

Kurak Koşullar Altında Bazı Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Çeşitlerinin/Genotiplerinin Verim ve Kalite Performanslarının Belirlenmesi

Hüseyin ARSLAN ^{1*}, Vefa DİLER ²

¹ Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

² Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü, Ceylanpınar, Şanlıurfa

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): huarslan@harran.edu.tr

Özet

Bu araştırma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kurak koşullarında farklı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşit ve genotiplerinin verim ve kalite performanslarını belirlemek amacıyla 2024 yılında Şanlıurfa ili Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü (TİGEM) arazilerinde yürütülmüştür. Çalışmada, 10 tescilli çeşit ve 10 tescil adayı olmak üzere toplam 20 genotip materyal olarak kullanılmıştır. Deneme, kuru koşullarda Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada %50 çiçeklenme ve %90 olgunlaşma gün sayısı, bitki boyu, tabla çapı, tohum bağlama oranı, bin dane ağırlığı, bitki başına tohum verimi, parsel verimi, tohum verimi ile yağ ve protein oranları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, incelenen tüm özellikler bakımından genotipler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.01$). Tohum verimi 21.63–84.67 kg da⁻¹ arasında değişmiş olup, en yüksek verim SUN 2259 CL (84.67 kg da⁻¹) ve P64 LE 145 (75.61 kg da⁻¹) çeşitlerinden elde edilmiştir. Bu genotipler, kurak koşullara yüksek adaptasyon yetenekleri ile öne çıkmıştır. Bin dane ağırlığı 32.75–48.55 g arasında değişmiş ve en yüksek değer SUN 2259 CL'de belirlenmiştir. Yağ oranı bakımından GRANİT, DÜET CL ve P64 LP 146; protein oranı açısından ise TTAE 2022 64, LG 5542 ve SY CHELSEA genotipleri üstün performans göstermiştir. Sonuç olarak, Ceylanpınar kurak koşullarında ayçiçeği üretiminde yüksek verim ve kalite potansiyeline sahip genotiplerin belirlenmesi bölgesel ıslah çalışmaları açısından önem taşımaktadır. SUN 2259 CL ve P64 LE 145 verim, TTAE 2022 64, LG 5542 ve SY CHELSEA ise kalite odaklı ıslah programları için önerilmektedir.

Determination of Yield and Quality Performance of Some Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Varieties/Genotypes Under Drought Conditions

Abstract

This study was conducted to evaluate the yield and quality performance of different sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars and genotypes under arid conditions of the Southeastern Anatolia Region. The experiment was carried out in 2024 at the fields of the Ceylanpınar Agricultural Enterprise Directorate (TİGEM) in Şanlıurfa, Türkiye. A total of 20 sunflower genotypes, consisting of 10 registered cultivars and 10 candidate genotypes, were used as plant material. The trial was established under rainfed conditions according to a randomized complete block design with four replications. Phenological traits such as days to 50% flowering and 90% maturity, plant height, head diameter, seed set rate, thousand seed weight, seed yield per plant, plot yield, seed yield per unit area, and quality parameters including oil and protein content were evaluated. The results revealed statistically significant differences among genotypes for all examined traits ($p<0.01$). Seed yield ranged from 21.63 to 84.67 kg da⁻¹, with the highest values obtained from SUN 2259 CL (84.67 kg da⁻¹) and P64 LE 145 (75.61 kg da⁻¹). These genotypes exhibited superior adaptation to drought-prone environments. Thousand seed weight varied between 32.75 and 48.55 g, and the highest value was recorded in SUN 2259 CL. In terms of oil content, GRANİT, DÜET CL, and P64 LP 146 were prominent, whereas TTAE 2022 64, LG 5542, and SY CHELSEA showed higher protein content, indicating their advantage in nitrogen use efficiency and protein synthesis under water-limited conditions. In conclusion, identifying sunflower genotypes that combine high yield and quality under arid conditions is of great importance for region-specific breeding programs. SUN 2259 CL and P64 LE 145 are recommended for yield-oriented production, while TTAE 2022 64, LG 5542, and SY CHELSEA are promising materials for quality-focused breeding studies.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi :25.10.2025

Kabul Tarihi :10.12.2025

Anahtar Kelimeler

Ayçiçeği
kurak koşullar
verim
yağ oranı
protein oranı
genotip
adaptasyon

Research Article

Article History

Received :25.10.2025

Accepted :10.12.2025

Keywords

Sunflower
drought conditions
yield
oil content
protein content
genotype
adaptation

Atf: Arslan, H., Diler, V., 2026. Kurak Koşullar Altında Bazı Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Çeşitlerinin/Genotiplerinin Verim ve Kalite Performanslarının Belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1): 37-50.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18109428>

Citation: Arslan, H., Diler, V., 2026. Determination of Yield and Quality Performance of Some Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Varieties/Genotypes Under Drought Conditions. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 10(1): 37-50.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18109428>

© Bu çalışma *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi* tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır.

1. Giriş

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), dünya genelinde ve Türkiye’de en önemli yağ bitkilerinden biri olup, yüksek yağ içeriği, adaptasyon kabiliyeti ve kıraç koşullarda yetişebilme özelliğiyle stratejik bir kültür bitkisidir. Kuzey Amerika kökenli olan ayçiçeği, yaklaşık 3000-4000 yıl önce kültüre alınmış, 16. yüzyılda Avrupa’ya, 19. yüzyılın sonlarında ise Anadolu’ya getirilmiştir (Kaya ve Evci, 2019). Türkiye’de özellikle Trakya, Marmara, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ülkemizde yağlı tohum üretim açığının azaltılmasında ayçiçeği önemli bir role sahiptir (Anonim, 2024). Ayçiçeği bitkisi ılıman iklimlerde iyi gelişme göstermekte olup, optimum sıcaklık isteği 25-30 °C arasındadır. Derin kök sistemi sayesinde toprak profilindeki suyu etkin şekilde kullanabilir. Bu özelliği, bitkinin yarı kurak ve kurak bölgelerde de yetiştirilebilmesine olanak sağlamaktadır (Kaya, 2005, Adeleke ve ark., 2020). Ancak özellikle çiçeklenme ve tane dolum dönemlerinde su stresinin meydana gelmesi, polen canlılığını ve fotosentetik aktiviteyi düşürerek verimde önemli azalmalar oluşturur (Descamps ve ark., 2018; Zhao ve ark., Pacini ve Dolferus, 2019; 2020; Senapati ve ark., 2019; Qiao ve ark., 2024). Kuraklık, bitki için mevcut olan toprak suyunun yetersiz olduğu ve metabolizma üzerinde olumsuz etkilerin olduğu fizyolojik bir su eksikliği şeklindedir. Bitkiler kuraklık stresıyla karşılaştıklarında, ilk tepkileri dış ve içyapılarındaki değişikliklerden oluşur. Bitki büyümesinde yavaşlama, su eksikliğinin neden olduğu önemli etkidir. Özellikle vejetatif dönemde yetersiz su, yaprak renginin solması, yaprak sayısının azalması ve yaprak alanının küçülmesi gibi etkilere neden olmaktadır (Yaşar ve ark., 2023). Kuraklık stres, ayçiçeğinde verimi sınırlayan temel çevresel faktörlerden biridir. Ayçiçeği tohumu ortalama %40–55 yağ ve %16–20 protein içeriğine sahiptir (Flagella ve ark., 2002; Kaya, 2020). Türkiye’nin bitkisel yağ ihtiyacının yaklaşık yarısı ithalat yoluyla karşılandığından, yerli üretimin artırılması büyük önem taşımaktadır (Kaya ve Evci, 2019). Bu kapsamda, özellikle

Güneydoğu Anadolu Bölgesi gibi su kısıtlı bulunan bölgelerde ayçiçeği tarımının yaygınlaştırılması hem bitki deseninin çeşitlendirilmesi hem de tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanması açısından büyük önem taşır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, yüksek sıcaklık ve düşük yağış rejimi nedeniyle kurak tarım koşullarının baskın olduğu bir ekosisteme sahiptir. Ayçiçeğinde kuraklık, bitkinin büyüme ve gelişme dönemlerinde toprakta yararlanılabilir su miktarının evapotranspirasyon talebinin altında kalması sonucu ortaya çıkan ve özellikle çiçeklenme ile tane dolum dönemlerinde fotosentetik aktivitenin azalması, polen canlılığının düşmesi ve yağ sentezinin sınırlandırılması yoluyla tane verimi ve kalite parametrelerinde önemli kayıplara neden olan abiyotik stres koşulları olarak tanımlanmaktadır (Rauf, 2008; Flagella ve ark., 2002; Hussain ve ark., 2018). Ayçiçeğinde kurak koşullara karşı çeşit ve genotipler arasında önemli farklılıklar bulunduğu; özellikle kök derinliği, transpirasyon etkinliği ve fotosentetik kapasitesi yüksek genotiplerin tane verimi ve yağ oranını daha iyi koruduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Flagella ve ark., 2002; Hussain ve ark., 2018; Kaya ve ark., 2019). Kuraklık stres, altında yürütülen araştırmalarda, bazı ayçiçeği genotiplerinin çiçeklenme ve tane dolum dönemlerinde su stresine daha toleranslı olduğu, bunun da verim kaybını sınırlandırarak çevresel adaptasyon kabiliyetini artırdığı bildirilmiştir (Göksoy ve ark., 2004; Hussain ve ark., 2018). Genotip × çevre etkileşiminin yüksek olduğu bu bitkide, genetik farklılıklar kurak koşullarda verim performansında belirleyici olmaktadır. Kuraklığa karşı dayanıklı çeşitlerin tespit edilmesi, su kısıtlının giderek arttığı yarı kurak ve kurak ekolojilerde verim ve yağ üretiminin sürdürülebilirliğini sağlamak, çevresel riskleri azaltmak ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı tarımsal üretimi güvence altına almak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, farklı genotiplerin aynı çevre koşullarında performanslarının karşılaştırılması, kuraklığa dayanıklı materyallerin seçilmesi açısından bilimsel

önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, kurak koşullarda farklı ayçiçeği çeşit ve hatlarının kurak koşullardaki verim performanslarını belirlemek, çeşitler arasında su stresine dayanıklılık yönünden farklılıkları ortaya koymak ve bölge koşullarına uygun üstün genotipleri tespit etmektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırma, Şanlıurfa ili Ceylanpınar ilçesi Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü (TİGEM) arazilerinde, kurak koşullarda farklı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşit ve genotiplerinin verim performanslarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak 10 tescilli çeşit (P64LP130, P64LP146, SY CHELSEA, TR2242CL, SUN2259CL, DÜET CL, LG5542, GRANİT, P64LE145 ve SY KİARA) (Tablo 1.) ve Trakya Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü'nden temin edilen 10 (TTAE 2022

13, TTAE 2022 15, TTAE 2022 63, TAE 2022 64, TTAE 2022 70, TTAE 2022 72, TTAE 2022 84, TTAE 2022 85, TTAE 2022 106 ve TTAE 2022 116.) çeşit adayı genotip olmak üzere toplam 20 farklı ayçiçeği materyali kullanılmıştır. Çeşitler farklı ıslah kökenlerine ve teknolojik özelliklere sahip olup, Clearfield ve Clearfield Plus segmentlerinde yer almaktadır. Denemede materyal olarak kullanılan çeşitler orta veya geç olum gruplarında yer almakta, yüksek verim potansiyeline ve %41–46 arasında değişen yağ oranına sahiptir. Ayrıca, çeşitlerin büyük çoğunluğu kuraklığa yüksek toleranslı (P64LP146, P64LP130, P64LE145, TR2242CL, SUN2259CL), farklı toprak tiplerine uyumlu ve mildiyö (*Plasmopara halstedii*) hastalığına karşı dayanıklı genotiplerdir. Tescilli olmayan genotipler ise kuraklığa karşı performanslarının belirlenmesi amacıyla materyal olarak kullanılmıştır.

Tablo 1. Denemede materyal olarak kullanılan çeşitlerin özellikleri

Table 1. Characteristics of the cultivars used as experimental material

Çeşitler/ genotipler	Olum dönemi	Verim	Yağ oranı (%)	Kuraklık performansı	Segment	Firma adı
P 64 LP 130	Orta -Geç	Yüksek	%42-45	Yüksek	Clearfield Plus	Pionner/Corteva
P 64 LP 146	Orta -Geç	Yüksek	%42-45	Yüksek	Clearfield Plus	Pionner/Corteva
SY CHELSEA	Orta -Geç	Yüksek	%42-45	Yüksek	Clearfield	Syngenta
TR 2242 CL	Orta -Geç	Yüksek	%44-46	Yüksek	Clearfield	TTAE
SUN 2259 CL	Orta -Geç	Yüksek	%44-46	Yüksek	Clearfield	TTAE
DÜET CL	Erkenci	Yüksek	%42-46	Yüksek	Clearfield	May Tohum
LG 5542	Orta -Geç	Yüksek	%42-45	Yüksek	Clearfield	Limagrain
GRANİT	Erkenci	Yüksek	%42-45	Yüksek	Klasik	Syngenta
P 64 LE 145	Orta -Geç	Yüksek	%42-45	Yüksek	Clearfield	Pionner/Corteva
SY KİARA	Orta -Geç	Yüksek	%41-43	Yüksek	Klasik	Syngenta

Clearfield: Clearfield üretim sistemi, tohum ve herbisit bileşiminden oluşan üstün nitelikli bir çözüm teknolojisidir. Bu teknolojiye dahil olan tohumlar, BASF tarafından test edilip kontrolden geçirildikten sonra Clearfield çeşit olarak tescillenmektedir.

Araştırma alanı killi-tınlı tekstürlü topraklardan oluşmakta olup, suya doygunluk oranı %52, pH değeri 7.78, toplam tuz oranı %0.03, organik madde miktarı %1.08 düzeyindedir. Toprakta bitkiye yarayışlı fosfor (P_2O_5) miktarı 1.72 kg da^{-1} , potasyum (K_2O)

miktarı ise $109.01 \text{ kg da}^{-1}$ 'dir. Bu değerler, deneme alanının düşük organik maddeye sahip, hafif alkali karakterli ve orta düzeyde besin maddesi içeren bir toprak yapısında olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Şanlıurfa/Ceylanpınar 1987-2023 ve 2024 yıllarına ait iklim verileri (Anonim, 2024a)**Table 2.** Climate data for Şanlıurfa/Ceylanpınar for the periods 1987–2023 and the year 2024 (Anonim, 2024a)

Aylık iklim değerleri	Yıl	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Ort.
Aylık Ort. sıcaklık C°	1987-2023	10.90	16.30	22.30	28.10	32.00	31.60	23.50
	2024	12.23	21.17	24.10	33.89	34.78	33.38	25.59
Aylık Ort. en yüksek sıcaklık C°	1987-2023	16.40	22.40	28.80	34.70	38.80	38.40	29.90
	2024	19.50	26.40	29.50	35.60	40.20	39.80	31.80
Aylık Ort. en düşük sıcaklık C°	1987-2023	5.80	10.30	15.30	20.60	24.30	24.00	16.70
	2024	5.70	12.30	15.70	22.20	25.40	23.70	17.50
Aylık Max. sıcaklık ve günü (C°/Gün)	1987-2023	29.90	34.30	37.60	42.70	44.70	44.40	39.20
	2024	25.60	34.90	36.60	43.80	44.60	44.10	38.30
Aylık Min. sıcaklık ve günü (C°/Gün)	1987-2023	-3,80	-2.10	640	11.50	16.20	15.90	7.30
	2024	-1.50	6.50	9.60	15.90	20.90	19.90	11.80
Aylık Ort. yağış (mm)	1987-2023	29.20	28.10	13.00	2.70	3.10	3.80	13.30
	2024	61.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.50

Şanlıurfa ili Ceylanpınar ilçesi yarı kurak ve sıcak iklim özelliklerine sahip olup, yaz aylarında yüksek sıcaklıklar ve düşük nem koşulları, kış aylarında ise serin ve parçalı bulutlu günler görülmektedir. Uzun yıllar (1987–2023) verilerine göre, bölgenin ortalama sıcaklığı 23.5 °C, yıllık ortalama yağış miktarı ise yaklaşık 430 mm civarındadır. 2024 yılı deneme döneminde (Mart–Ağustos ayları arası) ortalama sıcaklık 25.6 °C, en yüksek sıcaklık 44.6 °C (Temmuz), en düşük sıcaklık ise –1.5 °C (Mart) olarak ölçülmüştür. Yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına paralel olarak 13.5 mm/ay düzeyindedir ve en fazla yağış Mart ayında (61 mm) gerçekleşmiştir.

2.2. Yöntem

Deneme, kuru koşullarda ve ana ürün olarak, tesadüf blokları deneme deseni'ne göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parsel 4 sıra, sıra arası mesafe 70 cm, parsel genişliği 2.80 m, parsel uzunluğu 6 m olacak şekilde düzenlenmiş, toplam deneme alanı 1.680 m² olarak planlanmıştır. Denemede 20 farklı ayçiçeği çeşidi ve genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Ekim işlemi 03 Mart 2024 tarihinde, toprak sıcaklığının 9-10 °C seviyesine ulaştığı dönemde elle ekim yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada; bitki boyu (cm), tabla çapı (cm), dekara verim

(kg da⁻¹), 1000 tane ağırlığı (g), yağ oranı (%) ve protein oranı (%) gibi verim ve kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Ayrıca çiçeklenmeye olgunlaşma gün sayıları gibi fenolojik özellikler de izlenmiştir. Deneme alanı sonbaharda pulluk ile 20-25 cm derinlikte sürülmüş, kış sonrası diskaro ile ikileme yapılmıştır. Yaklaşık bir hafta sonra üçlü kombinasyon aleti (kaz ayağı, tırmık ve merdane) ile üçleme yapılarak toprak yüzeyi düzleştirilmiş ve yabancı ot kontrolü sağlanmıştır. Ekim öncesinde toprak, tesadüf blokları deneme desenine göre parsellasyon yapılarak ekime hazır hale getirilmiştir. Ekimle birlikte 12 kg da⁻¹ DAP, (%18 N-%46 P₂O₅) taban gübresi olarak uygulanmıştır. Böylece toprağa 3,6 kg saf azot ve 9.2 kg saf fosfor kazandırılmıştır. Üst gübre olarak 25 kg da⁻¹ üre (%46 N) uygulanması planlanmışsa da, deneme döneminde yaşanan yüksek sıcaklıklar ve yağış yetersizliği nedeniyle bu uygulama gerçekleştirilememiştir. Araştırma tamamen kuru koşullarda yürütülmüş olup, yetiştirme sezonu boyunca hiçbir sulama yapılmamıştır. Yetiştirme sezonu boyunca toprak nemini korumak ve boğaz doldurma amacıyla iki kez el çapası yapılmıştır. Yabancı ot kontrolü mekanik olarak sağlanmıştır. Kuş zararını önlemek için gerekli önlemler alınmış, ancak zararın görülmemesi nedeniyle tabla poşetlemesi yapılmamıştır. Hasat işlemleri

danede nem oranı %10–12 seviyesine düştüğünde 01–08 Ağustos 2024 tarihleri arasında elle yapılmıştır. Her parseldeki dört sıradan dış iki sıra ve parsel baş ve sonlarından 50 cm lik alanlar kenar tesiri olarak bırakılmış, geriye kalan alandaki tablalar elle hasat edilmiştir. Hasat edilen tablalar, etiketlenmiş torbalarda muhafaza edilerek harmana taşınmıştır. Tohumlar elle harmanlanarak genotiplere göre etiketlenmiş ve analiz için hazırlanmıştır. Elde edilen veriler, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi (ANOVA) yöntemiyle değerlendirilmiştir;

ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD Çoklu Karşılaştırma Testi ($p<0.05$) ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Fenolojik ve morfolojik özellikler

3.1.1. %50 çiçeklenme gün sayısı

Denemede yer alan 20 ayçiçeği çeşidi/genotipi için, ekimden itibaren %50 çiçeklenmeye kadar geçen süre gözlemlere dayalı olarak gün cinsinden hesaplanmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş olup sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Çeşitlerin/genotiplerin fenolojik ve morfolojik özelliklerine ait ortalama değerler

Table 3. Mean values of the phenological and morphological characteristics of the cultivars/genotypes

Çeşit/Genotip	%50 çiçeklenme gün sayısı	%90 olgunlaşma gün sayısı	Bitki boyu (cm)**	Tabla çapı (cm)**	Tohum bağlama oranı (1–5)**
P 64 LP 146	92.00 d-h	143 a-b	80.0 a	8.0 b-d	3.0 b
GRANİT	84.75 j	140 d-f	73.8 ab	6.5 c-e	2.0 d
P 64 LE 145	92.25 d-g	142 a-d	72.0 ab	10.3 ab	4.0 a
SUN 2259 CL	96.75 a-c	143 a-b	71.5 ab	11.3 a	4.3 a
P 64 LP 130	90.00 f-h	143 a-b	70.3 a-c	8.3 bc	2.5 b-d
SY CHELSEA	91.25 e-h	141 b-c	69.0 a-c	7.3 c-e	2.8 b-c
TTAE 2022 84	97.25 a-b	143 a-d	69.0 a-c	10.3 ab	3.8 a
DÜET CL	91.50 e-h	142 a-d	67.0 a-d	7.3 c-e	2.8 b-c
TTAE 2022 116	88.50 h-i	139 e-f	67.0 a-d	5.3 d-h	2.5 b-d
LG 5542	93.25 c-g	140 c-f	66.0 a-e	6.3 c-e	2.3 c-d
TTAE 2022 106	90.25 f-h	138 f	59.0 b-f	6.0 c-f	2.0 d
TTAE 2022 72	95.25 b-d	141 b-e	55.3 c-f	3.3 f-h	1.0 e
TTAE 2022 64	93.50 c-f	142 a-d	53.0 d-f	5.5 c-g	2.3 c-d
TR 2242 CL	98.00 a	141 b-e	51.3 ef	4.5 e-h	2.3 c-d
TTAE 2022 85	86.25 i-j	144 a	50.5 ef	2.5 h	1.0 e
TTAE 2022 70	89.75 g-h	142 a-d	50.3 f	2.8 gh	1.0 e
TTAE 2022 15	94.25 b-e	143 a-c	49.3 f	2.5 h	1.0 e
TTAE 2022 13	91.75 d-h	140 c-f	48.8 f	2.8 gh	1.0 e
TTAE 2022 63	94.50 b-e	141 b-e	47.5 f	3.0 gh	1.0 e
SY KİARA	84.50 j	143 a-b	46.5 f	2.5 h	1.0 e
AÖF	3.63	2.50	15.69	2.9	0.6
Değişim Katsayısı	2.79	2.51	18.22	36.51	21.57

** $p<0.01$ düzeyinde, * $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Tablo 3 incelendiğinde, %50 çiçeklenme gün sayısı bakımından çeşitler/genotipler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.01$). Bu farklılıkların, genetik özellikler ile çevresel faktörlerin birlikte etkisinden kaynaklandığı

düşünülmektedir. Çeşitler arasında %50 çiçeklenme gün sayısının 84 ile 98 gün arasında değiştiği, en erken %50 çiçeklenmeye ulaşan çeşitler SY KİARA (84 gün), GRANİT (85 gün) ve TTAE 2022 85 (86 gün) olurken; en geç çiçeklenen çeşitler TR 2242 CL (98

gün), TTAE 2022 84 (97 gün) ve SUN 2259 CL (96 gün) olarak belirlenmiştir. Bu durum, çeşitlerin genetik farklılıklarından ve kurak koşullara karşı gösterdikleri adaptasyon kapasitesinden kaynaklanmakta olduğu varsayılmaktadır. Kurak koşullar altında erken çiçeklenen genotiplerin, bitkinin su stresinden kaçınma stratejisine sahip olduğu, dolayısıyla yüksek sıcaklık dönemine girmeden generatif döneme geçerek daha avantajlı bir gelişim sürecini izlemeye çalıştığı şeklinde düşünülmektedir. Geç çiçeklenen genotiplerin ise daha uzun vejetatif dönem geçirmesi nedeniyle stres koşullarına daha fazla maruz kalacağı değerlendirilmektedir. (Flagella ve ark., 2002; Rauf, 2008; Hussain ve ark., 2018; Kaya ve Evci, 2021). Unger (1983) ile Yakan ve Kanburoğlu (1989) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Bu araştırmacılar, kurak koşullar altında ayçiçeği çeşitleri arasında çiçeklenme süresinde önemli farklılıkların bulunduğunu ve bu farklılıkların genetik yapı ile çevresel koşulların etkileşimine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Dolayısıyla mevcut çalışma sonuçları, literatürdeki bulgularla uyumlu olup, çeşitlerin çevresel streslere karşı farklı adaptasyon yeteneklerine sahip olduklarını göstermektedir.

3.1.2. %90 olgunlaşma gün sayısı

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinde olgunlaşma dönemi, üretim sürecinin son evresini temsil etmekte olup, bitkinin fizyolojik olarak hasat olgunluğuna ulaştığı aşamayı ifade eder. %90 olgunlaşma gün sayısı, bitkilerin yaklaşık %90'ının olgunluk göstergelerine ulaştığı zamanı belirtmektedir. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3. incelendiğinde, %90 olgunlaşma gün sayısı bakımından çeşitler/genotipler arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli farklar belirlenmiştir. Bu farklılıkların, ayçiçeğinde özellikle kurak koşullar altında, bazı genotiplerin daha kısa gelişme süresiyle erken olgunluğa ulaşarak stresin şiddetlendiği dönemlerden kaçınabildiği ve bu sayede verim ve adaptasyon açısından avantaj kazandıkları, farklı ekolojik koşullarda yürütülen

çalışmalarla ortaya konmuştur. %90 olgunlaşma gün sayısı, özellikle kurak koşullarda genotiplerin stres toleransı, adaptasyon kabiliyeti ve verim stabilitesi hakkında önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Flagella ve ark., 2002; Baydar ve Erbaş, 2014; Hussain ve ark., 2018). Söz konusu Tablo 3 incelendiğinde, çeşitler/genotipler arasında %90 olgunlaşma gün sayısının 138 ile 144 gün arasında değiştiği, en erken olgunlaşan genotipler TTAE 2022 106 (138 gün) ve TTAE 2022 116 (139 gün) olurken, en geç olgunlaşan çeşitler TTAE 2022 85 (144 gün) ve SY KİARA (143 gün) olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, farklı özelliklere sahip genotiplerin kurak koşullara verdiği fizyolojik yanıtların değişken olduğunu, dolayısıyla olgunlaşma süresinin çevresel streslere adaptasyonda belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir (Baydar ve Erbaş, 2014; Vear, 2016). Kurak koşullarda erken olgunlaşan çeşitlerin, bitkinin su stresinden kaçınma stratejisi geliştirdiği ve su kaynaklarının azaldığı dönemlerde generatif dönemi tamamlayarak fizyolojik olgunluğa ulaştığı, geç olgunlaşan genotiplerin ise daha uzun vejetatif gelişme süresi nedeniyle kuraklık stresine daha fazla maruz kaldığı ancak kuraklığa direnç gösterdiği, fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal mekanizmalarını kullanarak yaşamsal faaliyetlerini sürdürdüğü şeklinde izah edilebilir. Bu direnç, kuraklıktan kaçınma, kuraklığa tolerans ve su kullanım etkinliği gibi alt mekanizmaların birleşimiyle oluşmakta olup, bu mekanizmalar bitkilerin kuraklık stresine adaptasyonunda temel rol oynamaktadır (Levitt, 1980; Blum, 2005; Fang ve Xiong, 2015; Pereira, 2024). Kaya ve Evci (2019) ile Unger (1983) tarafından yürütülen çalışmalarda da, erken olgunlaşan ayçiçeği genotiplerinin kurak koşullarda daha iyi performans gösterdiği ve üretim istikrarının yüksek olduğu bildirilmesi, yapılan bu çalışma ile bazı genotipler için benzerlik gösterse de, temelde genotiplerin/çeşitlerin kuraklık dirençlerinin farklı olduğu, bazen erkenci olan genotiplerin/çeşitlerin kuraklık stresi nedeniyle erken olgunlaştığı, çok daha düşük verimler verdiği (yada hiç verim vermediği), kuraklığa dirençli olanların toprakta var olan

nemi daha efektif kullandığı ve vejetasyon süresini verimi olumlu etkileyecek şekilde uzatığı şeklinde izah edilebilir (Levitt, 1980; Blum, 2005; Fang ve Xiong, 2015; Pereira, 2024).

3.1.3. Bitki boyu (cm)

Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) bitki boyu; genotipin çevreye uyum gücü, fotosentetik yüzey alanı ve rekabetçi yeteneği hakkında bilgi sağlayan temel morfolojik bir özelliktir. Bu çalışmada materyal olarak kullanılan ayçiçeği çeşitlerin/genotiplerin bitki boyu değerleri Tablo 3'te sunulmuştur. Adı geçen tablo incelendiğinde, denemede kullanılan ayçiçeği çeşitleri/genotipleri arasında bitki boyu bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunduğu ($p \leq 0.01$), genotiplerin kurak koşullara verdiği morfolojik tepkilerin farklılaştığını ve bitki boyunun genetik temelli bir karakter olarak çevresel stresle güçlü etkileşim gösterdiğini işaret etmektedir (Vear, 2016; Kaya ve Evci, 2019). Bazı genotiplerin kurak koşullar altında daha uzun boylanma eğilimi gösterdiği, bazılarının ise kısa boylu kaldığı, özellikle P 64 LP 146 (80 cm), GRANİT (73 cm) ve P 64 LE 145 (72 cm) uzun boylu olarak öne çıkarken; SY KİARA adlı çeşit en kısa (46 cm) boylu olarak saptanmıştır. Bitki boyu uzun olarak ön plana çıkan P 64 LP 146 (80 cm), P 64 LE 145 (72 cm) ve SUN 2259 CL (71 cm) gibi çeşitlerin, kurak koşullarda vejetatif gelişimlerini belirli ölçüde sürdürebildikleri; bu durumun söz konusu genotiplerin daha güçlü kök sistemi, daha etkin su kullanımı veya stres koşullarına daha iyi adaptasyon kabiliyeti ile ilişkili olabileceği, buna karşılık, TTAE 2022 63 (47 cm), SY KİARA (46 cm), TTAE 2022 13 (48 cm) ve TTAE 2022 15 (49 cm) gibi genotiplerde bitki boyunun belirgin şekilde baskılandığı görülmektedir. Bu durum, kuraklık stresinin hücre uzaması ve internod gelişimini sınırlandırması sonucu ortaya çıkan tipik bir büyüme kısıtlanması tepkisi olarak değerlendirilmektedir. Bitki boyundaki bu azalma, söz konusu genotiplerin su stresine karşı daha duyarlı olduğunu ve fotosentetik yüzey alanının sınırlandırılması yoluyla verim bileşenlerinin olumsuz etkilendiğini

düşündürmektedir. Kurak koşullarda kısa boylanma, çoğu zaman su stresinden kaçınma stratejisinin bir görünümü olarak değerlendirilebilir; ancak aşırı kısalma fotosentetik yüzey alanını sınırlayarak verimi olumsuz etkileyebilir. Buna karşılık, daha uzun boylu genotipler, yeterli su bulunması halinde daha yüksek biyokütle ve tabla oluşum potansiyeline sahip olabilir. Dolayısıyla boy uzunluğunun 'en yüksek' ya da 'en düşük' olması tek başına üstünlük göstergesi değildir; çevre koşullarıyla birlikte değerlendirilmelidir (Baydar, 2010; Hussain ve ark., 2018). Kurak koşullarda bitki boyu, su stres ve yüksek sıcaklık etkisiyle azalma eğilimi gösterebilmekte; genotip $\times$ çevre etkileşimi nedeniyle çeşitler arasında anlamlı farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Baydar, 2010; Hussain ve ark., 2018; Kaya ve Evci, 2019). Daha önce yapılan çalışmalar da kurak koşullarda bitki boyunun belirgin şekilde azaldığını ve genotipler arasında anlamlı farklılıklar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Farklı çevre ve yönetim koşullarında ayçiçeği genotiplerinde bitki boyunun değişkenlik gösterdiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Kıllı, 1988; Kara, 1991; Dilci, 1993; Sefaoğlu, 2008). Bu çalışmalar, mevcut araştırmada gözlenen genotipler arası farklılıkların genetik temelli olduğunu ve çevresel stres (özellikle su kıtlığı ve yüksek sıcaklık) ile kuvvetle etkileştiğini desteklemektedir.

3.1.4. Tabla çapı (cm)

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan 20 ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşidinin/genotipinin tabla çapı değerlerine ilişkin veriler Tablo 3'te verilmiştir. Söz konusu tablo incelendiğinde, çeşitler/genotipler arasında tabla çapı bakımından %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklar olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). Bu sonuç, çeşitlerin/genotiplerin genetik olarak birbirinden farklı özellikler taşıdığını ve çevresel faktörlere karşı farklı adaptasyon yetenekleri geliştirdiğini göstermektedir. Bazı genotiplerin kurak koşullara daha dayanıklı, bazılarının ise daha hassas olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 3 incelendiğinde, en

yüksek tabla çapının 11.3 cm ile SUN 2259 CL çeşidinde/genotipinde belirlenmiştir. Bu çeşit, tabla çapı bakımından diğer genotiplere göre daha üstün bir adaptasyon kapasitesine sahip olduğu görülmektedir. SUN 2259 CL'yi 10,3 cm ile P 64 LE 145 ve TTAE 2022 84 genotipleri izlemiştir. Öte yandan, en düşük ortalama tabla çapı 2.5–3.0 cm arasında değişmiş olup, TTAE 2022 15, SY KİARA ve TTAE 2022 85 genotiplerinde gözlenmiştir. Bu durum, söz konusu genotiplerin tabla çapı bakımından daha düşük performans gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Elde edilen bu veriler, çeşitlerin/genotiplerin genetik özellikleri ve abiyotik stress faktörlerine karşı geliştirmiş oldukları savunma mekanizmalarının farklı olduğu değerlendirilmektedir. Bu bulgular, daha önce yapılan çalışmalarla da paralellik göstermektedir. Başalma (2009), Karaaslan ve ark. (2002) ve Sefaoğlu (2008) tarafından yürütülen araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

3.1.5. Tohum bağlama oranı (1–5)

Denemede yer alan 20 ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşidinin/genotipinin tohum bağlama oranları, gözlemsel olarak 1 ile 5 arasında derecelendirilmiş ve bu veriler varyans analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Tohum bağlama oranı, bitkinin generatif dönemdeki başarı düzeyini ve çevresel stres koşullarına verdiği fizyolojik tepkiyi gösteren önemli bir parametredir. Bu nedenle bu özellik, genotiplerin kuraklığa dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesinde önemli bir ayırt edici faktör olarak ele alınmıştır. Elde edilen verileri Tablo 3'te, verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, tohum bağlama oranı bakımından çeşitler/genotipler arasındaki fark %1 ($p < 0.01$) düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar, çeşitler/genotipler arasında gözleme dayalı olarak belirlenen tohum bağlama oranları arasında belirgin olduğu görülmektedir. En yüksek tohum bağlama oranı 4.0–4.3 aralığında değişmekte olup, bu değere SUN 2259 CL, P 64 LE 145 ve TTAE 2022 84 genotipleri ulaşmıştır. Bu genotiplerin yüksek bağlama oranı göstermesi, morfolojik ve fizyolojik açıdan kurak koşullara daha iyi

uyum sağladıklarını ve dölleme başarısının yüksek olduğunu göstermektedir. Buna karşın, en düşük tohum bağlama oranı 1.0–2.0 arasında değişmiş ve GRANİT ile TTAE 2022 106 genotiplerinde tespit edilmiştir. Ayrıca istatistiksel olarak aynı grupta yer alan ve tohum bağlamayan veya düşük performans gösteren genotipler arasında TTAE 2022 15, TTAE 2022 63, SY KİARA, TTAE 2022 13, TTAE 2022 70, TTAE 2022 72 ve TTAE 2022 85 çeşitleri bulunmaktadır. Bu durum, incelenen genotiplerin tohum bağlama yeteneği açısından genetik olarak farklı özelliklere sahip olduğunu ve çevresel koşullara farklı tepkiler verdiğini göstermektedir. Özellikle kurak koşulların etkisi altında, bazı genotiplerin polen canlılığı, dölleme başarısı ve tohum tutma oranı bakımından üstün performans sergilediği (Tablo 3), bazılarının (TTAE 2022 106, P 64 LP 130, LG 5542, TR 2242 CL, SY CHELSEA, TTAE 2022 64, TTAE 2022 64, TTAE 2022 116, GRANİT) ise stres koşullarında daha düşük verim gösterdiği anlaşılmaktadır. Genellikle geçici genotipler kuraklık altında daha fazla su tüketirler, ancak daha fazla kuru madde üretirler, suyu verimli bir şekilde daha fazla kullanırlar ve kuraklıktan kaçmak için erkencilere göre daha iyi kuraklık toleransı ve daha yüksek verime sahiptirler (Kaya Pekcan, 2022). Bu farklılıkların, genetik varyasyonun yanı sıra özellikle çiçeklenme döneminde meydana gelen çevresel stres koşullarından (yüksek sıcaklık, düşük nem ve tozlaşma yetersizliği) kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bulgular, Kara (1991) tarafından Erzurum koşullarında yürütülen benzer bir çalışmanın sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir. Söz konusu araştırmada da kurak ve sulanmayan alanlarda tohum bağlama oranlarının önemli düzeyde azaldığı ve çeşitler arasında anlamlı farkların olduğu belirtilmiştir. Bu benzerlik, mevcut çalışmada elde edilen sonuçların literatürle uyumlu olduğunu ve genotiplerin çevreye adaptasyon farklılıklarını doğru şekilde yansıttığını göstermektedir.

3.2. Verim ve bazı kalite özellikleri

3.2.1. Bin dane ağırlığı (g)

Denemede yer alan 20 ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşidi/genotipine ait bin tane ağırlığı değerleri ile yapılan varyans analiz sonucunda, %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.01$). Bin tane ağırlığına ait bulgular Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, genotiplerin genetik yapılarındaki farklılıkların ve çevresel koşullara verdikleri fizyolojik tepkilerin bin dane ağırlığını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Çeşitler/genotipler arasında bin dane ağırlığının 48.55 g ile 32.75 g arasında değiştiği (TTAE 2022 15, TTAE 2022 13, TTAE 2022 63, TTAE 2022 70, TTAE 2022 72, TTAE 2022 85 ve SY KİARA genotipleri hariç) belirlenmiştir. En yüksek değeri SUN 2259 CL (48.55 g) çeşidi göstermiş, bunu TR 2242 CL (40.75 g) ve TTAE 2022 116 (39.10 g) takip etmiştir. Bu genotiplerin yüksek bin dane ağırlığı göstermesi, kurak koşullara dayanıklılık ve dane dolum süresinin etkinliği ile ilişkilendirilmektedir. Denemede tohum elde edilemeyen genotipler (TTAE 2022 15, TTAE 2022 13, TTAE 2022 63, TTAE 2022

70, TTAE 2022 72, TTAE 2022 85 ve SY KİARA genotipleri) istatistiksel analiz dışında tutulmuştur. Karaaslan ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmalarla elde edilen bulgular paralellik göstermektedir.

3.2.2. Dekara tane verimi (kg da⁻¹)

Çeşit ve genotiplere ait elde edilen ortalama verim değerleri ise Tablo 4'te sunulmuştur. Dekara tane verimi, ayçiçeği üretiminde genetik potansiyelin çevresel koşullarla etkileşimini yansıtan en temel verim parametrelerinden biridir. Tablo 4 incelendiğinde, ayçiçeği çeşitleri/genotipleri arasında dekara tane verimi açısından %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu sonuç, çeşitlerin/genotiplerin çevresel koşullara tepkilerinin farklı olduğunu, özellikle kurak koşullar altında verim performanslarının genetik yapıya bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bazı genotiplerin düşük verim değerleri, kuraklık stresine duyarlılığı; bazı genotiplerin yüksek verim değerleri ise kurak koşullara adaptasyon kabiliyetini ortaya koymaktadır.

Tablo 4. Çeşitlerin/Genotiplerin verim ve bazı kalite özelliklerine ait ortalama değerler

Table 4. Mean values of yield and some quality traits of the cultivars/genotypes

Çeşit/Genotip	Verim (kg da ⁻¹)*	Bin dane ağırlığı (g)*	Yağ oranı (%)*	Protein oranı (%)*
SUN 2259 CL	84.67 a	48.55 a	41.19 c-e	20.32 d-f
P 64 LE 145	75.61 a	36.25 d-g	41.77 b-d	15.47 ı
TTAE 2022 84	48.17 b	36.30 d-g	39.88 f	18.12 h
P 64 LP 146	45.31 b	36.80 c-f	42.41 ab	17.76 h
DÜET CL	42.66 b-d	37.00 c-e	42.48 ab	19.63 fg
TTAE 2022 106	33.05 c-e	37.80 cd	41.71 b-e	18.68 gh
P 64 LP 130	31.98 c-e	34.65 e-h	41.97 bc	19.82 ef
LG 5542	30.48 de	34.45 f-h	40.79 d-f	22.18 ab
TR 2242 CL	28.90 de	40.75 b	40.71 ef	20.75 c-e
SY CHELSEA	28.83 de	32.75 h	41.03 c-e	21.44 a-c
TTAE 2022 64	25.58 e	33.25 h	41.78 b-d	22.50 a
TTAE 2022 116	25.52 e	39.10 bc	41.61 b-e	20.43 c-f
GRANİT	21.63 e	34.25 gh	43.20 a	21.31 b-d
AÖF	13.83	2.37	1.05	1.09
DK	24.03	4.47	1.76	3.83

** $p<0.01$ düzeyinde, * $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Tablo 4 incelendiğinde, denemede yer alan 20 ayçiçeği çeşidi/genotipi arasında dekara tane verimi bakımından önemli farklılıklar olduğu, 7 Çeşit/Genotip ten hiç verim alınmadığı tespit edilmiştir. Verim alınan çeşit/genotiplerin verim değerleri 84.67 kg da⁻¹ ile 21.63 kg da⁻¹ arasında değiştiği, en yüksek dekara verimin SUN 2259 CL çeşiti (84.67 kg da⁻¹) ve P 64 LE 145 (75.61 kg da⁻¹) çeşitlerinden elde edildiği belirlenmiştir. Bu iki genotip, kurak koşullar altında yüksek verim potansiyeli göstermeleri nedeniyle kuraklığa adaptasyon kabiliyetlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta düzeyde verim gösteren genotipler arasında TTAE 2022 84, P 64 LP 146, DÜET CL ve TTAE 2022 106 yer almaktadır. Buna karşın en düşük verim değeri 21.63 kg da⁻¹ ile GRANİT çeşidinde tespit edilmiştir. Ayrıca TTAE 2022 15, TTAE 2022 13, TTAE 2022 63, TTAE 2022 70, TTAE 2022 72, TTAE 2022 85 ve SY KİARA genotiplerinde herhangi bir verim alınmamıştır. Bu genotipler, kuraklık stresine karşı yüksek duyarlılık göstermiş ve generatif gelişim aşamasında tane oluşturmamıştır. Elde edilen sonuçlar, daha önce yapılan çalışmalarla da örtüşmektedir. Kurak koşullarda ayçiçeği çeşit ve genotipleri arasında dekara tane verimi bakımından belirgin farklılıklar ortaya çıktığı, bazı genotiplerin generatif gelişim aşamasında tane bağlayamazken, kök sistemi gelişmiş ve transpirasyon etkinliği yüksek genotiplerin verim potansiyelini daha iyi koruduğu birçok çalışmada rapor edilmiştir (Hussain ve ark., 2018; Kaya ve Evci, 2021). Özellikle çiçeklenme ve tane dolum döneminde su stresine tolerans gösteren genotiplerin, kurak koşullarda stabil verim sergilediği; stres duyarlılığı yüksek genotiplerde ise polen canlılığının azalması ve embriyo abortu nedeniyle hiç tane oluşmayabildiği bildirilmiştir (Rauf, 2008; Nezami ve ark., 2020; Hussain ve ark., 2022). Kadayıfçı ve Yıldırım (2000), Ankara koşullarında yürüttükleri araştırmada uzun süreli kuraklıkların bitki tablasının küçülmesine, tohum sayısının azalmasına ve dekara verimin önemli ölçüde düşmesine neden olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle, kurak bölgelerde

yüksek verim hedefleyen üretim stratejilerinde SUN 2259 CL ve P 64 LE 145 gibi yüksek toleranslı genotiplerin tercih edilmesi önerilmektedir.

3.2.3. Yağ oranı (%)

Denemeye alınan tane elde edilen 13 ayçiçeği çeşitlerinin/genotiplerinin elde edilen yağ oranlarına ilişkin sonuçları Tablo 4'te, verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, çeşitler/genotipler arasında yağ oranı bakımından %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.01$ farklılıklar saptanmıştır). Analiz sonucunda yağ oranlarının %43.20 ile %39.88 arasında değiştiği görülmektedir. Kurak koşullarda en yüksek yağ oranına sahip genotipler, GRANİT (%43.20), DÜET CL (%42.48) ve P 64 LP 146 (%42.41) olmuştur. Öte yandan SUN 2259 CL (%41.19) çeşidi, diğer parametrelerde olduğu gibi yağ oranı açısından da yüksek performans göstermiştir. Verim alınamayan genotipler (TTAE 2022 63, 15, 13, 70, 72, 85 ve SY KİARA) değerlendirme dışı bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Arslan ve ark. (2000), Öz ve ark. (2010), Bange ve ark. (1997) ve Duca ve Glijin (2013) gibi araştırmacıların bulgularıyla paralellik göstermektedir.

3.2.4. Protein oranı (%)

Ayçiçeği bitkisinin besin değeri ve kalite parametreleri açısından önemli özelliklerinden biri olan protein oranı hem genetik yapıdan hem de çevresel koşullardan etkilenmektedir. Çalışmada yer alan 20 ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşidi/genotipi, protein oranı çeşitler/genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %1 ($p < 0.01$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Araştırmalar, ayçiçeği genotiplerinin su stresi altında farklı fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler gösterdiğini ortaya koymuştur (Cellier ve ark., 1998; Shen ve ark., 2023). Kuraklık koşullarında protein sentezinin genotipe bağlı olarak değiştiği, bazı genotiplerde azot metabolizmasının baskılanmasıyla protein oranının düştüğü, bazı genotiplerde ise stabil protein birikiminin devam ettiği belirlenmiştir (Balliau ve ark., 2021). Tablo 4 incelendiğinde, verim alınan 13 ayçiçeği çeşidi/genotipin arasında protein

oranlarının %22.50 ile %15.47 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek protein oranı TTAE 2022 64 (%22.50), LG 5542 (%22.18) ve SY CHELSEA (%21.44) genotiplerinde belirlenmiştir. Bu genotiplerin yüksek protein oranına sahip olmaları, kurak koşullarda bile azot kullanım etkinliği ve protein sentez kapasitesi bakımından avantajlı olduklarını göstermektedir. Daha düşük protein oranına sahip genotipler arasında P 64 LE 145 (%15.47), P 64 LP 146 (%17.76) ve TTAE 2022 84 (%18.12) yer almaktadır. Denemede verim alınamayan 7 genotip (SY KİARA, TTAE 2022 85, TTAE 2022 72, TTAE 2022 70, TTAE 2022 63, TTAE 2022 15, TTAE 2022 13) değerlendirme dışı bırakılmıştır. Elde edilen bulgular literatürdeki araştırmalarla büyük ölçüde paralellik göstermektedir. Duca ve Glijin (2013), ayçiçeğinde protein ve yağ oranlarının genetik faktörler ve çevresel koşulların etkileşimine bağlı olarak değiştiğini, kuraklık stresinin genellikle protein oranında artışa, ancak toplam verimde azalmaya yol açtığını belirtmişlerdir. Benzer biçimde Önder ve ark. (2001)'da kurak koşullar altında bazı ayçiçeği genotiplerinin protein içeriğini artırabildiğini, fakat bu durumun genellikle biyokütle azalmasıyla birlikte seyrettiğini ifade etmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma ayçiçeği genotipleri arasında protein oranı bakımından önemli genetik varyasyonlar bulunduğunu ortaya koymuştur. Kurak koşullarda yüksek protein oranı sergileyen TTAE 2022 64, LG 5542 ve SY CHELSEA gibi genotipler, hem verim hem kalite hedefli ıslah programlarında değerlendirilebilecek potansiyele sahip materyaller olarak öne çıkmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kurak koşullarında farklı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin verim ve kalite performanslarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Elde edilen bulgular, genotiplerin çevresel stres faktörlerine verdikleri farklı tepkilerin hem morfolojik hem de fizyolojik özellikler açısından önemli varyasyonlar oluşturduğunu ortaya koymuştur. Özellikle verim, yağ oranı, protein oranı, bitki

boyu, tabla çapı ve tohum bağlama oranı gibi özelliklerde genotipler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar belirlenmiştir. Verim bakımından SUN 2259 CL ve P64 LE 145 çeşitleri öne çıkmış, bu çeşitlerin yüksek verim ve uyum kabiliyetleri ile kurak koşullarda yetiştiricilik için uygun materyaller olduğu saptanmıştır. Yağ oranı yönünden GRANİT, DÜET CL ve P64 LP 146 çeşitleri yüksek değerlere ulaşırken; protein oranı bakımından TTAE 2022 64, LG 5542 ve SY CHELSEA genotipleri dikkat çekmiştir. Bu sonuçlar, kurak koşullarda bile bazı genotiplerin azot metabolizmasını ve protein sentezini sürdürebilme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Kuraklık stresi, ayçiçeğinde fenolojik gelişme süresini, bitki boyunu ve generatif organ gelişimini önemli ölçüde etkilemiştir. Erken çiçeklenen ve erken olgunlaşan genotipler, su stresinden kaçınma stratejisiyle daha kısa bir gelişim dönemi geçirirken; bazı geç olgunlaşan genotiplerin, su kullanım etkinliği ve tolerans mekanizmaları sayesinde yüksek verim ve kaliteyi sürdürebildiği belirlenmiştir. Bu durum, kuraklıktan kaçınma (drought avoidance), kuraklığa tolerans (drought tolerance) ve su kullanım etkinliği (water use efficiency) gibi alt mekanizmaların genotiplerin adaptasyon başarısında belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Sonuç olarak, Ceylanpınar koşullarında ayçiçeği yetiştiriciliğinde SUN 2259 CL ve P64 LE 145 genotiplerinin yüksek verim ve kuraklığa dayanıklılık kombinasyonu ile öne çıktığı; TTAE 2022 64, LG 5542 ve SY CHELSEA genotiplerinin ise yüksek protein içerikleriyle kalite odaklı ıslah çalışmalarında değerlendirilebilecek nitelikte olduğu belirlenmiştir. Bu genotipler, bölgenin kurak ekosistemine uyum sağlayabilen, yüksek performanslı materyaller olarak önerilmektedir. Gelecekte yürütülecek çalışmalarda, kuraklığa dayanıklılığın fizyolojik, genetik ve moleküler düzeyde incelenmesi; genotip $\times$ çevre etkileşimini modelleyen uzun dönemli verilerin kullanılması; ayrıca ıslah programlarında su kullanım etkinliğini artırmaya yönelik markör

destekli seleksiyon yöntemlerinin uygulanması önerilmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma insan veya hayvan denekleri içermediğinden etik kurul onayı gerekmemektedir.

Kaynaklar

- Adeleke, B.S., Babalola, O.O., Glick, B.R., Olagoke, O.B., 2020. Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food. *Frontiers in Plant Science*, 11: 594.
- Arslan, B., Altuner, F., Ekin, Z., 2000. Kısıtlı koşullarda yetiştirilen bazı ayçiçeği *Helianthus annuus* L. çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerinde bir araştırma. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 13-17 Ekim, s: 464-467.
- Anonim 2024a, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü. <https://www.tigem.gov.tr/Bilgi/Gunluk-Yagislar> (Erişim Tarihi 22.04.2025).
- Başalma, D., 2009. Ayçiçeği çeşit/genotiplerinin verim unsurları yağ oranları ve yağ verimleri bakımından karşılaştırılması. *Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 19-22 Ekim, Hatay, s:148-152.
- Baydar, H., Erbaş, S., 2014. Yağ Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 97.
- Blum, A., 2005. Drought resistance, water-use efficiency and yield potential—Are they compatible, dissonant or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(11): 1159–1168.
- Descamps, C., Quinet, M., Baijot, A., Jacquemart, A.L., 2018. Temperature and water stress affect plant–pollinator interactions and pollen viability in a mass-flowering crop. *Ecology and Evolution*, 8(13): 6601–6612.
- Dilci, F., 1993. Çukurova Bölgesinde farklı ayçiçeği çeşit/genotiplerinin Çukurova koşullarındaki tarımsal ve teknolojik özellikleri ve bunlar arasındaki ilişkiler üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Duca, M., Glijin, A., 2013. The broomrape effect on some physical and mechanical properties of sunflower seeds. *Analele Ştiinţifice ale Universităţii “Al. I. Cuza” Iaşi, Biologie vegetală*, 59(2): 75–83.
- Fang, Y., Xiong, L., 2015. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 72: 673–689.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R., De Caro, A., 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower hybrids in relation to the sowing date and water regime. *European Journal of Agronomy*, 17(3): 221–230.
- Hussain, S., Raza, M.A., Mumtaz, M., Ashraf, M.A., Fan, Y., 2018. Drought stress in sunflower: Physiological effects, tolerance mechanisms and management approaches. *Agricultural Water Management*, 201: 16–28.
- Hussain, S., Mumtaz, M., Raza, M.A., Fan, Y., 2022. Genotypic variation in sunflower under drought stress: Implications for yield stability and breeding. *Environmental and Experimental Botany*, 196: 104816.

- Kadayıfçı, A., Yıldırım, O., 2000. Ayçiçeği su-verim ilişkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 137–145.
- Kara, K., 1991. Bazı yerli ve yabancı yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşit/genotiplerini zirai karakterleri üzerine bir araştırma. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2): 62–77.
- Karaaslan, D., Söğüt, T., Şakar, D., 2002. Diyarbakır koşullarında kolzada farklı tohumluk miktarlarının verim ve verim komponentlerine etkisi. 3. *Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 12.15 Eylül, Diyarbakır, s:52–56.
- Kaya, Y., 2005. Determining combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4): 243–250.
- Kaya, Y., Evci, G., 2019. Türkiye’de ayçiçeği tarımı, sorunları ve çözüm önerileri. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayını, Edirne.
- Kaya, Y., 2020. Sunflower production in blacksea region: the situation problems. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 4(1): 147-155.
- Kaya, Y., Evci, G., 2021. Sunflower breeding for drought tolerance in semi-arid environments. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(3): 271–283.
- Kaya, Y., Pekcan, V., 2022. Ayçiçeğinde kuraklığa dayanıklılık ıslahı (Ed: Y. Kaya). Ayçiçeğinde kuraklığa dayanıklılık ıslahı. Duvar Yayın Evi, Ankara, s: 629-644.
- Kıllı, F., 1988. Ayçiçeğinde farklı sulama ve gübreleme düzeylerinin büyüme ve gelişmeye etkisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1): 23–31.
- Levitt, J., 1980. Responses of plants to environmental stresses: Volume II – Water, radiation, salt, and other stresses (2nd ed.). Academic Press, New York.
- Nezami, A., Khazaei, H., Rahimzadeh Khoei, F., 2020. Effects of drought stress on yield and yield components of sunflower genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 43(14): 2140–2153.
- Önder, M., Öztürk, Ö., Ceyhan, E., 2001. Yağlık ayçiçeği çeşit/genotiplerinin verim ve bazı verim unsurlarının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(28): 136–146.
- Pacini, E., Dolferus, R., 2019. Pollen developmental arrest: Maintaining pollen fertility in a world with a changing climate. *Frontiers in Plant Science*, 10: 679.
- Pereira, T.S., 2024. Linking water-use strategies with drought resistance: From physiology to ecosystems. *Physiologia Plantarum*, 176(3): e14114.
- Rauf, S., 2008. Breeding sunflower for drought tolerance. *Communications in Biometry and Crop Science*, 3(1): 29–44.
- Qiao, D., Xu, H., Zhang, Y., Wang, Z., Chen, L., 2024. Effects of drought on photosynthesis in major food crops: Mechanisms and adaptive responses. *Plants*, 13(5): 1124.
- Sefaoğlu, F., 2008. Ayçiçeğinde farklı çevre koşullarının verim ve kalite üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(2): 101–109.
- Senapati, N., Stratonovitch, P., Paul, M.J., Semenov, M.A., 2019. Drought tolerance during reproductive development is critical for crop yield: Modelling evidence for wheat. *Journal of Experimental Botany*, 70(9): 2549–2560.
- Sinan, N.S., Görmüş, Ö., 1991. GAP bölgesine uygun ayçiçeği çeşitlerinin saptanması üzerine araştırmalar. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1–18.
- Unger, P.W., 1983. Irrigation effect on sunflower growth, development and water use. *Field Crops Research*, 7(3): 181–194.

- Vear, F., 2016. Changes in sunflower breeding over the last fifty years. *OCL – Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 23(2): D202.
- Yakan, H., Kanburoğlu, S., 1989. Kırklareli koşullarında ayçiçeğinin su tüketimi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 14, Kırklareli, 45 s.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Erez, M.E., Tuğa, H., Baytin Alacı, R., Kaymaz, Ö., Hassan, D.A., Yaşar, Ö., 2023. Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış domates bitkilerine farklı dozlarda mangan uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkisi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(1): 105–115.
- Zhao, D., Reddy, K.R., Kakani, V.G., Read, J.J., Koti, S., 2020. Effects of water stress on photosynthesis, yield, and water use efficiency of winter wheat. *Water*, 12(8): 2127.