



Çerezlik Ayçiçeği Bitkisinin Su-Verim İlişkileri^A

Kutlu Melik TAŞDELEN^{1*}, Burak Nazmi CANDOĞAN²

Öz: Bu çalışma, damla yöntemiyle sulanan çerezlik ayçiçeği bitkisinde verim, verim bileşenleri ve kalite parametrelerinin kısıntılı sulamaya tepkilerini incelemek amacı ile yarı-nemli iklim koşuluna sahip Bursa bölgesinde 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışmada sulama konuları; topraktaki nem değeri gravimetrik yöntemle yedi günde bir gözlemlenip, eksilen nemin %100'ünün uygulandığı S1, S1 konusunun %67'sinin uygulandığı S2, S1 konusunun %33'ünün uygulandığı S3 ve yağışa açık olan S4 konusu olarak planlanmıştır. Deneme, üç tekrarlı olarak tamamen tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmış ve "İnegöl Alası" çerezlik ayçiçeği çeşidi kullanılmıştır. Yetiştirme periyodu boyunca çerezlik ayçiçeği bitkilerine toplam 125.0 mm ile 562.8 mm arasında su uygulanmıştır. Bitki su tüketimleri ise 354.2 mm ile 690.4 mm arasında olmuştur. Araştırmada kısıntılı sulamanın bitki boyu, tabla çapı, bin tane ağırlığı, kabuk oranı, tane eni, tane boyu, tek bitki verimi, dekara tane verimi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli, ham protein oranı, ham yağ oranı ve hektolitreye ağırlığı üzerine olan etkileri önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Tane verimi 188.7 kg da⁻¹ (S4) ile 293.8 kg da⁻¹ (S1) arasında değişmiştir. Ham protein oranı %17.8 (S2) ile %19.5 (S1), ham yağ oranı %41.8 (S4) ile %45.2 (S2) ve hektolitreye ağırlığı 207.8 g L⁻¹ (S1) ile 229.2 g L⁻¹ (S4) değerleri arasında bulunmuştur. Çalışmada mevsimlik su-verim tepki etmeni (k_v) 0.79 olarak elde edilmiştir. Çerezlik ayçiçeği bitkisinin su üretkenliği 0.43 kg m⁻³ (S1) ile 0.53 kg m⁻³ (S4) arasında, sulama suyu üretkenliği 0.10 kg m⁻³ (S3) ile 0.26 kg m⁻³ (S2) arasında bulunmuştur. Sonuç olarak, yarı-nemli iklim koşullarında en yüksek tane verimi ve ham protein oranı S1 (tam sulama) programında gerçekleşmiştir. Sulama suyu üretkenliği (IWP), su üretkenliği (WP) dekara tane verimi ve

^A Bu çalışma Kutlu Melik TAŞDELEN'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Kutlu Melik TAŞDELEN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, kutlumelik@gmail.com, [OrcID 0009-0002-5806-8748](https://orcid.org/0009-0002-5806-8748)

² Burak Nazmi CANDOĞAN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, bncandogan@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9898-5685](https://orcid.org/0000-0001-9898-5685)

Atıf/Citation: Taşdelen, K. M. ve Candoğan, B. N., 2025. Çerezlik Ayçiçeği Bitkisinin Su-Verim İlişkileri. *Bursa Uludağ Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 39(1), 95-111. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1601003>

ky sonuçları göz önüne alınarak, su kaynaklarının yeterli olduğu durumlarda S1, olmadığı dönemler için S2 sulama programı önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Çerezlik ayçiçeği, damla sulama, kısıntılı sulama, verim.

Water-Yield Relationships of Confectionary Sunflower

Abstract: This thesis study was carried out in the Bursa region, which has sub-humid climate conditions, with the aim of examining the responses of yield, yield components and quality parameters of confectionary sunflower plants irrigated with drip irrigation to deficit irrigation in 2022. Irrigation treatments; the moisture value in the soil was observed every 7 days with the gravimetric method, and it is planned as S1, where 100% of the reduced moisture was applied to reach the current moisture to the field capacity, S2, where 67% of S1 was applied, S3, where 33% of S1 was applied, and S4, which was open to rainfall. The experiment was planned as three repetitions related to the fully randomized block experimental design. “İnegöl Alası” confectionary sunflower variety was used in the study. Considering the treatments, irrigation water depth between 125.0 mm and 562.8 mm was applied to confectionary sunflower plants. Seasonal water consumption was between 354.2 mm and 690.4 mm. In the study, the effects of deficit irrigation on plant height, head diameter, thousand grain weight, hull ratio, grain width, grain size, single plant yield, grain yield per decare were found to be statistically significant, while its effects on crude oil ratio, crude protein ratio, and hectoliter weight were insignificant. Grain yield varied from 188.7 kg da⁻¹ (S4) to 293.8 kg da⁻¹ (S1). Crude protein ratio is 17.8% (S2) to 19.5% (S1), crude fat ratio is 41.8% (S4) to 45.2% (S2) and hectoliter weight is 207.8 g L⁻¹ (S1) to 229.2 g L⁻¹ (S4) values. Total yield response factor (ky) was obtained as 0.79. The water productivity of the confectionary sunflower plant was determined between 0.43 kg m⁻³ (S1) and 0.53 kg m⁻³ (S4), and the irrigation water productivity (IWP) was found between 0.10 kg m⁻³ (S3) and 0.26 kg m⁻³ (S2). As a result, the highest grain yield and crude protein ratio were obtained in the S1 (full irrigation) program under sub-humid climate conditions. S1 irrigation program can be recommended when water resources are sufficient. Considering irrigation water productivity (IWP), water productivity (WP), grain yield per decare and ky results, S2 irrigation program can be recommended for periods when water resources are not sufficient.

Key words: Confectionary sunflower, drip irrigation, deficit irrigation, yield.

Giriş

Su, dünya üzerindeki en kıymetli maddedir öyle ki, su olmadan canlıların hayatını sürdürebilmesi mümkün değildir. Canlıların biyolojik faaliyetlerinin gerçekleşmesinde büyük öneme sahiptir. Dünyanın %70'inin su ile

kaplı olmasına karşın bu suyun sadece %3'ü canlıların büyük çoğunluğu tarafından kullanılabilir. Bu %3'lük kullanılabilir suyun sadece %1'ine ulaşabilmektedir (Doğan ve Sever, 2023). Tarımda sulama, başta insanlar olmak üzere diğer canlıları da etkileyen bir faktördür. Dünyada kullanılan tatlı su kaynaklarının büyük bir bölümü tarım faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Bugün, 3.2 milyar insan yüksek veya çok yüksek su kıtlığı olan tarım alanlarında yaşamakta ve bunların 1.2 milyarı çok yüksek su kısıtlamaları olan alanlarda yaşamaktadır (FAO, 2024). Bu nedenle, özellikle suyu en çok kullanan (toplam suyun % 75'i) tarım alanlarında su kullanım etkinliğinin artırılması, sulama zamanının planlanması, su tasarrufu ve kısıntılı sulama konuları gündeme gelmektedir.

Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlamak için suyun tasarruflu kullanıldığı tarımsal uygulamalara acil ihtiyaç duyulmaktadır (Yılmaz ve Kuşçu, 2024). Tarım sektöründe kullanılacak su kaynaklarımızı daha verimli hale getirmek için su tasarrufu sağlayan kısıntılı sulama stratejileri dikkate alınmalıdır. Kısıntılı sulamada, bitkilere, yetiştiricilik sezonu boyunca ya da kritik gelişme dönemlerinde su stresi uygulanarak su tasarrufu sağlanmaktadır (English ve ark., 1990).

Ayçiçeği bitkisi; çerezlik ve yağlık olarak yetiştirilen bir bitkidir ve ülkemizde ve dünyada çerezlik olarak yaygın olarak tüketilmektedir (Kaya ve ark., 2005). Çerezlik ayçiçeği üretiminde Amerika Birleşik Devletleri lider olmak birlikte ülkemiz 7. sırada yer almaktadır. Dünyada çerezlik ayçiçeği ithal eden birinci ülke Almanya olup kabuksuz, kabuklu olarak da İspanya'dır. Türkiye ise kabuklu ithalatta 3. sırada bulunmaktadır (Kaya, 2004). Çerezlik ayçiçeği, yüksek protein ve doymamış yağ içeren bir bitkisel besin kaynağı olup kalp sağlığı bakımından önemlidir. Ayçiçeğindeki, linoleik asit oranı ise % 51.5–73.5 arasında ve oleik asit ise % 14.7–37.2 arasında değişmektedir (Fick ve Miller, 1997). Sağlıklı beslenmede, hayvansal proteinler olduğu kadar bitkisel proteinlerde önemlidir. Ülkemizde tarımı yapılan ayçiçeğinin (2.6 milyon ton) yaklaşık % 10.8'i çerezlik olarak tüketilmektedir (TÜİK, 2016).

Pekcan ve Esendal (2015), Edirne şartlarında bitki sıklığının 3571 bitki da⁻¹ olması ve 12-14 kg da⁻¹ azot uygulanması koşullarında çerezlik ayçiçeği bitkilerine çiçeklenme döneminde iki kez olmak üzere 305 mm sulama suyu uygulamışlar ve en yüksek tane verimini 218.5 kg da⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Liu ve ark. (2018), Batı Amerika koşullarında dört farklı sulama rejimi altında çerezlik ayçiçeği verimini 189.0-473 kg da⁻¹ olarak bulmuşlardır. Gholinezhad ve ark. (2013), Urmia/İran koşullarında üç farklı sulama rejimi uygulamışlar, tane verimini 49.0-631.0 kg da⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir'de iki farklı çerezlik ayçiçeği bitkisinde dönemselsu kısıntısı uygulamışlar ve tane verimini 315.75-413.35 kg da⁻¹ olarak elde etmişlerdir. Dünyada ve ülkemizde ekim zamanı, bitki sıklığı ve gübreleme konularında bilimsel çalışmalar yürütülmüş ve devam etmektedir. Fakat çerezlik çeşitlere yönelik özellikle kısıntılı sulama, su-verim ilişkileri ve sulama zamanının planlanmasına yönelik bilimsel çalışmalar yetersiz kalmıştır. Yapılan araştırmanın amacı, yarı-nemli iklim koşullarında bulunan Bursa ilinde damla yöntemiyle kısıntılı sulanan çerezlik ayçiçeğinin verim, kalite parametreleri ve su üretkenliği üzerine etkilerinin ve en uygun sulama programının belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Yeri ve Bitki Materyali

Araştırmanın tarla çalışmaları, B.U.Ü. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (TUAM)’nde (40° 13' 32" N enlem, 28° 51' 33" E boylam) 155 m rakımda yürütülmüştür (Şekil 1). Çalışmada, B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünce tescil ettirilen (2013), halen ülkemizde hem üreticiler hem de tüketiciler tarafından en çok tercih edilen “alaca” tip çerezlik ayçiçeği sınıfına giren İnegöl Alası çeşidi kullanılmıştır.



Şekil 1. Araştırma yerinin konumuna ait Google Earth görüntüsü (Erişim tarihi: 11.06.2024)

İklim ve Toprak Özellikleri

Bölge, yazları kurak, sıcak geçen ve kışları yağışlı, serin olmakla birlikte ılıman iklim tipindedir. Çalışmanın yürütüldüğü yetiştiricilik dönemi 2022 yılı ve çok yıllık (1929-2022) ortalama iklim verileri Çizelge 1’de verilmiştir (MGM, 2024).

Çizelge 1. Bölge Mayıs-Eylül ayları 2022 yılı ve 1929-2022 yılları ortalama iklim değerleri

	Ortalama S. (°C)		Bağıl N. (%)		Rüzgâr H. (m s ⁻¹)		Yağış (mm)	
Aylar	2022	1929-2022	2022	1929-2022	2022	1929-2022	2022	1929-2022
Mayıs	17.8	17.7	65.1	68.5	1.9	1.7	25.6	50.7
Haziran	22.3	22.0	71.3	62.5	2.2	1.8	92.3	35.6
Temmuz	24.0	24.5	61.5	58.8	2.5	2.2	1.1	22.0
Ağustos	25.3	24.3	69.6	60.5	2.2	2.1	23.6	18.6
Eylül	20.7	20.3	65.2	66.1	1.8	1.8	41.6	43.7

Çalışma alanının toprağı killi bünye sınıfındadır (ortalama %23.2 kum, %25.7 silt ve %51.2 kil). 0-90 cm toprak profili için, tarla kapasitesi ve solma noktasının kuru ağırlık yüzdesi olarak ortalama değerleri sırasıyla %40.40 ve %26.95 ve hacim ağırlığı 1.35 g cm⁻³ tür. Toplam kullanılabilir su miktarı 0-90 cm için 163.3 mm olarak belirlenmiştir.

Su Kaynağı ve Sulama Suyu Kalitesi

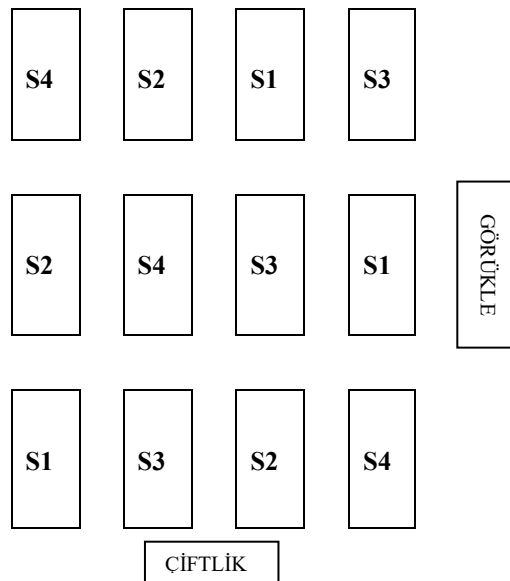
Denemenin yürütüleceği alanda bitkilerin sulanmasında, Devlet Su İşleri tarafından, Bursa Uludağ Üniversitesi'nin 1250 dekarlık tarım alanını sulamak amacıyla, 1995-2004 yılları arasında yapımı gerçekleştirilen, 13 kilometrelik boru hattı ile Kayapa Göleti'nden beslenen ve yaklaşık 630 000 m³ aktif hacme sahip B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Göbeyle (Yolçatı) Göleti'nden faydalanılmıştır. Çalışmada kullanılan su kaynağına ilişkin sulama suyu kalitesi açısından analizler yaptırılmıştır (Çizelge 2). Sulamada kullanılan su C₂S₁ sınıfındadır (USSLS, 1954).

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları

pH	EC x 10 ⁶ (µmhos cm ⁻¹)	SAR	Na ⁺ (meq L ⁻¹)	K ⁺ (meq L ⁻¹)	Ca ⁺² (meq L ⁻¹)
7.12	310	0.23	0.28	0.04	1.66
Mg ⁺² (meq L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (meq L ⁻¹)	Cl ⁻ (meq L ⁻¹)	SO ₄ ⁻² (meq L ⁻¹)	B (ppm)	pH
1.34	2.40	0.20	0.71	0.85	7.12

Deneme Konuları ve Deneysel Tasarım

Bu çalışmada, damla sulama yöntemi kullanılarak çerezlik ayçiçeği bitkilerine üç farklı sulama düzeyi uygulanmıştır. Tarla denemeleri, TUAM arazisinde üç tekrarlı, tamamen tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür (Şekil 2). Parsel boyutları 2.8 m x 6.0 m = 16.8 m² alınmış ve her parselde 4 bitki sırası yer almıştır. Sulama konuları, sulama sezonu boyunca, 7 gün sulama aralığında 90 cm etkili kök derinliğinde eksilen nemin %100'ünün sulama ile uygulanması (S1 tam sulama konusu), S1 konusuna uygulanan değer %67'sinin uygulanması (S2), S1 konusuna uygulanan değerinin %33'ünün uygulanması (S3) ve yağışa açık konu (S4) şeklinde oluşturulmuştur.



Şekil 2. Deneysel tasarım

Tarımsal Faaliyetler ve Sulama Sistemi

Deneme alanı toprakları ilkbaharda pullukla yapılan derin bir sürümün ardından, rotovator ile işlenerek ekime hazır hale getirilmiştir. Denemenin ekimi (12 Mayıs 2022), sıra arası ve sıra üzeri sırasıyla 70 cm ve 40 cm olacak şekilde elle yapılmıştır (Polatlı, 2013). Bütün parseller 4 sıradan oluşmuş ve sıra uzunluğu 6 m olmuştur. Ekim öncesinde etkili madde dozunda 6 kg da^{-1} NPK kompoze gübresi toprağa karıştırılmış ve 9 Haziran 2022 tarihinde üre gübresi olarak 8 kg da^{-1} azot (%46) uygulanmıştır. Çerezlik ayçiçeği bitkilileri 6 Eylül 2022 tarihin de elle hasat edilmiştir. Çerezlik ayçiçeği bitkisine uygulanan sulama suyu, damla sulama yöntemi kullanılarak verilmiştir. Sulama sistemi başına bir kontrol birimi yerleştirilmiş, ana boru 50 mm (6 atm) ve manifold borular 16 mm dış çaplı PE borulardan oluşturulmuştur. Çalışmada, damlatıcı debisi ve damlatıcı aralığı sırasıyla 2 L h^{-1} ve 0.33 m olan, kalın duvarlı, basınç regülatörlü, içten geçik (in-line) damlatıcılı 16 m dış çaplı damla sulama borusu kullanılmıştır. Damla sulama sisteminde lateraller uzunluğu 6 m olacak şekilde, her bitki sırası için 0.70 m aralığında 4 adet olmak üzere deneme parsellerine yerleştirilmiştir.

Bitki Su Tüketimi Hesabı

Çalışmada 7 gün sulama aralığında gravimetrik yöntemle ölçülen mevcut nemin tarla kapasitesine yükseltilmesi için 90 cm etkili kök derinliğinde sulama suyu derinliği hesaplanmıştır. Bitki su tüketimi (ET) hesabı, birbirini izleyen iki toprak su içeriği ölçümü arasındaki zaman periyodu için, toprak su dengesi yöntemine (Eşitlik 1) göre yapılmıştır (Jensen ve ark., 1990).

$$ET = I + P \pm \Delta S - R - D \quad (1)$$

Eşitlikte; I uygulanacak sulama suyu derinliği (mm), P yağış miktarını (mm), ΔS toprak su içeriğindeki değişimi ($\text{mm } 90 \text{ cm}^{-1}$), R yüzey akışı (mm) ve D etkili kök derinliği altında derine sızmayı (mm) belirtmektedir. Deneme alanındaki yağış verileri, 500 m mesafedeki Nilüfer meteoroloji istasyonundan elde edilmiş, hesaplanan su derinliği su sayacı kullanılarak ölçülmüştür. Bitki su tüketimi hesaplamasında toprağın 0–90 cm toprak profilinde kullanılan su dikkate alınmış, derine sızma olup olmadığı 90–120 cm aralığındaki nem artışı izlenerek değerlendirilmiştir. Sulama suyu, damla yöntemiyle kontrollü olarak uygulandığından, R , toprak su dengesi eşitliğinde ihmal edilmiştir.

Verim, Verim Bileşenleri ve Kalite Özelliklerinin Ölçülmesi

Hasat zamanında, her bir parselden tesadüfen seçilmiş olan 5 adet bitkide yapılan ölçümlerden elde edilen ortalama değerler kullanılarak bitki boyu, tabla çapı, bin tane ağırlığı ve kabuk oranı belirlenmiştir. Her parsele

ait tohum örnekleri içerisinde tesadüfen seçilen 10 adet tohum kumpas yardımıyla ölçülmüş ve ortalama değerlerden tane boyu ve tane eni bulunmuştur. Bütün parsellerde kenarlardan birer sıra ve başlardan birer bitki çıkarıldıktan sonra ortada kalan bitkiler hasat edilip harmanlanmış, elde edilen taneler tartılarak parsel verimleri elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen parsel verimlerinden dekara tane verimleri hesaplanmıştır (Day, 2011; Polatlı, 2013). Her parsel için tohumların içerisinde rastgele ayrı ayrı alınan 3-4 g tohum örneklerinden Kjeldahl yöntemi yardımıyla ham protein oranı değerleri (Ivanov, 1974), soxhelet ekstraksiyon tekniğine dayalı olarak ta (Pomeranz ve Clifton, 1994) ham yağ oranı değerleri belirlenmiştir. Hektolitreye ağırlığı ise bir litrelik hektolitreye ölçüm aleti kullanılarak her parselden alınan tane örnekleri ile iki tekrarlı olarak ölçülmüştür.

Su-Verim İlişkileri

Su-verim ilişkilerini belirlemek amacıyla Stewart modeli kullanılmıştır (Stewart ve ark., 1976, Doorenbos ve Kassam, 1979). Bu modelin dayandığı yaklaşım oransal su tüketimi eksilişi ve oransal verim azalışı arasındaki ilişkidir (Eşitlik 2).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (2)$$

Bu eşitlikte; Y_a gerçek verim (kg da^{-1}), Y_m en yüksek verim (kg da^{-1}), ET_a gerçek su tüketimi (mm), ET_m en yüksek su tüketimi (mm), k_y su-verim tepki etmenini göstermektedir.

Su ve Sulama Suyu Üretkenlikleri

Araştırmada, sulama konularının üretkenliklerini ortaya koymak için su üretkenlikleri hesaplanmıştır. Farklı sulama düzeyleri için sulama suyu üretkenliği (IWP, kg m^{-3}) ve su üretkenliği (WP, kg m^{-3}) sırasıyla Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 kullanılarak belirlenmiştir (Yazar ve ark., 1999; Howell, 2001; Pereira ve ark., 2012; Çetin ve Kara, 2019).

$$IWP = \frac{Y_i - Y_0}{I_i - I_0} \quad (3)$$

$$WP = \frac{Y_i}{ET_i} \quad (4)$$

Eşitliklerde; Y_i deneme konusu tane verimi (kg da^{-1}), Y_0 yağışa dayalı konu tane verimi (kg da^{-1}), ET_i deneme konusu mevsimlik bitki su tüketimi (mm), I_i deneme konusu sulama suyu derinliği (mm) ve I_0 yağışa dayalı konu sulama suyu derinliğidir (mm).

İstatistiksek Analiz

Çalışma sonucunda, farklı sulama düzeylerinden elde edilen bulgulara tamamen tesadüf blokları deneme desenine göre istatistik analizler (ANOVA) uygulanmış, 0.01 ve 0.05 seviyeleri dikkate alınmıştır. Farklı grupların görülebilmesi için Asgari Önemli Farklılık (AÖF-LSD) testi kullanılmış ve 0.05 olasılık düzeyi dikkate alınmıştır (Turan, 1995).

Bulgular ve Tartışma

Sulama Suyu Derinliği ve Bitki Su Tüketimi

Sulama konularının uygulanmasına 21.06.2022 tarihinde başlanmış ve 16.08.2022 tarihinde sonlandırılmıştır. Toplam sulama suyu miktarı yağışa dayalı konuda (S4) 125.0 mm'den tam sulama konusunda (S1) 562.8 mm'ye değişim göstermiştir (Çizelge 3). Pekcan ve Esendal (2015), Edirne şartlarında çerezlik ayçiçeğinde yürütülen iki yıllık çalışmada uygulanan sulama suyunu 152.5-305.0 mm olarak bildirmişlerdir. Demir ve ark. (2006), Bursa koşullarında yağlık ayçiçeğinde yapılan iki yıllık dönemsel kısıntılı sulama uygulaması çalışmasında, tam sulama konusunda sulama suyu miktarını ortalama 355.5 mm olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışma ile önceki çalışmalar arasındaki farklar, sulama programı, sulama yöntemi, iklim farklılıkları gibi sebeplere bağlanabilir. Tam sulama konusunda bitki su tüketimi 562.8 mm iken yağışa dayalı konuda 125.0 mm bulunmuştur (Çizelge 3). Demir ve ark. (2006), Bursa koşullarında yürütülen çalışmada, yağlık ayçiçeğinde mevsimlik bitki su tüketimini en yüksek 688 mm ve en düşük değeri ise 301 mm bulmuşlardır. Salbaş ve Erdem (2020), Trakya koşullarında yürütülen çalışmada altı sulama konusu arasında en yüksek mevsimlik su tüketimi değerini 801.3 mm ve en düşük değeri 278.2 mm olarak ölçmüşlerdir.

Çizelge 3. Çalışma konuları için mevsimlik bitki su tüketimi

Konular	I, mm	P, mm	ET, mm
S1	562.8	196.1	690.4
S2	416.9	196.1	585.2
S3	270.9	196.1	460.6
S4	125.0	196.1	354.2

I: Uygulanan sulama suyu derinliği; P: Yağış; ET: Mevsimlik bitki su tüketimi

Verim ve Verim Bileşenleri

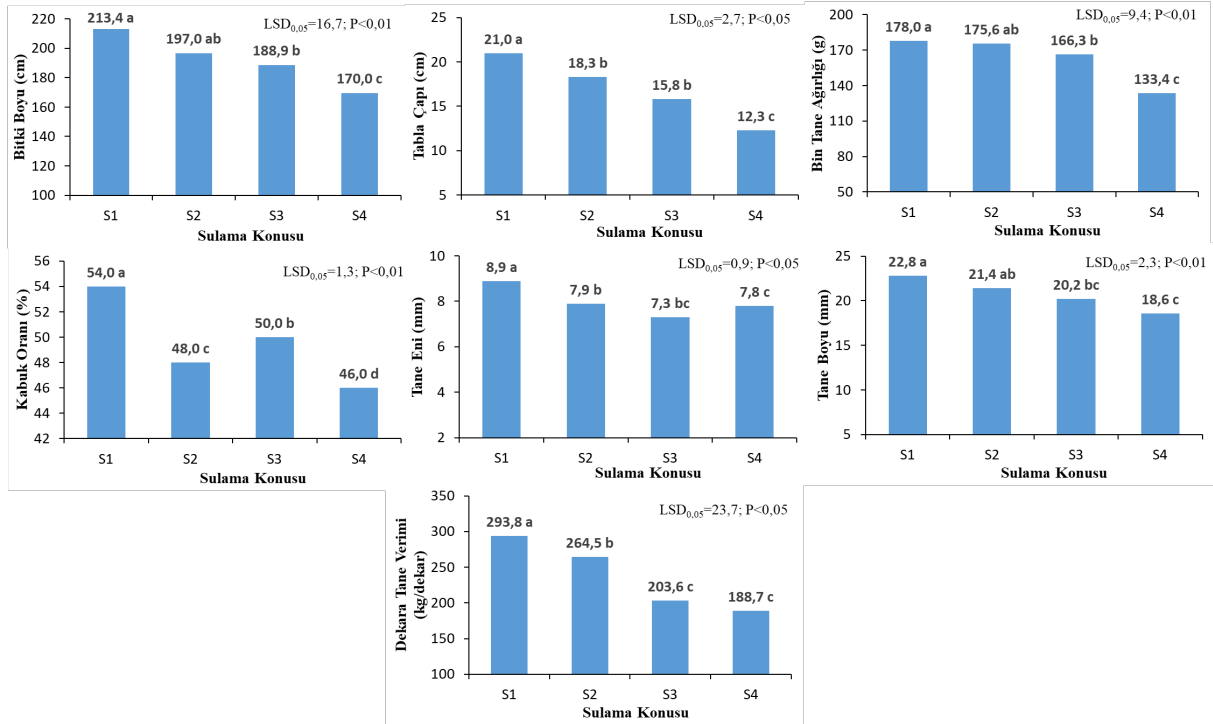
Araştırma ile ulaşılan çerezlik ayçiçeği bitki boyu, bin tane ağırlığı ve kabuk oranı üzerine kısıntılı sulamanın etkileri $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli bulunurken, tabla çapı, tane eni, tane boyu ve dekara tane verimi

üzerine etkileri $p<0.05$ olasılık düzeyinde önemli olmuştur. Deneme konuları ile ilişkili gruplandırma testi sonuçları, verim ve verim bileşenleri ortalama değerleri ile birlikte Şekil 3'te verilmiştir. Sonuç olarak, sulamanın incelenen verim ve verim bileşenleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Bitki boyları, S1 konusunda en uzun (213.4 cm) ve S4 konusunda en kısa (170 cm) olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, sulama ile çerezlik ayçiçeği bitkisinde boy artışı olmuştur. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir'de yapılan iki yıllık çalışmada, dört farklı sulama rejiminde (kontrol, tabla oluşumu döneminde su kısıntısı, çiçeklenme döneminde su kısıntısı, tane dolum döneminde su kısıntısı) bitki boylarını 182.7 ile 193.5 cm arasında bulmuşlardır. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne'de iki yıllık ve üç farklı sulama rejimi ile yapılan çalışmada, bitki boylarını 129.2 ile 170.5 cm arasında bildirmişlerdir. Bu denemeden elde edilen bitki boyu verileri, önceki çalışmalardan farklı olmuştur. Bu farklılık temelde sulama programı ve çevre koşullarına bağlanabilir.

Tabla çapları 12.3 cm (S4) ile 21 cm (S1) arasında bulunmuş, AÖF testi sonuçlarına göre üç farklı grup oluşmuştur (Şekil 3). Naneli ve Turan (2021), Eskişehir koşullarında yapılan iki yıllık dönemsel su kısıntısı çalışmasında da tabla çapını 16.83-21.22 cm olarak bulmuşlardır. Pekcan ve Esendal (2015) tarafından Edirne koşullarında yürütülen iki yıllık ve üç farklı sulama konusu olan denemede tabla çaplarını 12.87-18.06 cm olarak ölçmüşlerdir. Liu ve ark. (2018), Batı Amerika koşullarında yürütülen üç yıllık ve dört farklı sulama konusu olan çalışmada, tabla çaplarını 10.0-17.6 cm aralığında bulmuşlardır. Denemeden elde edilen bulgular, yukarıdaki araştırmalar ile paralellik göstermektedir.

Bin dane ağırlığı, S4 konusunda en düşük (133.4 g) ve S1 konusunda en yüksek (178.0 g) bulunmuştur. Sonuçlar, su stresinin bin dane ağırlığını önemli düzeyde düşürdüğünü göstermiştir (Şekil 3). Naneli ve Turan (2021), Eskişehir'de yürütülen iki yıllık sulama denemesinde bin dane ağırlığını, en düşük çiçeklenme döneminde su kısıntısı (100.97 g) ve en yüksek tabla oluşumu döneminde su kısıntısı (124.67 g) konularında bulmuşlardır. Gholinezhad ve ark. (2015), Batı Azerbaycan'da yürütülen çalışmada, üç farklı sulama rejimi (Optimum sulama=kullanılabilir nemin %50'si tüketildiğinde, orta dereceli stres= kullanılabilir nemin %70'i tüketildiğinde, aşırı stres=kullanılabilir nemin %90'ı tüketildiğinde) uygulamışlar ve 83.91 ile 195.50 g arasında değişen bin tane ağırlığı bulmuşlardır. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne iklim koşullarında yapılan iki yıllık çalışmada üç sulama rejimi uygulamışlardır. Araştırmada en düşük bin dane ağırlığı 107.7 g, en yüksek değer ise 137.0 g olarak ölçülmüştür. Güncel çalışmadan elde edilen sonuçlar ile yukarıdaki çerezlik çeşitlerde yapılan araştırmaların sonuçları paralellik göstermektedir.



Şekil 3. Farklı sulama düzeylerinin verim ve verim bileşenleri üzerine etkileri

Kabuk oranı en düşükten en yüksek değere sırası ile S4 ve S1 konularında bulunmuştur (%46.0-%54.0) (Şekil 3). Sulama ile kabuk oranının da arttığı görülmüştür. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir koşullarında yürütülen 2 yıllık dönemsel sulama rejimi çalışmasında %32.67 (kontrol konusu) en düşük, %44.12 (tabla oluşumu döneminde su kısıtı) en yüksek kabuk oranı değerleri belirlemişlerdir. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne’de yapılan 2 yıllık sulama uygulaması çalışmasında, kabuk oranını en düşük %46.63 ile susuz konuda ve en yüksek %47.58 ile çiçeklenme başlangıcında sulama yapılan konu da bulmuşlardır. Araştırmadan elde edilen değerler ile yukarıdaki çalışmalarda belirlenen değerler paralellik göstermektedir.

Sonuçlar, sulama ile tane eninde artış olduğunu göstermektedir (Şekil 3). Naneli ve Turan (2021), Eskişehir’de yürüttükleri iki yıllık, farklı dönemsel sulama konularının çerezlik ayçiçeği bitkisine etkileri üzerine araştırmalarında, en düşük tane enini 5.60 mm ve en yüksek 7.87 mm olarak sırası ile çiçeklenme döneminde su kısıntısı ve kontrol konularında bulmuşlardır. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne koşullarında yürütülen iki yıllık denemede üç sulama konusu uygulamışlardır. İlk yıl ve ikinci yılda en düşük tane eni susuz konuda sırası ile 6.76 mm ve 5.61 mm’dir. En yüksek tane eni sırası ile 7.62 mm ve 6.94 mm olup çiçeklenme başlangıcında ve tamamlandığında sulama yapılan konu da görülmüştür. Yukarıdaki araştırmalardan elde edilen sonuçlar, yapılan çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Tane boyu sonuçlarına bakıldığında S1 ve S2 konuları aynı grupta yer almış, sulama ile tane eninde artış olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Pekcan ve Esendal (2015), Edirne’de yapılan üç farklı sulama rejimi uygulamasında, en düşük tane boyunu susuz konuda (15.36 mm), en yüksek tane boyunu ise çiçeklenme

başlangıcında ve tamamlandığında sulama yapılan konuda (17.29 mm) ölçmüşlerdir. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir koşullarında iki yıllık denetimli kısıntılı sulama çalışması (kontrol konusu, tabla oluşumu döneminde su kısıntısı, çiçeklenme döneminde su kısıntısı, tane dolumu döneminde su kısıntısı) yürütmüşlerdir. Araştırmacılar en düşük tane boyunu 15.40 mm (tabla oluşumu döneminde su kısıntısı), en yüksek tane boyu ise 19.23 mm (kontrol) bulmuşlardır. Araştırma bulguları, yukarıdaki çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Çalışmada dekara tane verimi 188.7 (S4)-293.8 kg da⁻¹ (S1) olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Sonuçlar, sulamanın dekara tane verimi artışı bağlamında olumlu olduğunu göstermiştir. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne koşullarında yürütülen iki yıllık ve üç farklı sulama rejimi uygulanan çalışmada, dekara tane verimini en düşük 121.0 kg da⁻¹ ile susuz konuda, en yüksek ise 218.5 kg da⁻¹ ile çiçeklenme başlangıcında ve tamamlandığında sulama yapılan konuda bulmuşlardır. Araştırma ile elde edilenler, yukarıdaki araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Liu ve ark. (2018), Batı Amerika koşullarında ve dört farklı sulama rejimi (FI=Çiftçilerin kullandığı tam sulama programı, R1=Tabla oluşumu döneminde sulamaya başlama, R4=Çiçeklenme döneminde sulamaya başlama, CK=Yağışa açık kontrol) uygulanan araştırmada, tane veriminin kontrol konusunda en düşük (189.0 kg da⁻¹), FI konusunda en yüksek (473.0 kg da⁻¹) bulduklarını bildirmişlerdir. Gholinezhad ve ark. (2013), Urmia/İran koşullarında yürüttükleri çalışmada çerezlik ayçiçeği bitkilerine üç farklı sulama rejimi (Optimum sulama=kullanılabilir nemin %50'si tüketildiğinde, orta dereceli stres=kullanılabilir nemin %70'i tüketildiğinde, aşırı stres=kullanılabilir nemin %90'ı tüketildiğinde sulama) uygulamışlardır. En yüksek tane verimini optimum sulama konusunda 631.0 kg da⁻¹, en düşük tane verimini ise aşırı stres konusunda 49.0 kg da⁻¹ olarak bulmuşlardır. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir'de yürütülen çalışmada çerezlik ayçiçeği bitkisinde dönemsel su kısıntısı (kontrol konusu, tabla oluşumu döneminde su kısıntısı, çiçeklenme döneminde su kısıntısı, tane dolumu döneminde su kısıntısı) uygulamışlardır. Araştırmacılar tane verimini en düşük 315.75 kg da⁻¹ (çiçeklenme döneminde su kısıntısı) ve en yüksek 413.35 kg da⁻¹ (kontrol) bulmuşlardır. Farklılıklar temelde sulama programı ve çevre koşullarındaki farklılıklara bağlanabilir.

Kalite Özellikleri

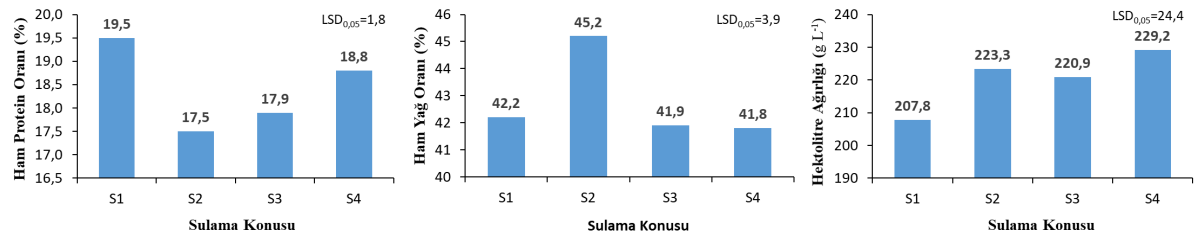
İstatistik analizi sonuçları, kısıntılı sulamanın ham protein oranı, ham yağ oranı ve hektolitre ağırlığı üzerinde önemli etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Konulardan elde edilen ortalama kalite değerleri Şekil 4'de verilmiştir.

Çalışmada farklı sulama düzeyleri altında ham protein oranı değerleri %17.5-19.5 olarak belirlenmiştir. Gholinezhad ve ark. (2014), İran bölgesinde yürütülen çalışmada üç farklı sulama rejimi uygulamışlardır. Ham protein oranını en düşük optimum sulama koşulunda (%13.3) ve en yüksek aşırı stres koşulunda (%41.12) bulmuşlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ile yukarıdaki çalışmalar arasındaki farklar iklim, çeşit gibi etkenlere bağlanabilir.

Araştırmada ham yağ oranının (%41.8-45.8), kısıntılı sulamadan etkilenmediği görülmüştür. Ergen ve Sağlam (2005), Tekirdağ'da yürütülen çalışmada ham yağ oranlarını %29.7 (T.T.A.E.2) ile %39.2 (Kıbrıs)

arasında bildirmişlerdir. Ayrıca İnegöl Alası çeşidinde %36.4 ham yağ oranı belirlemişlerdir. Gholinezhad ve ark. (2014), Urmia/İran koşullarında yaptıkları araştırmada çerezlik ayçiçeğinde üç sulama konusu uygulamışlardır. Bulunan en düşük ham yağ oranı %14.21 (optimum sulama konusu) ve en yüksek ise %41.12'dir (aşırı stres konusu). Çalışmamızda yağışa dayalı konuda elde edilen değer ile önceki araştırmada elde edilen değer paralellik göstermektedir. Edirne ikliminde yaptıkları çalışmada Pekcan ve Esendal (2015), çerezlik ayçiçeğinde en düşük ham yağ oranını çiçeklenme başlangıcında sulama konusunda %26.29 ve en yüksek ham yağ oranını susuz konuda %32.0 bulmuşlardır. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir koşullarında çerezlik ayçiçeği bitkisinde ham yağ oranını %15.50-%25.34 olarak bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada elde edilen değerler ile önceki çalışmada elde edilen ham yağ oranı arasındaki farklılıklar çeşit, sulama programı ve iklim koşulları gibi sebeplere bağlanabilir.

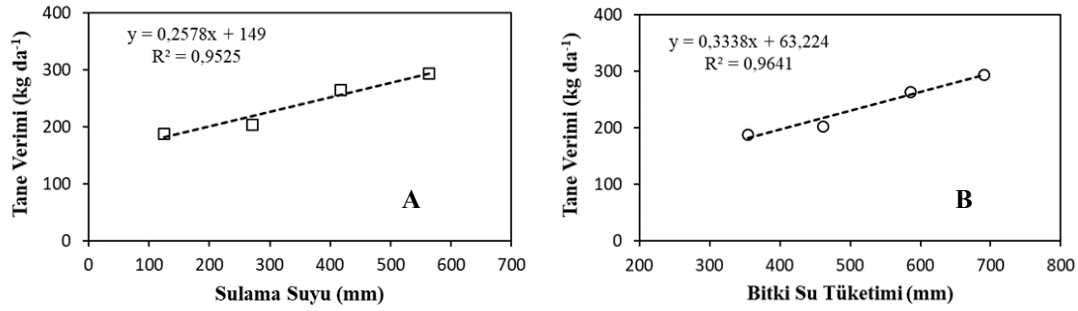
Hektolitre ağırlığının (207.8-229.2 g L⁻¹) sulama ile önemli düzeyde değişkenlik göstermediği belirlenmiştir. Beser ve ark. (2020), Trakya koşullarında yürütülen araştırmada on dört çeşit hibrit tohum kullanmışlar, en düşük hektolitre ağırlığını G-1 çeşidinde (29.6 g) ve en yüksek hektolitre ağırlığını ise 235A/TG 07-R çeşidinde (37.2 g) rapor etmişlerdir. Tokat-Kazova şartlarında yaptıkları araştırmada Yılmaz ve ark (2017), yirmi farklı çerezlik ayçiçeği genotipi kullanmışlardır. Araştırmacılar minimum hektolitre ağırlığını 234 g L⁻¹ (İnegöl Alası) ve maksimum hektolitre ağırlığını 284 g L⁻¹ (Palancı) bulmuşlardır. Araştırmada elde edilenler, yukarıda çalışmalar ile paralellik göstermektedir.



Şekil 4. Farklı sulama düzeylerinin kalite özellikleri üzerine etkileri

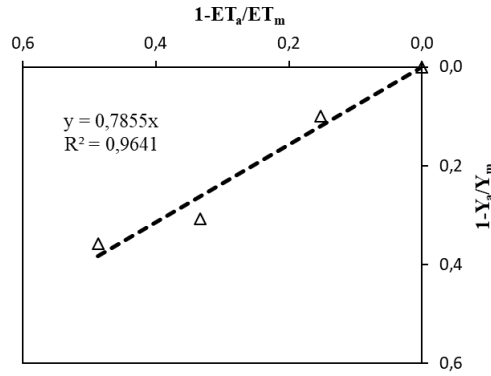
Su-Verim İlişkileri

Çalışma ile ulaşılan tane verimi ve konulara uygulanan sulama miktarları arasındaki ilişki ($R^2=0.9525$, $P<0.05$) ile tane verimi-bitki su tüketimi ilişkisi ($R^2=0.9641$, $P<0.05$) sırasıyla Şekil 5'de gösterilmiştir. Tane verimi değerleri ve bitki su tüketimi değerleri arasındaki doğrusal ilişki $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunduğundan verim tepki etmeni (k_y) analizi yapılmıştır.



Şekil 5. Sulama suyuna (A) ve bitki su tüketimine (B) bağlı tane verimi arasındaki ilişkisi

Çalışmada konulardan elde edilen tane verimi ve ölçülen bitki su tüketimi değerlerine göre belirlenen k_y değeri 0.79 olmuş ve Şekil 6’te gösterilmiştir. Demir ve ark. (2006), Bursa’da yürütülen yağlık ayçiçeği çalışmasında sezonluk k_y değerini 0.84 bulmuşlardır. Güncel çalışmadan elde edilen k_y değeri ile önceki çalışmada bildirilen değer paralellik göstermiştir.



Şekil 6. Oransal su tüketimi eksilişi ve oransal tane verimi azalışı arasındaki ilişki

Sulama Suyu ve Su Üretkenlikleri

En yüksek IWP değeri (0.26 kg m^{-3}) S2 konusunda bulunmuştur (Çizelge 4). S2 konusunda hesaplanan WP değerinin (0.45 kg m^{-3}), S1 konusunda elde edilen değerden (0.43 kg m^{-3}) yüksek olduğu belirlenmiştir. Demir ve ark. (2006), Bursa’da yağlık ayçiçeğinde yürütülen iki yıllık çalışmada, iki yılın ortalaması alınarak en düşük su kullanım etkinliğini $6,00 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Sadece çiçeklenme döneminde %40 su kısıtı uygulaması) ve en yüksek $7.80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Sadece çiçeklenme döneminde tam sulama), sulama suyu kullanım etkinliği ise aynı konularda sırası ile $5.02 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ve $10.19 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ bulmuşlardır. Salbaş ve Erdem (2020), Trakya bölgesinde yağlık ayçiçeğinde yapılan iki yıllık çalışmada, su kullanım etkinliğini 0.71 kg m^{-3} ile 0.83 kg m^{-3} arasında ve sulama suyu kullanım etkinliği 0.78 kg m^{-3} ile 4.39 kg m^{-3} arasında bulmuşlardır. İki çalışma ile çalışmamız arasındaki farklılıklar temelde hesaplamada kullanılan yöntemle bağlanabilir. Uçak ve ark. (2020),

Siirt koşullarında yağlık ayçiçeğinde yürütülen çalışmada, sulama suyu kullanım etkinliğini 0.50 kg m^{-3} ile 1.52 kg m^{-3} arasında ve su kullanım etkinliğini 0.44 kg m^{-3} ile 2.10 kg m^{-3} arasında bulmuşlardır. Önceki çalışmada elde edilen sonuçlar ile sunulan çalışmada belirlenen sonuçlar arasındaki farklılıklar temelde çeşit, sulama rejimi ve çevresel faktörlere bağlanabilir.

Çizelge 4. Sulama suyu üretkenliği ve su üretkenliği

Konular	IWP (kg m^{-3})	WP (kg m^{-3})
S1	0.24	0.43
S2	0.26	0.45
S3	0.10	0.44
S4	0.00	0.53

Sonuç

Araştırma süresi boyunca farklı deneme konuları için çerezlik ayçiçeği bitkilerine 125.0 mm ile 562.8 mm arasında su uygulaması yapılmıştır. Araştırmada, S2 konusunda %25.9, S3 konusunda %51.9 ve S4 konusunda %77.8 oranında S1'e kıyasla kısıtlı su uygulanmıştır. Sezonluk su tüketimi 354.2-690.4 mm bulunmuştur.

Kısıtlı sulama uygulamasının, bin tane ağırlığı, bitki boyu, kabuk oranı parametreleri üzerinde $P<0.01$ seviyesinde, tabla çapı, tane eni, tane boyu, dekara tane verimi parametrelerinde ise $P<0.05$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür. Tane eni hariç incelenen tüm parametrelerde en düşük ortalama değerler S4 konusunda (yağışa dayalı konu) gözlemlenmiştir. Tane eni parametresinde ise en düşük ortalama değer S3 konusunda bulunmuştur. Ancak uygulanan sulama miktarındaki artışın, söz konusu parametreler için ortalama değerlerde artışa sebep olduğu belirlenmiştir.

Kısıtlı sulamanın, ham protein oranı, ham yağ oranı ve hektolitre ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak bir öneme sahip olmadığı görülmüştür. Ham protein oranındaki en düşük ortalama değer %17.5 ile S2 konusunda olup, en yüksek ortalama değer ise %19.5 ile S1 konusunda (tam sulama) bulunmuştur. Ham yağ oranı için %41.8 (S4) ile %45.2 (S2) arasında değişen ortalama değerler belirlenmiştir. Hektolitre ağırlığı ortalama değerleri ise (S1) 207.8 g L^{-1} 'den (S4) 229.2 g L^{-1} 'ye değişim göstermiştir.

Araştırma sonunda hesaplanan sulama suyuna ve bitki su tüketimine karşılık tane verimi arasındaki istatistiksel ilişki $P<0.05$ düzeyinde önemli ve verim tepki etmeni (k_y) 0.79 bulunmuştur. Hesaplanan k_y değeri çerezlik ayçiçeği bitkisinin su stresine toleranslı olduğunu göstermiştir. Sulama suyu ve su üretkenlikleri ortalama değerleri sırası ile 0.10 (S3)-0.26 (S2) kg m^{-3} ve 0.43 (S1)-0.53 (S4) kg m^{-3} olarak elde edilmiştir.

Araştırma sonucu, yarı-nemli Bursa koşullarında çerezlik ayçiçeğinde en yüksek tane verimi ve ham protein oranı değerleri için, her yedi günde bir 0-90 cm toprak derinliğinde tüketilen nemin %100'ünün uygulandığı S1 konusu sulama programı olarak önerilebilir. Su kaynaklarının kısıtlı olduğu dönemlerde IWP, WP ve k_y

değerlerine bakılarak S2 sulama programı (%33 su kısıntısı) önerilebilir. Ancak dekara tane veriminin %9.8 oranında istatistiksel olarak önemli düzeyde düşebileceği göz önüne alınmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Kutlu Melik TAŞDELEN' in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder. Çerezlik ayçiçeği yetiştiriciliği konusundaki tavsiyeleri için Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Mehmet SİNCİK'e ve arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Dr. Halis SEÇME'ye teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Beser, N., Civi. G. and Kaya, Y. 2020. The yield performances of some confectionary sunflower hybrids in Trakya region. 2TH International Agricultural, Biological and Life Science Conference, 1-3 Eylül 2020, Edirne, Turkey.
- Çetin, O. and Kara, A. 2019. Assesment of water productivity using different drip irrigation systems for cotton. *Agricultural Water Management*, 223: 105693.
- Day, S. 2011. Ankara Koşullarında Yerli ve Hibrit Çerezlik Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Genotiplerinde Farklı Sıra Üzeri Aralıkları ve Azot Dozlarının Verim ve Verim Ögelerine Etkisi. Doktora tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Demir, A. O., Göksoy, A. T., Büyükcangaz, H., Turan, Z. M. and Köksal. E. S. 2006. Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. *Irrigation Science*, 24: 279-289.
- Doğan, M. ve Sever, Z. 2023. Sürdürülebilirlik: Su ve suyun önemi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(1): 176-192.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, p. 193.
- English, M. J., Musick, J. T. and Murty, V. V. 1990. Management of Farm Irrigation Systems (Chapter: 17), Deficit Irrigation, Ed.: Hoffman, G. J., Howell, T. A. and Solomon, K. H., An ASAE Monograph, St. Joseph., MI, USA, 631-663.
- Ergen, Y. ve Sağlam, C. 2005. Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus Annuus* L.) çeşitlerinin Tekirdağ koşullarında verim ve verim unsurları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(3): 221-227.
- FAO, 2024. FAO, Overcoming water challenges in agriculture. <https://www.fao.org/interactive/state-of-food-agriculture/2020/en/#:~:text=Agriculture%20is%20the%20world%27s%20largest,70%20percent%20of%20global%20withdrawals> (Erişim tarihi: 16.05.2024)

- Fick, G. N. and Miller, J. F. 1997. Sunflower Breeding. P. 395-440. In: A. A. Schneiter (ed.) Sunflower Technology and Production. ASA, SCSA, and SSSA Monograph. No: 35. Madison, WI.
- Gholinezhad, E., Darvishzadeh, R. and Bernousi, I. 2013. Effects of drought stress on grain qualitative traits in Iranian confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.) landraces. *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 2(2): 9-20.
- Gholinezhad, E., Darvishzadeh, R. and Bernousi, I. 2013. Evaluation of Genetic Variations in Iranian confectionary sunflower landraces (*Helianthus annuus* L.) under various water treatment conditions. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 3(2): 67-82.
- Gholinezhad, E., Darvishzadeh, R. and Bernousi, I. 2014. Evaluation of drought tolerance indices for selection of confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.) landraces under various environmental conditions. *Not Bot Horti Agrobo*, 42(1): 187-201.
- Gholinezhad, E., Darvishzadeh, R. and Bernousi, I. 2015. Evaluation of sunflower grain yield components under different levels of soil water stress in Azerbaijan. *Genetika*, 47(2): 581-598.
- Howell, T. A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*, 93(2): 281-289.
- Ivanov, P. 1974. Biochemical differentiation of sunflower varieties as a result of breeding. In: Proc. The 6th Int. Sunflower Conf., July 22–24, Bucharest, Romania, pp. 225–229.
- Jensen, M. E., Burman, R. D. and Allen, R. G. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. *Manuals and Reports on Engineering Practices* No. 70. ASCE, New York.
- Kanber, R., Ünlü, M., Tekin, S., Koç, L. ve Kapur, B. 2007. Akdeniz iklim koşullarında kimi tarla bitkilerinin su kullanım randımanlarının irdelenmesi, Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum (Poster Bildiri).
- Kaya, Y. 2004. Confectionery Sunflower Production in Turkey. Proceeding of 16th International Sunflower Conference. August 29-September 2, Fargo, USA, 817-822.
- Kaya, Y., Evcı, G., Pekcan, V., Gücer, T. ve Durak, S. 2005. Çerezlik ayçiçeğinde bazı köy çeşitleri ve hibritlerinin performanslarının değerlendirilmesi. Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, s:631-636.
- Liu, R., Abdelraouf, E. A. A., Bicego, B., Joshi, V. R. and Garcia y Garcia. A. 2018. Deficit irrigation: a viable option of sustainable confection sunflower (*Helianthus annuus* L.) produntion in the semi arid US. *Irrigation Science*, 36: 319-328.
- MGM, 2024. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Naneli, İ. and Turan, F. 2021. Water stress effect on confectionery hybrid sunflower (*helianthus annuus* L.) cultivars in different growth periods. *Fresenius Enviromental Bulletin*, 30(5): 5486-5497.
- Pekcan, V. ve Esendal, E. 2015. Çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)’nde sulama, azot dozu ve bitki sıklığının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Anadolu ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2): 24-36.

- Pereira, L. S., Cordery, I. and Iacovides, I. 2012. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management*, 108: 39-51.
- Polatlı, O. 2013. Çerezlik Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Populasyonlarında Dane Özellikleri ve Özellikler Arası İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Pomeranz, Y. and Clifton, E. 1994. Food Analysis Theory and Practice, 3rd ed. Kluwer Academic Publisher, San Diego.
- Salbaş, B. ve Erdem, T. 2020. Damla sulama uygulamalarının ayçiçeğinin su kullanımı, vejetatif gelişme ve verim parametrelerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3): 389-396.
- Stewart, J. I., Hagan, R. M. and Pruitt, W. O. 1976. Production functions and predicted irrigations programs for principal crops as required for water resources planning and increased water use efficiency. Tech. Bureau Recl. No: 14-06-D. 7329, USA, p. 80.
- Turan, Z. M. 1995. Araştırma ve deneme metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No: 62, Bursa, 302 s.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 17.12.2016)
- Uçak, A., Bağdatlı, M. C. ve Değirmenci, H. 2020. Kısıntılı sulama uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin (*Helianthus annuus* L.) tane verimi ve bitki su stres indeksi (CWSI) üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 32(1): 211-217.
- Yazar, A., Howell, T. A., Dusek, D. A. and Copeland. K. S. 1999. Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. *Irrigation Science*, 18(4): 171-180.
- USSLS. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Agriculture Handbook No: 60, USA, 160 s.
- Yılmaz, G., Kınay, A., Er, T. ve Dökülen, Ş. 2017. Tokat şartlarında farklı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin performanslarının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 2017, 26(2): 161-169.
- Yılmaz, S. and Kuşçu, H. 2024. Water-yield relationships of green pepper (*Capsicum annuum*) cultivated at different irrigation levels. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 38(1): 163-177.

