

Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Uygulamalarının Ayçiçeğinin Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi


The Effect of Different Irrigation Treatment on Yield and Yield Parameters of Sunflowers in Semi-Arid Conditions

Erhan GÖÇMEN¹

Özet

Bu çalışmada ayçiçeğinin farklı gelişme dönemlerinde yapılan sulama uygulamalarının verim ve verim parametrelerine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırma Trakya Bölgesinde yer alan Tekirdağ ilinde 2019 yılında gerçekleştirilmiştir. Denemede 8 farklı sulama konusu oluşturulmuş ve sulamalar damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucuna göre verim ve verim parametrelerinde I₁ konusu (geç vejetatif dönem, çiçeklenme dönemi, tane oluşum döneminde sulama uygulaması yapılan konu) en olumlu sonuçları vermiştir. Buna karşın sulama yapılmayan I₈ konusunda ise en düşük sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle verim değerlendirildiğinde I₁ konusundan 520.6 kg da⁻¹ verim alınırken, I₈ konusundan 319.6 kg da⁻¹ verim elde edilmiştir. Sulanmayan I₈ konusunda her dönem sulama yapılan I₁ konusuna göre yaklaşık %40 verim azalması meydana gelmiştir. Yağ içeriği ve yağ verimi açısından konular değerlendirildiğinde, I₁ konusundan %43.6 yağ içeriği ve 226.7 kg da⁻¹ yağ verimi elde edilmiştir. I₅ konusu her dönem sulama yapılan I₁ konusuna yakın sonuçlar vermiş ve %43 yağ içeriği ve 199.3 kg da⁻¹ yağ verimi elde edilmiştir. I₈ konusu ise %39.1 yağ içeriği ve 124.9 kg da⁻¹ yağ verimiyle en düşük değerlere sahip olmuştur. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri 1.76 kg m⁻³ ile 4.30 kg m⁻³ aralığında, su kullanım randımanı (WUE) değerleri ise 0.96 kg m⁻³ ile 1.24 kg m⁻³ aralığında olduğu ve istatistiksel analiz sonucu konular arasında anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. IWUE ve WUE değerleri üzerine yapılan istatistiksel analizlerde I₆ konusunun öne çıktığı görülmüştür. Sulama suyunun yeterli olduğu koşulda I₁ konusu önerilebilir. Su kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda eğer iki sulama yapılabilirse I₅ konusu (çiçeklenme ve tane oluşum dönemlerinde sulanan), tek sulama yapılabilecekse I₆ konusu (çiçeklenme döneminde sulanan) önerilebilir. Sulama programlamasında yüksek verim ve yüksek yağ kalitesi için ayçiçeğinde çiçeklenme döneminde su eksikliğinden kaçınılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), Damla sulama, Bitki büyüme ve gelişme dönemleri, WUE, IWUE

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Erhan Göçmen, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: egocmen@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0001-6199-7842
Atıf/Citation: Göçmen E. Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Uygulamalarının Ayçiçeğinin Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 80-90.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

In this study, the effects of irrigation applications on different development stages on yield and yield parameters of sunflower were investigated. The research was carried out in Tekirdag province in Thrace region in 2019. In the experiment, 8 different irrigation treatments were created and irrigation was carried out by drip irrigation method. According to the research results, the most positive results were obtained in all yield and yield parameters from I₁ treatment (irrigated in late vegetative stage, flowering stage, grain formation stage). On the other hand, the lowest results were obtained for the I₈, which was not irrigated. Especially when the seed yield is evaluated, 520.6 kg da⁻¹ yield was obtained from the I₁ treatment, while 319.6 kg da⁻¹ yield was obtained from the I₈ treatment. In the non-irrigated I₈ treatment, about 40% yield reduction has occurred compared to the I₁ subject irrigated at each phenological stage. When the treatments are evaluated in terms of oil content and oil yield, 43.6% oil content, and 226.7 kg da⁻¹ oil yield was obtained from the I₁ treatment. The I₅ treatment gave the most approximate results to the I₁ treatment with 43% oil content and 199.3 kg da⁻¹ oil yield. I₈ treatment had the lowest values with 39.1% oil content and 124.9 kg da⁻¹ oil yield. It has been determined that irrigation water use efficiency (IWUE) values are between 1.76 kg m⁻³ and 4.30 kg m⁻³ and water use efficiency (WUE) values are between 0.96 kg m⁻³ and 1.24 kg m⁻³. As a result of the statistical analysis of the IWUE and WUE results, it was observed that there were differences between the irrigation treatments and I₆ treatment came to the fore. Under the condition that the irrigation water is sufficient, I₁ treatment can be suggested. Under limited water resource conditions, if two irrigations may be applied, I₅ treatment (irrigated during flowering and grain formation stages), if only one irrigation may be applied, I₆ treatment (irrigated during flowering stage) can be suggested. For high yield and high oil quality in irrigation programming, water deficiency should be avoided during the flowering stage of sunflower.

Keywords: Sunflower (*Helianthus annuus* L.), Drip irrigation, Plant growth and development stages, WUE, IWUE

1. Giriş

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan çok önemli bir yağ bitkisidir. Üretim miktarları bakımından ayçiçeği dünyada yağlık olarak üretilen diğer tek yıllık bitkiler ile kıyaslandığında soya, kanola ve pamuktan sonra yaklaşık 52 milyon ton ile dördüncü sıradadır. Ayrıca her yıl üretim miktarı artmaktadır (FAO, 2018). Bu veriler ışığında dünyada önemini korumakta olan bitki Türkiye’de de önemli bir yağlık bitkidir. Öyle ki 2017 verilerine göre üretim miktarları açısından değerlendirildiğinde pamuktan sonra yaklaşık 2 milyon ton ile ikinci sıradadır (FAO, 2018). Türkiye 6.76 milyon dekar alanda yağlık ayçiçeği tarımı yapmakta ve dekara verim 289 kg dolayındadır. Trakya Bölgesinde ise 3.35 milyon dekar alanda tarımı yapılan ayçiçeği Türkiye ekim alanlarının yaklaşık % 50’sini oluşturmaktadır. Dekara verim ise 273 kg civarındadır (TUİK, 2019). Duruma bakıldığında Türkiye ayçiçeği yağ üretiminin yarısının Trakya Bölgesinden sağlandığı ortadadır.

Bölgeye uygun çeşit seçimi, iyi mekanizasyon, zamanında yapılan gübreleme ve ilaçlama gibi modern tarımda yapılan tüm uygulamalar ile birlikte sulama verimi arttıran en önemli tarımsal işlemlerdendir. Ancak bu suyun nasıl, ne zaman ve hangi miktarda verileceği çok önemlidir.

Su azlığı, dünya çapında ürün verimliliği için ciddi bir çevresel bir kısıtlamadır. Kuraklık kaynaklı ürün verimi kaybı, hem şiddetin hem de stresin süresinin kritik olması nedeniyle, diğer tüm nedenlerden kaynaklanan kayba aşabilir (Farooq ve ark. 2008). Kuraklık stresi, ayçiçeği de dahil olmak üzere ekilebilir ürünlerde büyüme aşamasına bakılmaksızın bitki büyüme hızını (CGR) ve verimi azaltır (Jensen ve Mogenson 1984).

Yarı kurak iklime sahip Trakya Bölgesinde su kaynakları sınırlıdır. Bölgede yoğun nüfus ve sanayinin varlığı su kaynaklarını baskılamaktadır. Tarımsal sulamada bu sudan tasarruflu bir biçimde yararlanmak gerekmektedir. Aşırı su kullanımından kaçınılması, yüzey sulama yerine basınçlı sulama yöntemlerinin tercih edilmesi gibi basit önlemlerle az olan su kaynakları korunmuş olacaktır. Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, su tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sıraya ekilen bitkilerin sulanmasında damla sulama yöntemi öne çıkmaktadır.

En yüksek verim ve kalitenin su eksikliği olmayan konulardan elde edildiği açıklanmakta olan ayçiçeğinde en önemli nokta sınırlı su kaynağı koşullarında su eksikliğinden kaynaklanacak verim azalmasının kabul edilebilir sınırlarda olmasını sağlayacak bir sulama programı oluşturmaktır. Özellikle bitkinin vejetatif gelişimini göz önüne alarak yapılacak çalışmaların daha etkili sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Ayçiçeğinin gelişme dönemlerinde sulanması üstüne ülke ve dünyada üzerine yapılmış birçok araştırma vardır. Bu araştırmalar, çeşitli büyüme aşamalarında sulama ile oluşturulan su stresinin ayçiçeği tohumu verimini etkilediğini bildirmişlerdir. Stone ve ark., (1996) ayçiçeğinin farklı büyüme aşamalarında uygulanan sınırlı sulama suyunun bile tohum verimini önemli ölçüde artırabileceğini açıklamıştır. Bitkinin tüm büyüme ve gelişme dönemlerinde oluşacak kuraklık stresi, bitki büyümesi ve verimi için önemli bir sınırlayıcı faktördür ve ayçiçeği kalitesini etkileyebilir (Flagella ve ark., 2002). Suya hassasiyet bakımından Demir ve ark., (2006) tabla oluşum, çiçeklenme ve süt olum, Kaya ve Kolsarıcı, (2011) vejetatif dönem, tabla oluşumu dönemi ve çiçeklenme dönemlerini işaret etmiştir. Büyüme aşamalarından herhangi birinde su kısıtı uygulandığında su stresinden dolayı tohum veriminin önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir (Esmailian ve ark., 2012; Tabatabaei ve ark., 2012). Özellikle çiçeklenme döneminde su eksikliğinin verimde ve kalitede önemli kayıplar meydana getirdiği ve bu dönemde su eksikliğinden kaçınılması gerektiği bildirilmektedir (Demir ve ark., 2006; Karam ve ark., 2007; Kazemeini ve ark., 2009; Kaya ve Kolsarıcı, 2011). Düşük veya orta kuraklığa duyarlı bitki olarak sınıflandırılmasına rağmen ayçiçeği verimi genellikle sulama ile ikiye katlanır (Unger, 1983; Stone ve ark., 1996; Erdem ve Delibaş, 2003).

Bu çalışmada Türkiye ayçiçeği üretiminin en fazla yapıldığı il olan Tekirdağ’ da ayçiçeği bitkisinin farklı dönemlerdeki sulama uygulamalarına verdiği tepkiler verim ve bazı kalite parametrelerine göre değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışma, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Arazisinde 2019 yılında yürütülmüştür. Damla sulama uygulaması altında bölge koşullarına uygun son yıllarda tescillenmiş bir çeşitte bitkinin fenolojik dönemlerinde yapılmış bir tamamlayıcı sulama çalışması olması açısından önemlidir.

2. Materyal ve Metot

Deneme Tekirdağ il merkezine 2.5 km uzaklıkta olan Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Çalışma alanının denizden yüksekliği ortalama 44 m olup $40^{\circ} 59'$ kuzey enlemi, $27^{\circ} 29'$ doğu boylamı arasında yer almaktadır. Çalışma alanı yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Meteorolojik değerlerin uzun yıllık (1960-2019) sonuçlarına göre sıcaklık ortalaması 14°C ' dir. Aylık bazda sıcaklık ortalamaları değerlendirildiğinde Ocak ayı 4.7°C ile en soğuk, Temmuz ve Ağustos ayları 23.8°C ile en sıcak aylardır. Yıllık toplam yağış miktarı ortalama 582.9 mm olup, bunun büyük çoğunluğu Ekim ile Nisan ayları arasında düşmektedir. Yıllık bağıl nem ortalaması % 76.9' ve rüzgâr hızı ortalaması değeri 2.9 m s^{-1} dir. Sulama mevsimine ait meteorolojik değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Sulama mevsiminde ölçülmüş meteorolojik değerler
Table 1. Meteorological values measured in the irrigation season

Yıl	Aylar	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Bağıl nem (%)	Rüzgar hızı* (m s^{-1})	Güneşlenme süresi (h)	Yağış (mm)
2019	Nisan	11.61	71.89	2.62	5.41	42.90
	Mayıs	17.89	70.53	2.31	6.18	31.20
	Haziran	24.06	64.75	2.80	7.90	7.50
	Temmuz	23.90	65.00	2.65	9.45	18.80
	Ağustos	25.27	62.65	3.48	9.46	0.00
	Eylül	21.56	65.14	3.32	7.44	9.60

* : 2 m yükseklikteki değerlerdir.

Araştırma alanı topraklarının fiziksel özelliklerini belirlemeye yönelik açılan profilden alınan numunelerden Blake (1965) ile Benami ve Diskin (1965)' de verilen esaslara göre tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı, kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri ve bünye sınıfı belirlenmiş ve Tablo 2'de gösterilmiştir. Deneme alanı toprak bünye sınıfı killi ve kullanılabilir su tutma kapasitesi 128.17 mm/90 cm olarak saptanmıştır. Atmaca ve Erdem, (2016) çalışma alanının olduğu bölgede yaptıkları çalışmada deneme alanı topraklarının killi-tınlı, ph değeri nötr (7.37), tuzsuz, kireçli ve az miktarda organik madde içerdiğini bildirmişlerdir.

Tablo 2. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri

Table 2. Physical properties of soil in the experimental area

Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	TK		SN		Hacim ağırlığı (g/cm^3)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
		%	mm	%	mm		
0-30	Kil	23.01	102.86	15.91	71.12	1.49	31.74
30-60	Kil	27.05	128.22	17.71	83.95	1.58	44.27
60-90	Kil	31.76	153.40	20.96	101.24	1.61	52.16
0-90			384.48		256.31		128.17

Çalışmanın yapıldığı toprakta çift silindirli infiltrometre testleri yapılmış ve toprağın infiltrasyon hızı 12 mm h^{-1} olarak tespit edilmiştir. Sulama suyunun kalite sınıfını T_2S_1 olarak belirlenmiştir. Toprak bünye sınıfı infiltrasyon hızına göre damlatıcı debisi 4 L h^{-1} , damlatıcı aralığı ise 0.50 m olarak hesaplanmıştır.

Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve konular rastgele dağıtılmıştır (Yurtsever, 1984). Konular bitkinin gelişme dönemleri olan geç vejetatif gelişme (tabla oluşum dönemi), çiçeklenme ve tablada tane oluşum dönemi (süt olum dönemi) olarak 3 dönemde farklı şekillerde uygulanacak biçimde belirlenmiştir. Sulamalar yaklaşık her gelişme dönemi ortasında ve tek bir seferde uygulanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarı 90 cm etkili kök derinliğinde bitkinin gelişme dönemlerinde sulama öncesi I_1 konusundan ölçülen nem miktarını deneme öncesi elde edilen tarla kapasitesi değerinden çıkarılmasıyla hesaplanmıştır.

Deneme konuları,

- I₁: Geç vejetatif dönem, çiçeklenme dönemi, tane oluşum dönemi (toplam 3 sulama-her dönem sulama)
- I₂: Geç vejetatif dönem, çiçeklenme dönemi (toplam 2 sulama)
- I₃: Geç vejetatif dönem, tane oluşum dönemi (toplam 2 sulama)
- I₄: Geç vejetatif dönem (toplam 1 sulama)
- I₅: Çiçeklenme dönemi, tane oluşum dönemi (toplam 2 sulama)
- I₆: Çiçeklenme dönemi (toplam 1 sulama)
- I₇: Tane oluşum dönemi (toplam 1 sulama)
- I₈: Sulama yapılmayan konu

Deneme parselleri için 3×2.8m olacak şekilde 8.4 m² alan oluşturulmuştur. Bitkiler 30 Nisan 2019 tarihinde havalı ekim mibzeri ile 0.3 m sıra üzeri, 0.7 m sıra arası (bölgede ayçiçeğinde kullanılan makineli ekim aralıkları) olacak şekilde ekilmiştir. Bitki çeşidi olarak Trakya Bölgesinde yoğun olarak ekimi yapılan Limagrain firmasına ait LG 5542 CL çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit, LG Seed Türkiye firması tarafından toprak seçiciliği olmayan, orta erkenci çok yüksek verim potansiyeline sahip, orta boylu, sağlam gövdeli, kuraklığa, orobanşa ve mildiyö hastalığına yüksek toleranslı bir çeşit olarak ifade edilmektedir. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, sulamalarda sızma yoluyla oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller arasında ve bloklar arasında 3 m boşluk bırakılmıştır. Araştırma alanında dikim yapılmadan önce toprak hazırlığı gerçekleştirilmiştir. Toprak verimlilik analizleri dikkate alınarak, tüm deneme parsellerine aynı olacak şekilde azotlu ve potasyumlu gübre atılmıştır.

Şekil 1’de bir deneme parselinin detayı gösterilmiştir. Bir pompa ile havuzda depolanan su kontrol biriminden süzülükten sonra 6 atm basınçlı, dış çapı 50 mm olan sert PE borular ile deneme parsellerine getirilmiştir.

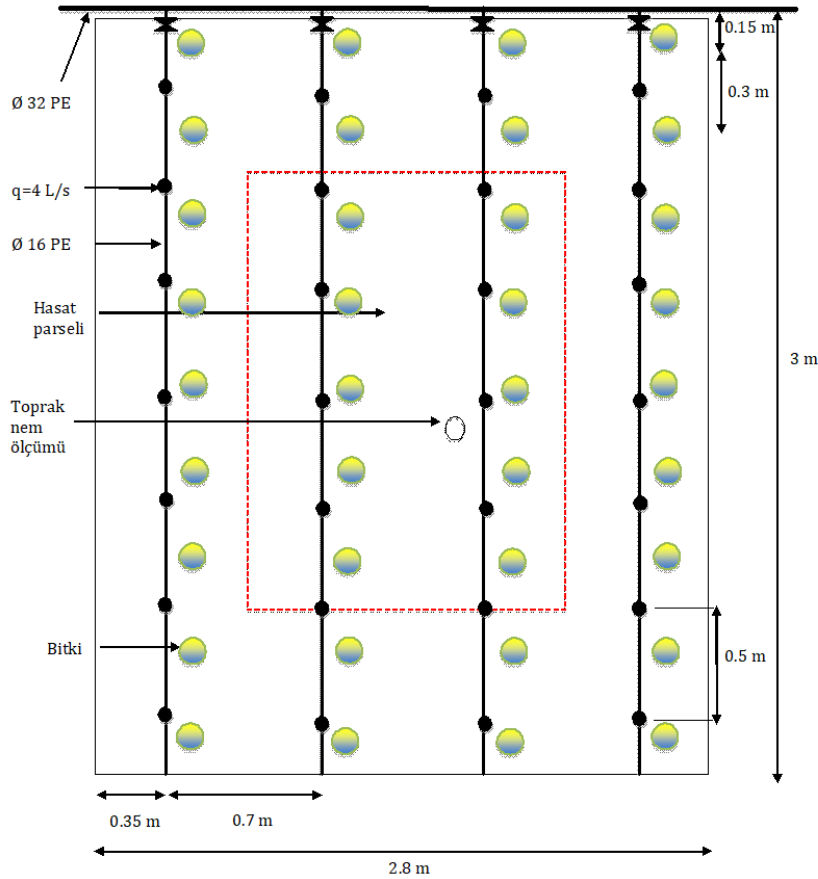


Figure 1. Lateral pipes and drippers placed on the experimental plot
Şekil 1. Deneme parselinde lateral boru ve damlatıcıların konumlandırılması

Ayrıca, sistemde oluşan basıncı kontrol etmek amacıyla belli noktalara manometreler takılmıştır. Deneme parsellerinde manifold boru hatları 32 mm dış çaplı sert PE borulardan oluşturulmuştur. Parsellerde lateral boru hatları her bitki sırasına bir adet olacak şekilde yerleştirilmiş ve 16 mm dış çaplı yumuşak PE borular kullanılmıştır. Damlatıcı debisi toprağın su alma hızı göz önüne alınarak Yıldırım (2008)'de verilen esaslara göre 4 L h^{-1} olarak seçilmiştir. Damlatıcı aralığı da toprağın infiltrasyon hızı ve damlatıcı debisine göre 50 cm olarak hesaplanmış ve ıslatılan alan yüzdesi % 0.714 olarak belirlenmiştir.

Bitki su tüketimi, 90 cm toprak derinliği esas alınarak aşağıda verilen Eşitlik (1) ile (su bütçesi eşitliği) belirlenmiştir (James, 1988). Bu amaçla, sulama uygulaması öncesi her bir deneme konusunda 90 cm toprak derinliğinde her 30 cm'lik toprak katmanından olmak üzere örnek alınarak kuru ağırlık yüzdesine göre toprak nemi değerleri belirlenmiştir.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (\text{Eş. 1})$$

Eşitlikte; ET: bitki su tüketimi (mm), I: dönem boyunca verilen sulama suyu miktarı (mm), P: dönem boyunca meydana gelen yağış (mm), C_p : kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm), D_p : derine sızma kayıpları (mm), R_f : deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı (mm), ΔS : kök bölgesi nem değişimleri (mm) ifade edilmektedir.

Çalışmanın yapıldığı yerde taban suyu olmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı göz önüne alınarak C_p değeri göz ardı edilmiştir. Ayrıca basınçlı sulama sistemi kullanılması nedeniyle yüzey akış miktarları da ihmal edilmiştir (Kanber, 1997). Derine sızma kayıpları için bir alt katman izlenmiştir.

Deneme parselleri 5 Eylül 2019 tarihinde hasat edilmiştir. Hasat parsellerinde yapılan hasatlardan bitki boyu, tabla çapı ve toplam verim elde edilirken, laboratuvar ölçümlerinde ise bin tane ağırlığı, hektolitre, % nem değerleri elde edilmiştir. Deneme konularından elde edilen parametreler arasındaki farklılıkların belirlenmesinde varyans analizi yapılmış, sınıflandırılmasında ise LSD testi uygulanmıştır. Değerlendirmeler, Yurtsever (1984)'e göre yapılmıştır.

Çalışmada konulara uygulanan sulama suyu, sezonluk bitki su tüketimi ve hasat verimleri kullanılarak, sulama suyu kullanım (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) sonuçları aşağıdaki Eşitlik (2 ve 3)'ten faydalanılarak belirlenmiştir (Howell, 2001).

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (\text{Eş. 2})$$

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (\text{Eş. 3})$$

Eşitliklerde; IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m^{-3}), WUE: Su kullanım randımanı (kg m^{-3}), Y: Sulama suyu uygulanan deneme konularından elde edilen hasat verimi (kg da^{-1}), I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm) ve ET: Ölçülen bitki su tüketimi (mm)'dir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Denemede bir konuda hiç sulama yapılmamış, bunun dışındaki 7 konuda 3 gelişme döneminde, her dönemde birer sulama olacak şekilde farklı kombinasyonlar ile sulama uygulamaları yapılmış (Tablo 3) ve gelişme dönemi-sulama-verim-kalite arasındaki ilişkiler ortaya konmaya çalışılmıştır. Geç vejetatif dönemde I_1 , I_2 , I_3 , I_4 konularına, çiçeklenme döneminde I_1 , I_2 , I_5 , I_6 konularına, tane doldurma döneminde I_1 , I_3 , I_5 , I_7 konularına sulama suyu uygulanmıştır. I_8 konusuna sulama suyu uygulanmamıştır. Geç vejetatif dönemde 100 mm, Çiçeklenme döneminde 105 mm ve tane oluşum aşamasında 90 mm su uygulanmıştır.

Tablo 3. Denemede gözlenen fenolojik dönemler ve uygulanan sulama suyu miktarları
Table 3. Phenological stages observed and irrigation water amounts applied in the experiment

Fenolojik dönem	Sulama tarihleri	Sulama suyu miktarları (mm)	Sulama konuları							
			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Geç Vejetatif	18.06.2019	100	+	+	+	+	-	-	-	-
Çiçeklenme	02.07.2019	105	+	+	-	-	+	+	-	-
Tane oluşum	19.07.2019	90	+	-	+	-	+	-	+	-

Denemede verim ve bazı verim parametrelerine ilişkin sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir. Buradan izleneceği üzere uygulanan sulama suyunun artmasıyla verimin de arttığı görülmektedir. Çalışmada 319.6 kg da⁻¹ ile 520.6 kg da⁻¹ arasında ayçiçeği verimi elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucuna göre yapılan sulama uygulamalarının verime etkisi %1 düzeyinde önemli olmuştur. Ortalamaların karşılaştırılması için yapılan LSD testi sonucunda I₁ konusunun en üst grupta yer aldığı görülürken, sulanmayan I₈ konusu ise en alt grubu oluşturmuştur.

Tablo 4. Deneme konularına ilişkin verim ve bazı verim öğeleri

Table 4. Yield and some yield parameters measured from treatment

Sulama Konuları	Verim (kg da ⁻¹)	Bitki boyu (cm)	Tabla çapı (cm)	Bin tane ağırlığı (g)	Hektolitire (g l ⁻¹)	Tane nem oranı (%)	Yağ içeriği (%)	Yağ verimi (kg da ⁻¹)
I ₁	520.6 a	180.1 a	16.0 a	81.3 a	101.5 a	6.93	43.6 a	226.7 a
I ₂	454.5 ab	173.9 ab	15.3 a	78.7 a	97.7 b	7.17	40.5 bc	184.0 bc
I ₃	419.0 bc	174.1 ab	14.4 ab	80.3 a	98.2 b	6.97	41.8 ab	174.6 bc
I ₄	373.7 bc	174.4 ab	14.0 ab	77.3 a	96.2 bc	7.00	40.3 bc	150.5 cd
I ₅	463.5 ab	170.8 bc	15.4 a	79.7 a	99.3 ab	7.03	43.0 a	199.4 ab
I ₆	451.3 ab	171.6 bc	14.6 ab	80.3 a	99.0 ab	7.07	40.3 bc	182.0 bc
I ₇	386.1 bc	170.4 bc	13.9 ab	73.3 ab	97.6 b	6.90	41.9 ab	161.7 bcd
I ₈	319.6 c	164.5 c	12.6 b	66.0 b	94.2 c	6.70	39.1 c	124.9 d
Ortalama	423.5	172.5	14.5	77.1	98.0	6.97	41.3	175.5
LSD	99.850**	7.791**	2.079**	8.611*	3.240*	ns	2.452**	40.215**

** : % 1 düzeyinde önemli, * : % 5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Erdem ve ark., (2001) Tekirdağ'da yürüttükleri çalışmada ortalama verimleri 278.4 kg da⁻¹ ile 526.6 kg da⁻¹, Kaya ve Kolsarıcı, (2011) yürüttükleri çalışmalarında verim değerlerini birinci yıl 292-417 kg da⁻¹, ikinci yıl 191-338 kg da⁻¹, Göksoy ve ark., (2004) Bursa koşullarında tabla oluşumu, çiçeklenme ve süt olum döneminin farklı kombinasyonlarında sulama yaparak yürüttükleri çalışmada verim değerlerini ortalama 218.8-405.6 kg da⁻¹ olarak elde etmişlerdir. Hussain ve ark., (2009) ayçiçeğinde çeşitli gelişme dönemlerindeki su eksikliğinin verim ve kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada en düşük verim çiçeklenme döneminde su stresi olan konudan (FSCKF= 195.8 kg da⁻¹) elde edilirken, en yüksek verim tam sulama konusundan (CKICKF=271 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Araştırmada bazı çalışmalar ile yakın sonuçlar veren verim değerleri elde edilmiştir. Bazı çalışmaların araştırma sonuçlarıyla farklı verim değerleri vermesinin nedeninin çevresel koşullara bağlı olduğu söylenebilir.

Verim öğelerine bakıldığında bitki boyu değerlerinin 164.5 cm ile 180.1 cm aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 4). Yapılan istatistik analizinde bitki boyundaki farklılıklar sulama konuları arasında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. LSD testine göre I₁ konusu en üst grup olurken I₈ konusu en alt grupta çıkmıştır. Tabla çapı değerlerinin 12.6 cm ile 16.0 cm aralığında değiştiği görülmektedir. Yapılan istatistik değerlendirmede konular arasında % 1 önem düzeyinde farklılık olduğu, I₁, I₂ ve I₅ konuları üst grubu oluşturduğu saptanmıştır. Bin tane ağırlığı değerlerinin ise 66.0 g ile 81.3 g arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan varyans analizinde konular arasında fark % 5 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir. I₁, I₂, I₃, I₄, I₅ ve I₆ konuları aynı grupta yer almış ve üst grubu oluşturmuşlardır. En alt grupta yine I₈ konusu yer almıştır. Hektolitire ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

incelendiğinde değerlerin 94.2 g l⁻¹ ile 101.5 g l⁻¹ aralığında oldukları görülmektedir. Varyans analizi sonucunda sulama konuları arasındaki fark % 5 düzeyinde önemli bulunurken, LSD testinde I₁ konusunun en üst, I₈ konusunun en alt grupta yer aldığı görülmüştür. Tane nem oranları %6.70 ile %7.17 aralığında değişmesine karşın sulama konularına göre önemli bulunmamıştır.

Yağ içeriklerine göre konular % 39.1 ile % 43.6 arasında değişmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda % 1 düzeyinde farklılık bulunurken I₁ ve I₅ konularının öne çıktığı ve en üst grupta yer aldığı görülmektedir. Toplam yağ verimlerine bakıldığında değerlerin 124.9 kg da⁻¹ ile 226.7 kg da⁻¹ aralığında değiştiği gözlenmiştir. En üst grupta I₁ yer alırken onu bir alt grupta yer alan I₅ izlemiştir. I₈ konusu en alt grup olmuştur. Sonuçlar incelendiğinde tane oluşum döneminde yapılan sulamaların (I₁, I₃, I₅ ve I₇) yağ içeriğini arttırdığı söylenebilir. Ayrıca tane oluşum döneminde sulama yapılmayan konulardan elde edilen yağ oranlarının ortalamasının altında kaldığı tespit edilmiştir. Santonoceto ve ark., (2003) yaptıkları çalışmada uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça yağ miktarının arttığını özellikle yağ birikiminin oluşum aşamasında su uygulamalarından önemli derecede etkilendiğini açıklamışlardır. Yine Flagella ve ark., (2002), Erdem ve ark., (2001) ve Kadayıfçı ve Yıldırım, (2000) sulama suyu kullanımının artmasıyla birlikte yağ yüzdesinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışma ile paralellik göstermiştir.

Çalışmada konulara göre hasat sonucu elde edilen verim değerleri, uygulanan sulama suyu miktarları ile gerçekleşen bitki su tüketimi değerleri kullanılarak hesaplanan sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri ve su kullanım randımanı değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Tabloya göre sulama uygulamaları I₁ konusunda 295 mm, I₂ konusunda 205 mm, I₃ konusunda 190 mm, I₄ konusunda 100 mm, I₅ konusunda 195 mm, I₆ konusunda 105 mm, I₇ konusunda 90 mm olmuştur. Sulama mevsimi boyunca yağış miktarları enstitü alanında bulunan meteoroloji istasyonundan takip edilmiş ve düşen toplam yağış 57.5 mm olmuştur.

Tablo 5'e göre elde edilen toplam mevsimlik su tüketimleri I₁, I₂, I₃, I₄, I₅, I₆, I₇ ve I₈ konuları için sırasıyla 541.9 mm, 465 mm, 440.2 mm, 367.3 mm, 439.9 mm, 365.9 mm, 340.7 mm ve 269.3 mm olarak ölçülmüştür. Pekcan ve Erdem, (2005), Edirne koşullarında yaptıkları çalışmada ayçiçeğinin gelişme dönemlerinde tek bir destekleme sulama uygulamaları ve bitki su tüketimini ilk yıl 230.3-360.3 mm, ikinci yıl 363.5-522.5 mm arasında ölçmüşlerdir.

Tablo 5. Ölçülen bitki su tüketimi miktarları ve hesaplanan sulama suyu ve su kullanım randımanları

Table 5. Measured evapotranspiration amounts and calculated irrigation water use and water use efficiencies

Sulama Konuları	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı (mm)	Ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi (mm)	IWUE (kg m ⁻³)	WUE (kg m ⁻³)
I ₁	295.0	541.9	1.77 b	0.96 d
I ₂	205.0	465.0	2.22 b	0.98 cd
I ₃	190.0	440.2	2.20 b	1.01 d
I ₄	100.0	367.3	3.74 a	1.02 bcd
I ₅	195.0	439.9	2.38 b	1.05 bcd
I ₆	105.0	365.9	4.30 a	1.24 a
I ₇	90.0	340.7	4.29 a	1.13 abc
I ₈	0.0	269.3	-	1.19 ab
Ortalama			2.99	1.07
LSD			0.753**	0.173*

**:% 1 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Tablodan görüleceği üzere IWUE değerleri 1.76 kg m⁻³ ile 4.30 kg m⁻³ aralığında değişmiştir. Yapılan varyans analizine göre konular arasında %1 farklılık ortaya çıkmıştır. Yapılan LSD testi sonucuna iki ana grup oluşmuş, I₆, I₇, ve I₄ konuları üst grubu oluşturmuştur. Tablodan su kullanım randımanı (WUE) değerlerine bakıldığında sulama konularına göre 0.96 kg m⁻³ ile 1.24 kg m⁻³ aralığında değiştiği görülmektedir. Elde edilen WUE değerlerinin % 5 düzeyinde önemli olduğu ve I₆ konusunun öne çıktığı görülmüştür.

4. Sonuç

Tekirdağ koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan ayçiçeğinde farklı gelişme dönemlerinde sulama uygulamalarının ayçiçeğinin verim ve bazı kalite parametrelerine olan etkilerinin araştırıldığı bu çalışma 2019 yılında gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilere göre, tüm deneme konularına 0-295 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konularında gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 246.9-541.9 mm aralığında ölçülmüştür. Bitki su tüketiminin sulama suyu miktarı artışına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir.

Denemede I₁ konusunun tüm parametrelerde olumlu yönden öne çıktığı görülmektedir. Özellikle verimde sulanmayan I₈ konusunda her dönem sulama yapılan I₁ konusuna oranla yaklaşık %40 verim azalması meydana gelmiştir. Özellikle verim göz önüne alındığında çiçeklenme aşamasında sulama yapılan I₂, I₅ ve I₆ konuları da su kaynağının yetersiz olduğu durumlarda önerilebilir. IWUE ve WUE değerleri incelendiğinde I₆ konusu verilen birim sulama suyuna/tüketilen suya karşılık elde edilen verim bakımından ön plana çıkmaktadır. Çiçeklenme döneminde sulanmayan konular verim değerleri açısından tam sulama konusuyla kıyaslandıklarında I₃ konusunda %20, I₄ konusunda %28 ve I₇ konusunda %26 verim azalması meydana geldiği görülmüştür. Bu sonuçlar ayçiçeğinin çiçeklenme döneminde su kısıtından önemli derecede etkilendiğini ortaya koymuştur.

Elde edilen sonuçlar ile verim, yağ içeriği ve yağ verimleri birlikte değerlendirildiğinde su kaynağının yeterli olduğu koşullarda her dönem sulama yapılan I₁ konusu, su kaynağının kısıtlı olduğu durumlarda ise iki sulama uygulanabilirse I₅ konusu (çiçeklenme ve tane oluşum döneminde), tek sulama uygulanabilirse I₆ konusu (çiçeklenme döneminde) önerilebilir.

Kaynaklar

- Anonim (2019). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu www.biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul, (Erişim tarihi: 24.02.2020)
- Atmaca, B., Erdem, DB. (2016). Tekirdağ Merkez ilçesindeki bazı akarsu yataklarındaki toprakların özellikleri. *Toprak Su Dergisi* 5 (1): 1-7.
- Benami, A., Diskin, M.H. (1965). Design of Sprinkling Irrigation. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publication 23, Technicon, Israel Institute of Tecnology, 1-165, Haifa, Israel.
- Blake, G.R. (1965). Bulk density methods of soil analysis. Soil Science Society of America, Madison, Part I. Am. Soc. Agron. 9: 374-390.
- Demir, A. O., Göksoy, A. T., Büyükcangaz, H., Turan, Z. M., Köksal, E. S. (2006). Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. *Irrigation Science*, 24(4), 279-289.
- Erdem, T., Delibas, L., Orta, A. H. (2001). Water-use characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under deficit irrigation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(7), 766-769.
- Erdem, T., Delibas, L. (2003). Yield response of sunflower to water stress under Tekirdag conditions. *Helia*, 26(38), 149-157.
- Esmailian, Y., Sirousmehr, A., Asgripour, M., Amiri, E. (2012). Comparison of sole and combined nutrient application on yield and biochemical composition of sunflower under water stress. *International Journal of applied science and technology*, 2(3).
- FAO (2018). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Erişim tarihi: 24.02.2020)
- Farooq, M., S. M. A. Basra, A. Wahid, Z. A. Cheema, M. A. Cheema, A. Khaliq, (2008): Physiological role of exogenously applied glycinebetaine in improving drought tolerance of fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 194, 325–333.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R., and De Caro, A. (2002). Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy*, 17(3), 221-230.
- Göksoy, A. T., Demir, A. O., Turan, Z. M., Dağüstü, N. (2004). Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crops Research*, 87(2-3), 167-178.
- Howell, T. A. (2001). Enhancing Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture. *Agronomy Journal*, 93(2), 281.
- Hussain, M., Malik, M. A., Farooq, M., Khan, M. B., Akram, M., Saleem, M. F. (2009). Exogenous glycinebetaine and salicylic acid application improves water relations, allometry and quality of hybrid sunflower under water deficit conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(2), 98-109.
- James L.G., (1988), Principles of Farm Irrigation Systems Design. John Wiley and Sons. Inc. New York, 543s.
- Jensen, H. E., Mogenson, P. (1984). Yield and nutrient contents of spring wheat subjected to water stress at various growth stages. *Acta Agrica*. 34, 527–533.
- Kanber, R. (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Genel Yayın No. 174. Ders Kitapları Yayın No. 52. 530s. Adana.
- Kaya, M. D., Kolsarici, O. (2011). Seed yield and oil content of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids irrigated at different growth stages. *African Journal of biotechnology*, 10(22), 4591-4595.
- Kazemeini, S. A., Edalat, M., Shekoofa, A. (2009). Interaction effects of deficit irrigation and row spacing on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, seed yield and oil yield. *African Journal of Agricultural Research*, 4(11), 1165-1170.
- 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.
- Kadayıfçı A., Yıldırım, O. (2000). The response of sunflower grain yield to water. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(2), 137-146.
- LG Seeds Türkiye. Limagrain Company. https://www.lgseeds.com.tr/index.php?route=modules/products&product_id=9 (Erişim tarihi: 24.02.2020)
- Pekcan, V., Erdem, T. (2005). Edirne Koşullarında Destekleme Sulamanın Ayçiçeğinin Su Kullanımı ve Verimine Etkileri. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 59-66.
- Santonoceto, C., Anastasi, U., Riggi, E., Abbate, V. (2003). Accumulation dynamics of dry matter, oil and major fatty acids in sunflower seeds in relation to genotype and water regime. *Ital. J. Agron*, 7(1), 3-14.
- Stone, L.R., Schlegel, A.J., Gwin, R.E. Khan, A.H., (1996). Response of Corn, Grain Sorghum and Sunflower to Irrigation to the High Plains of Kansas. *Agric. Water Management*, 30: 251-259.
- Tabatabaei, S. A., Rafiee, V., Shakeri, E., Salmani, M. (2012). Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to deficit irrigation at different growth stages. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 2(5), 624-629.

TUİK (2019). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu [www.biruni.tuik.gov.tr/ bitkiselapp/bitkisel.zul](http://www.biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul), (Erişim tarihi 24.02.2020)

Unger, P. W. (1983). Irrigation effect on sunflower growth, development, and water use. *Field Crops Research*, 7, 181-194.

Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No. 56. Ankara.

Yıldırım, O. (2008). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Yayınları: 1565, Ankara.