etkilenmiştir. Aşırı stres koşullarında daha yüksek stearik asit değerleri belirlenmiştir. Ayçiçek yağında yağ asitleri varyans analiz sonuçları incelendiğinde palmitik asit 2010 değerleri dışında tüm analiz sonuçlarında sulama aralığı ve sulama düzeyleri interaksiyonu %1 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 3). Ayçiçeği yağ asitlerinden palmitik asit değerlerine ilişkin 2010 varyans analiz sonucunda; sulama aralığı ve sulama düzeyleri istatistiksel olarak %1 hata düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Ayçiçeği yağında palmitik asit değerleri sulama aralığı yönünden incelendiğinde; ortalama olarak 2010 yılında %3.70-5.62 arasında değiştiği görülmektedir. Susuz konuda ise en düşük palmitik asit değerleri (3.70) ölçülmüştür. Ayçiçeği palmitik asit değerleri sulama düzeyleri açısından incelendiğinde ise istatistiksel olarak %1 düzeyinde farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 4). I<sub>4</sub> konusu ilk sırada yer alırken, susuz konuda ise en düşük değerler ölçülmüştür.

Çizelge 3. Ayçiçek yağında farklı sulama aralığında palmitik asit değerlerine ilişkin Duncan sınıflandırması (2010)

Konular	2010**
A <sub>1</sub>	5.161 b
A <sub>2</sub>	5.617 a
A <sub>3</sub>	4.606 c
Susuz	3.70

Çizelge 4. Ayçiçek yağında farklı sulama düzeylerinde palmitik asit değerlerine ilişkin Duncan sınıflandırması (2010)

Konular	2010**
I <sub>1</sub>	4.200 d
I <sub>2</sub>	4.467 d
I <sub>3</sub>	5.633 b
I <sub>4</sub>	6.067 a
I <sub>5</sub>	5.067 c
I <sub>6</sub>	5.333 bc
Susuz	3.70

Erdemoğlu vd. (2003), Ankara'da yürüttükleri çalışmada, ayçiçeğinde sulamanın yağ içeriği ve yağ asitleri kompozisyonuna etkilerini Ekiz I, VNIIMK 8931 ve üç hattan oluşan bir sentetik çeşit üzerinde incelemişlerdir. Çiçeklenme başlangıcında yapılan tek sulama dane verimi yağ verimi, yağ oranını artırırken, oleik asit miktarını arttırmamıştır.

Doymamış yağ asitleri (oleik ve linoleik asit) içeriği su stresinden önemli dereceden etkilenmiştir. Artan su stresi oleik asit değerinin artışına, linoleik asit içeriğinin ise azalmasına neden olmuştur. Talha ve Osman (1975) su stresi koşullarında oleik ile linoleik asit oranının arttığını belirtmişlerdir. Diğer yandan, Salera ve Baldini (1998) sulama programının oleik asit içerisinde herhangi bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

### 3. Sonuç

Ayçiçeği bitkisinde daha yüksek dane ve yağ verimi elde etmek için sulama programının etkisi oldukça önemlidir. En yüksek dane ve yağ verimleri her iki deneme yılında da A<sub>2</sub>I<sub>4</sub> konusundan, en düşük dane ve yağ verim değerleri ise susuz konudan elde edilmiştir. Sulama düzeyleri

yönünden incelendiğinde ise gerek toplam verim gerekse verim bileşenleri artan sulama düzeyi ile artış göstermiştir.

Her iki deneme yılına ait WUE ve IWUE değerleri aynı sulama düzeyleri incelendiğinde en sık sulama yapılan A<sub>1</sub> ve en geniş sulama aralığına sahip A<sub>3</sub> konularında A<sub>2</sub> konularına oranla daha düşük değerler elde edilmiştir. Buradan bölgede özellikle sık (A<sub>1</sub>) ve geniş sulama aralığının (A<sub>3</sub>) damla sulamayla sulanan ayçiçeği yetiştiriciliğinde uygun olmadığı söylenebilir. WUE ve IWUE değerleri sulama programından önemli derecede etkilenmiştir. Her iki deneme yılında da daha yüksek WUE ve IWUE değerleri I<sub>5</sub> ve I<sub>6</sub> konularında belirlenmiştir. Su kıtlığı durumunda PRD sulama programı WUE ve IWUE'nin geliştirilmesi potansiyeline sahiptir. Su kullanım randımanının tek başına yüksek değer olmasının hiçbir önemi ve anlamı yoktur. Ancak yüksek veya kabul edilebilir verimle birlikte yüksek WUE anlamlı ve önemlidir. Diğer bir deyişle yüksek verim ile yüksek WUE değerleri birlikte oluştuğunda suyun verimli kullanıldığından söz edilebilir.

Sonuçta A<sub>2</sub>I<sub>4</sub> konusu Çukurova koşullarında (yığışlı buharlaşma miktarı  $\Sigma E_o = 50 \pm 5$  mm olduğunda ve I<sub>4</sub>=1.25 durumunda) damla yöntemi ile sulanan ayçiçeği yetiştiriciliğinde yüksek dane ve yağ verimi elde etmek amacıyla önerilebilir. Önerilen konunun toplam sulama suyu ihtiyacı iki yıllık deneme süresince 530 mm ve 546 mm; mevsimlik su tüketimi ise 607 mm ve 595 mm olmuştur. A<sub>2</sub> sulama aralığında yer alan konularda yıllara göre toplam 8 ve 9 sulama yapılmıştır

A<sub>2</sub>I<sub>4</sub> konusunda daha yüksek sulama suyu ve bitki su tüketimi değerleri vejetatif parametrelerde olduğu gibi kimi generatif parametreleri de öne çıkarmıştır. Ancak, ayçiçeği bitkisinin ilk gelişme dönemleri ve hasat öncesi son gelişme dönemlerinde su tüketimleri Class A Pan değerlerinden düşük olduğundan bu dönemlerde I<sub>4</sub>:1.25 sulama düzeyi yerine daha düşük I<sub>3</sub>:1.0 sulama düzeyi kullanılabilir. WUE ve IWUE değerleri göz önüne alındığında A<sub>2</sub>I<sub>3</sub> sulama rejimi su kıtlığı durumunda önerilebilir.

#### **Kaynaklar**

- Ayla, Ç. (1984). Ankara Koşullarında Ayçiçeği, Patates, Yonca ve Mısır Bitkilerinde Tartılı Lizimetre ile Saptanan Gerçek Su Tüketiminin Potansiyel Evapotranspirasyon Değerleri ile Karşılaştırılması. Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:126, Ankara 69 s.
- Davies, W.J., & Hartung, W. (2004). Has extrapolation from biochemistry to crop functioning worked to sustain plant production under water scarcity? *The Fourth International Crop Science Congress*, September 26-October 01, Brisbane, Australia.

- Demir, A.O., Göksoy, A.T., Büyükcangaz, H., Turan, Z.M., & Köksal, A.S. (2006). Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. *Irrigation Science*, 24(4):279-289.
- Doorenbos, J., & Kassam, A.H. (1986). Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No. 33, FAO, Rome, Italy.
- English M.J., & Raja S.N. (1996) Perspectives on deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 32(1):1-14.
- Erdem, T., Delibaş, A.H., & Orta, H., (2001). Water-use characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under deficit irrigation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(7):766-769.
- Erdemoğlu, N., Kusmenoğlu, S., & Yenice, N. (2003). Effect of irrigation on the oil content and fatty acid composition of some sunflower seeds. *Chemistry of Natural Compounds*, 39(1):1-4.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R., & De Caro, A. (2002). Changes in the seed yield and fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to sowing date and water regime. *European Journal of Agronomy*, 17(3):221-230.
- İlbaş, A.İ., Yıldırım, B., Arslan, B., & Günel, E. (1996). Sulama sayısının bazı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinde verim ve önemli bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(4):9-22.
- Kadayıfçı, A., & Yıldırım, O. (2000). Ayçiçeğinin su-verim ilişkileri. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 24(2):137-145.
- Kang, S.Z., & Zhang, J. (2004). Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. *Journal of Experimental Botany*, 55(407):2437-2446.
- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Kabalan, R., Breidi, J., Chalita, C., & Roupheal, Y. (2007). Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management*, 90(3):213-223.
- Kassam, A.H., Molden, D., Fereres, E., & Doorenbos, J. (2007). Water productivity: Science and practice-introduction. *Irrigation Science*, 25(3):185-188.
- Petcu, E., Arsintescu, A., & Stanciu, D. (2001). The effect of drought stress on fatty acids composition in some Romanian sunflower hybrids. *Romanian Agricultural Research*, 15:39-43.
- Pomeranz, Y., & Clifton, E. (1994). Food Analysis: Theory and Practice, 3<sup>rd</sup> Ed., Kluwer Academic Publisher, San Diego, 689-692.
- Reddy, G.K.M, Dang, K.S., Kumar, S.S., & Reddy, A.V. (2003). Effect of moisture stress on seed yield and quality in sunflower. *Journal of Oilseeds Research*, 20(2): 282-283.
- Robinson, R.G. (1971). New Crops for irrigated sandy soils in Minnesota. *Science*, 27(3):10-11.
- Salera, E., & Baldini, M. (1998). Performance of high and low oleic acid hybrids of sunflower under different environmental conditions. *Helia*, 21(28):55-68.

- Sezen, S.M., Yazar, A., Arıoğlu, H., Őengöl, H., Konuşkan, D., Eker, S., olak, Y.B., Gunağtı, H., Atađ, G., & KuŐvuran, K. (2013). Akdeniz iklim koşullarında damla yöntemiyle uygulanan geleneksel ve kısmi kök kuruluğu (prd) kısıntılı sulama stratejilerinin aydıçeği verimi ve yağ kalitesine etkilerinin belirlenmesi. TAGEM-BB-090201C3 no'lu Proje Sonuç Raporu, 152 s.
- Sezen, S.M., Yazar, A., & Tekin, S. (2011a). Effects of partial root zone drying and deficit irrigation on yield and oil quality of sunflower in a Mediterranean environment. *Irrigation and Drainage*, 60(4):499-508.
- Sezen, S.M., Yazar, A., Kapur, B., & Tekin, S. (2011b). Comparison of drip and sprinkler irrigation strategies on sunflower seed and oil yield and quality under Mediterranean climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 98(7):1153-1161.
- Stone, L.R., Schlegel, A. J., Gwin, R.E., & Khan, A.H. (1996). Response of corn, grain sorghum, and sunflower to irrigation in the High Plains of Kansas. *Agricultural Water Management*, 30(3):251-259.
- Talha, M., & Osman, F. (1975). Effect of Soil water stress on water economy and oil composition in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agricultural Science*, 84(1):49-56.
- Unger, P.W. (1990). Sunflower (Chapter 25), Irrigation of Agricultural Crops (Ed.: Stewart, BA and Nielsen DR). Agronomy Nomograph 30. ASA, CSSA, SSSA., Madison, Wisconsin.