

## Aspir (*Charthamus tinctorius* L) Genotiplerinde Fide Devresi Kuraklığının Tohum Verimi, Yağ Oranı ve Yağ Verimine Etkileri

Hasan KOÇ<sup>1\*</sup>

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya

<https://orcid.org/0000-0003-1728-070X>

✉: koc175@hotmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada, ilkbahar kuraklığının sıklıkla görüldüğü Konya ilinde, doğal şartlarda oluşan fide devresi (rozet devresi) kuraklığına karşı aspir genotiplerinin tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi bakımından tepkilerinin Kuraklık Hassasiyet indeksi (KHI) yardımıyla değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 6 tescilli çeşit ve seleksiyonla elde edilen 17 genotip ile 2018 ve 2019 yıllarında tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. 2018 yılında aspirin fide devresinde (Mayıs) toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasının oldukça üzerinde 72 mm olarak gerçekleşirken, 2019 yılı Mayıs ayında bu değer 10 mm olmuş ve uzun yıllar ortalaması çok altında gerçekleşmiştir. Bu doğal şartlarda gerçekleşen fide devresi kuraklık koşulları, aspir genotiplerinin stresli ve stressiz koşullara tepkilerini değerlendirme fırsatı tanımıştır. Araştırmada Stressiz (2018 yılı) ve stresli (2019 yılı) şartlara ait değerler üzerinden yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, genotip, stres arasındaki ve genotip stres interaksyonu, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi özellikleri için %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tohum verimi bakımından, denemede yer alan genotiplerin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri incelendiğinde G1 kuraklığa en hassas genotip olarak belirlenmiş (1.50) bunu G6 (1.33) ve G8 (1.19) takip etmiştir. Standart çeşitlerin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri incelendiğinde, Dinçer (1.19) çeşidinin en hassas çeşit olduğu belirlenmiştir. Kuraklık hassasiyet indeksi en düşük dolayısıyla kuraklığa en toleranslı genotipler ise G13 (0.48), G14 (0.53) ve G15 (0.65) olmuştur. Tescilli çeşitler içerisinde Balcı (0.92) kuraklığa en toleranslı çeşit olarak tespit edilmiştir. Fide devresi kuraklık stresinden etkilenmenin her genotipte farklı şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yağ oranı kuraklıktan önemli ölçüde etkilenmekle birlikte, bu etkilenme bazı genotiplerde azalış yönünde olurken, bazı genotiplerde artış yönünde olmuştur. Aspir genotiplerinin fide devresi kuraklığına tepkisi ise, yağ verimi bakımından tohum verimine benzer şekilde olmuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 14.04.2020

Kabul Tarihi : 04.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Aspir

Kuraklık Hassasiyet İndeksi (KHI)

Tohum Verimi

Yağ Oranı

Yağ Verimi

## Effects of Seedling Stage Drought on Seed Yield, Oil Rate and Oil Yield in Safflower (*Charthamus tinctorius* L) Genotypes

### ABSTRACT

Objective of this study was to evaluate the responses of safflower genotypes in terms of seed yield, oil content and oil yield against seedling stage (rosette stage) drought occurring in natural conditions in Konya province where spring drought is frequently observed with the help of drought Sensitivity Index (DSI). The study was conducted in 2018 and 2019 with four replications as a randomized blocks, with 6 registered varieties and 17 genotypes obtained by selection. In 2018, the total amount of precipitation in the safflower seedling stage (May) was well above the average for many years, while this value was 10 mm in May 2019, and it was well below the average for many years. Seedling drought conditions occurring in these natural conditions

### Research Article

#### Article History

Received : 14.04.2020

Accepted : 04.06.2020

#### Keywords

Safflower

Drought Sensitivity Index (DSI)

Seed Yield

Oil Content

Oil Yield

provided an opportunity to evaluate the reactions of safflower genotypes to stressful and stress-free conditions. According to the results of the analysis of variance based on the values of the stress-free (2018) and stressful (2019) values in the study, it was found to be significant compared to 1% for genotype, stress and genotype stress interaction, seed yield, oil content and oil yield characteristics. In terms of seed yield, when the drought sensitivity index values of the genotypes included in the experiment were examined, G1 was determined as the most susceptible to drought (1.50), followed by G6 (1.33) and G8 (1.19). When the drought sensitivity index values of the standard varieties were examined, Dinçer (1.19) variety was determined to be the most sensitive variety. The drought sensitivity index was lowest, therefore drought most tolerant genotypes were G13 (0.48), G14 (0.53) and G15 (0.65). Among the registered varieties, Balcı (0.92) has been identified as the most drought tolerant variety. It has been determined that the effect of seedling stage drought stress occurs differently in each genotype. Although the oil content was significantly affected by drought, this effect was decreasing in some genotypes while it increased in some others. The effect of safflower genotypes on oil yields from seedling drought was similar to seed yield.

**To Cite :** Koç H 2020. Aspir (*Charthamus tinctorius* L) Genotiplerinde Fide Devresi Kuraklığının Tohum verimi, Yağ Oranı ve Yağ Verimine Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1626-1633. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.720081.

## GİRİŞ

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak, özellikle bölgesel yağışlardaki azalma ve küresel ısınmanın neden olduğu buharlaşmanın artması nedeniyle kuraklığın gelecekte daha da artması beklenmektedir (Lobell ve ark.,2008).

Kuraklık veya su açığı, bitkilerin büyümesini, gelişmesini ve üretimini ciddi şekilde etkileyen çevresel streslerden biridir (Ongom ve ark., 2016). Bu gerçek ıslahçıları, agronomistleri, yetiştiricileri ve fizyologları verimi artırmak için, kuraklığı hafifletecek uygulamaları ve “kuraklığa toleranslı” genotipleri araştırmaya yöneltmiştir (Acevedo ve Ceccarelli, 1989).

Su stresine karşı bitki tepkileri çok karmaşıktır ve kuraklık stresinin süresi ve şiddeti, bitki olgunluğunun evresi, önceki çevresel koşullar ve bunların etkileşimleri gibi bazı faktörlerdeki değişikliklerden etkilenebilir (Farahani ve ark., 2011). Buna ek olarak genotiplerin su eksikliği stresine karşı tepkisi; stresin yoğunluğu ve süresi ile stresin bitki büyüme ve gelişmesinin hangi aşamasında olduğuna bağlıdır. Stres oluşum süresinin kuraklık stres yoğunluğundan daha önemli olduğuna dikkat edilmelidir (Nargeseh ve ark.,2020). Farklı genetik yapı nedeniyle, genotipler genellikle genotip-çevre etkileşimi olarak adlandırılan çevreye verdikleri cevaplarda farklılık gösterir (Mansour ve ark., 2017). Genotip ve çevre arasındaki etkileşimi genotiplerin farklı çevresel koşullar altında nasıl performans göstereceğini tahmin edememek ıslah çalışmalarını zorlaştırmaktadır (Shakhatreh ve ark., 2001). Bir genotipin kuraklığa yatkınlığı genellikle su eksikliği stresi altında verimdeki azalmanın miktarı ile ölçülür

(Blum, 2012).

Aspir kuraklığa dayanıklı bir ürün olarak kabul edilse de, yüksek verim sağlamak için uygun toprak nem seviyelerine ihtiyaç duyar. Genel olarak, büyüme mevsimi boyunca 600 mm yağış (çoğunluğu çiçeklenmeden önce düşen ) yüksek verim elde etmek için yeterli görünmektedir. Normal maksimum büyüme döneminde, yani rozet devresinden çiçeklenmeye kadar su sıkıntısı, büyüme ve gelişmede belirgin bir azalmaya neden olacaktır (Uslu ve ark.,2002).

Aspir aslında 2-3 metre derinliğe ulaşabilen kök sistemi sayesinde kuraklık stresinde hayat döngüsünü devam ettirebilmektedir. Buna rağmen kuraklık stresi şiddetli olduğunda ise aspir tohum verimi keskin bir şekilde azalmaktadır (Lovelli ve ark., 2007). Bunun sebebi aspirde 2-3 metre kök uzunluğu maksimum kök uzunluğu olup bu uzunluğa bitki ancak ileri gelişim dönemlerinde ulaşabilmektedir.

Aspir, su stresine hassas bir bitki olarak kabul edilmesine rağmen dünyada genellikle çeşitli su stres seviyelerine sahip kuru tarım koşullarında yetiştirilir (Hamzehzarghani ve ark.,2011). Türkiye’de de genellikle kuru iklim koşullarında sulanmadan yetiştirilen bir yağ bitkisidir. Aspirin ekim alanlarının büyük bir kısmını oluşturan Orta Anadolu bölgesinde Mayıs ayında gerçekleşen erken ilkbahar kuraklığı verimde önemli düşüslere sebep olmaktadır.

Kuraklık ve kuraklık toleransı gibi abiyotik streslerle ilgili çalışmalar, aspirde büyük ölçüde eksiktir (Singh , 2006 ). Aspir bitkisinin kuraklığa dayanıklılığı ile ilgili çalışmaların büyük çoğunluğunu çiçeklenme ve tohum dolum evresindeki kuraklığın etkisinin araştırıldığı

çalışmalar oluşturmaktadır ( Öztürk ve ark., 2009; Bagheri ve Sharghi, 2011; Roudbari ve ark.,2012; Zareie ve ark.,2013; Nacar ve ark.,2016).

Buna karşılık aspirde erken ilkbahar kuraklığı ile ilgili sınırlı araştırmalar mevcuttur, bu çalışmalarda aspir genotiplerinde bu dönem su stresini tolere etmek için genetik çeşitliliğin mevcut olduğunu, bunun tespit edilmesinin kuru koşullarında aspir yetiştiriciliğine önemli avantajlar sağlayacağı bildirilmiştir (Nikzad ve ark.,2013; Amini ve ark.,2013).

Aspir genotiplerinin çeşitli gelişme devrelerinde kuraklığa toleransını belirleyen araştırmalar, çoğunlukla kontrollü şartlarda sera ortamında ya da belirli bir dönem sulama kısıtlamasıyla yapılmıştır. Bu çalışma ise 2018 Mayıs ayında yeterli yağışın gerçekleşmesi (72 mm) ve 2019 Mayıs ayında ise çok düşük bir yağışla (10 mm) yoğun bir kuraklık yaşanması sonucu, genotiplerin doğal koşullarda kuraklık stresine toleransının değerlendirilmesidir.

Araştırmada, erken ilkbahar kuraklığının sıklıkla görüldüğü Konya ilinde, doğal şartlarda oluşan fide devresi (rozet devresi) kuraklığına karşı aspir genotiplerinin tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi bakımından tepkilerinin Kuraklık Hassasiyet indeksi

yardımla değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 6 tescilli çeşit (Koç, Göktürk, Dinçer, Linas, Balcı, Olas) ve aspir ıslah çalışmaları kapsamında verim ve yağ içeriğine göre yapılan seleksiyonla elde edilen 17 genotip ile 2018 ve 2019 yıllarında Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde yürütülmüştür. Tesadüf Blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme parselleri 1.2 metre eninde, 5 metre uzunluğunda ve hasatta parsel alanı 6 metrekaare olacak şekilde deneme mibzeri ile ekim yapılmıştır. Ekim bütün yıllarda Mart ayının son haftası metrekaareye 125 adet tohum gelecek şekilde yapılmıştır. Hasat Ağustos ayının ikinci haftasında parsel biçerdöveriyle yapılmıştır.

Deneme yeri toprakları; killi-tınlı bir bünyeye sahiptir. Organik madde içeriği % 2 ile orta seviyededir. Toprağın kireç miktarı % 29 olup yüksek sınıfa girmektedir. Asitlik derecesi (PH 7.8) hafif alkali sınıfa girmektedir. Fosfor ve Potasyum miktarı bakımından zengindir. Tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Çizelge.1 Denemenin yürütüldüğü yıllara ve uzun yıllara(1929-2019) ait aylık yağış miktarı(mm) ve aylık sıcaklık ortalamaları(C<sup>0</sup>)

Table.1 Monthly precipitation amount (mm) and monthly temperature averages (C<sup>0</sup>) for the years and long years (1929-2019) of the experiment.

	Yıllar (Years)	AYLAR (Months)												
		Oc. Jan	Şub. Feb.	Mart Mar.	Nis Apr	May. May	Haz. June	Tem. July	Ağ. Aug.	Eyl. Sept.	Ek. Oct	Kas. Nov.	Ar. Dec.	TOT. TOT.
Yağış (precipitation)	2018	35	3	36	14	72	39	20	1	8	42	27	63	360
	2019	56	22	14	27	10	30	6	8	10	14	45	112	356
	Uz. Yıl.	38	29	28	32	43	24	6	5	13	30	32	42	322
Sıcaklık (Temperature)	2018	1.3	5.7	9.8	14	17.2	21.2	24.9	24.3	19.8	13.4	7.3	3	161.9
	2019	0.5	4.1	6.4	9.6	17.8	20.9	23	23.3	19.2	15.1	8.5	2.9	151.3
	Uz. Yıl.	-0.3	1	5.7	11	15.8	20.4	23.6	23.2	18.7	12.6	5.9	1.5	139.3

2018 yılında aspirin rozet devresinde (Mayıs) toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasının (43mm) oldukça üzerinde 72 mm olarak gerçekleşirken, 2019 yılı Mayıs ayında bu değer 10 mm olmuş ve uzun yıllar ortalaması çok altında gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Bu doğal şartlarda gerçekleşen rozet devresi kuraklık koşulları, aspir genotiplerinin stresli ve stressiz koşullara tepkilerini değerlendirme fırsatı tanımıştır.

Aspirin Orta Anadolu şartlarında aylık gelişme periyotları; nisan ayı çıkış ve erken fide devresi, mayıs ayı fide (rozet) devresi, haziran ayı sapa kalkma ve tomurcuklanma, temmuz ayı çiçeklenme, ağustos ayı fizyolojik olum ve hasat devresi olarak sınıflandırılabilir.

Araştırmada stres konuları aşağıdaki şekildedir:

K0: Fide (rozet) devresi stressiz şartlar ( 2018 yılı Mayıs ayı yağışı: 72 mm)

K1: Fide (rozet ) devresi stresli şartlar (2019 Mayıs ayı yağışı:10 mm)

Kuraklık hassasiyet indeksi hesaplanması şu şekilde yapılmıştır; her bir genotip için mayıs ayında en yüksek yağışın gerçekleştiği (72 mm) 2018 yılına ait elde edilen değer, o genotipin o çevredeki potansiyeli olarak alınmış, en düşük yağışın gerçekleştiği (10 mm) 2019 yılı değerleri ile karşılaştırılarak, her genotip için aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Fischer ve Maurer, 1978; Bahrami ve ark.,2014;Rashidi ve ark.,2017).

Kuraklık şiddeti = Stressiz (2018 yılı) ortalama verim\* - Stresli (2019 yılı ortalama verim\*)/Stressiz ortalama verim

Kuraklık şiddeti: Kurak koşullarda verimdeki ortalama azalmanın oransal miktarını göstermektedir.

\*Verim, denemede yer alan tüm genotiplerin ortalama verimidir.

KHI (Kuraklık Hassasiyet indeksi)= [(Stressiz verim\*\* - Stresli verim\*\*) / Stressiz verim\*\*]/Kuraklık şiddeti

\*\*Verim, her bir genotipin verim değerini ifade eder.

Elde edilen verilerin varyans analizleri JMP 5.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ise LSD testi ile incelenmiştir.

Çizelge 2. Aspir genotiplerinde stresli ve stressiz koşullarda tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi için varyans analizi  
Table 2. Analysis of variation for seed yield, oil content and oil yield in safflower genotypes evaluated under stress and non stress conditions

Varyasyon Kayn. (Variation sources)	SD (DF)	Kareler Ortalaması (Mean Square)		
		TV (SY)	YO (OC)	YV (OY)
Tekerrür (Replication)	3	11195 NS	0.0045 NS	1407 NS
Stres (Stress)	1	632407**	8,42**	80948**
Genotip (Genotyp)	22	5700**	28.23**	719**
Genotipx Stres (Genotype x Stress)	22	4157**	1.18**	516**
Tek[stres] & Random Replication[STRES]&Random)	3	13930**	0.00567 NS	1733**
Hata (Error)	132	623 NS	0,09 NS	76 NS
Toplam (Total)	183	5502**	3.64**	697**

SD: Serbestlik Derecesi (DF: Degree of Freedom), TV: Tohum Verimi (SY: Seed Yield), YO: Yağ Oranı (OC: Oil Content), YV: Yağ Verimi (OY: Oil Yield), \*\*P<0.01 significant, NS: Non Significant

Tohum verimi için kuraklık şiddeti % 43 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Lovelli ve ark., (2007), kuraklık stresi şiddetli olduğunda aspir tohum veriminin keskin bir şekilde azaldığını bildirmişlerdir. Kuraklık hassasiyet indeksi değerinin 1'den küçük olması kuraklığa toleransı, 1'den büyük olması ise kuraklığa hassasiyeti ifade eder (Baloch ve ark., 2011; Singh ve ark., 2015).

Tohum verimi bakımından, denemede yer alan genotiplerin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri incelendiğinde G1 kuraklığa en hassas genotip olarak belirlenmiş (1.50) bunu G6 (1.33) ve G8 (1.19) takip etmiştir. Standart çeşitlerin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri incelendiğinde, Dinçer (1.19) çeşidinin en hassas çeşit olduğu belirlenmiştir.

Kuraklık hassasiyet indeksi en düşük dolayısıyla kuraklığa en toleranslı genotipler ise G13 (0.48), G14 (0.53) ve G15 (0.65) olmuştur. Tescilli çeşitler içerisinde Balcı (0.92) kuraklığa en toleranslı çeşit olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

G1, tohum verimi bakımından kuraklığa en hassas genotip olup stressiz normal şartlarda 382 kg da<sup>-1</sup> verim verirken, stresli şartlarda bu verim 135 kg da<sup>-1</sup> a kadar düşmüştür (Çizelge 4). G6'da bu değerler dekara 273 kg' dan 117 kg' a ve G8'de 263 kg dan 129 kg düşmüştür. Bu genotipler stressiz şartlarda tohum verimi bakımından ilk sıralarda yer alırken, stresli şartlarda son sıralarda yer almışlardır. Kuraklığa en hassas tescilli çeşit olarak tespit edilen Dinçer çeşidinin ise normal şartlarda 306 kg olan verimi, stres şartlarında 150 kg' a düşmüştür (Çizelge 4).

Kuraklık hassasiyet indeksine göre en toleranslı genotip olan G13 normal şartlarda 235 kg da<sup>-1</sup> tohum

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada Stressiz (2018 yılı) ve stresli (2019 yılı) şartlara ait değerler üzerinden yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 2); Genotip, stres arasındaki ve genotip stres interaksyonu, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi özellikleri için %1 seviyesine göre önemli bulunmuştur.

verimi verirken, stres şartlarında tüm genotipler içerisinde 187 kg da<sup>-1</sup> ile ilk sırada yer almıştır. Kuraklığa tolerant diğer genotiplerden G14'den bu değerler stressiz ve stresli olmak üzere 228 ve 176 kg da<sup>-1</sup>, G15'den 212 ve 153 kg da<sup>-1</sup> tohum verimi elde edilmiştir (Çizelge 4).

Stresli ve stressiz şartlar tohum verimi değerlerini incelendiğinde fide devresindeki kuraklığın önemli derecede tohum verimini düşürdüğü bu düşüşün ortalama %43'e kadar varabildiği tespit edilmiştir. Fide devresi kuraklık stresinden etkilenmenin her genotipte farklı şekilde gerçekleştiği ve genotipler arasında tolerans bakımından önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Nitekim su stresinin büyüme ve verim üzerindeki etkilerinin genotipten genotipe değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Bannayan ve ark., 2008).

İyi çevre şartlarında yüksek verim veren genotipler rozet devresi kuraklığından daha fazla etkilenmişler, bu genotiplerin tohum verimindeki düşüş oransal olarak daha yüksek olmuştur. Buna karşılık kötü çevre şartlarına toleranslı genotipler, büyük ölçüde iyi şartlarda tohum verimi düşük genotiplerdir.

Aspir genotiplerinde sapa kalkma öncesi yani erken fide devresi ve rozet devresi kuraklık tohum veriminde önemli azalmalara neden olmuştur. Aguado ve ark. (2000), bitkilerde kuraklık stresinin yaşandığı şartlarda bitki sapında depolanan kuru maddenin tane verimi kayıplarını en aza indirmek için büyük bir öneme sahip olduğunu, bitki sapı yeşil kaldığı sürece fotosentez de devam edeceğinden, kuraklıktan etkilenmede nispeten az olacağını bildirmişlerdir. Bundan dolayı sapa kalkma öncesi kuraklık verimi önemli ölçüde etkilemiştir.



Çizelge 3. Aspir genotiplerinde kuraklık stresi koşullarında tespit edilen kuraklık hassasiyet indeksi değerleri (KHİ)  
Table 3. Drought sensitivity index values (DSI) detected in drought stress conditions in safflower genotypes

Genotip <i>Genotyp</i>	Hat No <i>Line No</i>	KHİ (TV) <i>DSI(SY)</i>	KHİ (YO) <i>DSI(OC)</i>	KHİ (YV) <i>DSI(OY)</i>
G1	82-3	1.50	1.91	1.48
Koç	Koç	1.17	4.82	1.19
G2	96-3	1.12	-1.19	1.08
Göktürk	Göktürk	1.14	2.05	1.13
Dinçer	Dinçer	1.19	3.30	1.18
G3	25-3-a	1.17	5.46	1.20
G4	83-1-a	0.90	-0.98	0.86
G5	28-2	1.00	2.29	1.01
G6	79-4	1.33	-0.25	1.29
Linan	Linan	1.08	2.13	1.09
G7	63-2-b	1.02	1.13	1.01
G8	77-1-d	1.19	0.45	1.15
Balcı	Balcı	0.92	-0.36	0.90
Olas	Olas	1.07	1.37	1.07
G9	2010-3	1.05	-0.60	1.02
G10	42-b	0.74	-0.98	0.72
G11	2010-9	1.00	-5.99	0.90
G12	106-2	0.73	5.57	0.80
G13	13-2-c	0.48	-0.42	0.47
G14	84-3-a	0.53	2.55	0.56
G15	11-1	0.65	-0.89	0.61
G16	107-2-a	1.12	-1.68	1.08
G17	56-2-c	0.82	2.56	0.83
<b>Kuraklık şiddeti (%) (Drought intensity (%))</b>		43	1	44

Çizelge 4. Stresiz ve stresli koşullarında tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi değerleri  
Table 4. Seed yield, oil ratio and oil yield values under stress and non stress conditions

Genotip <i>Genotyp</i>	Hat No <i>Line No</i>	TVK0 <i>SYK0</i>	TVK1 <i>SYK1</i>	YOK0 <i>OCK0</i>	YOK1 <i>OCK1</i>	YVK0 <i>OYK0</i>	YVK1 <i>OYK1</i>
G1	82-3	382	135	34.0	33.3	129	45
Koç	Koç	338	168	39.2	37.3	132	63
G2	96-3	327	169	34.5	34.9	113	59
Göktürk	Göktürk	307	157	34.9	34.2	107	54
Dinçer	Dinçer	306	150	29.9	28.9	91	44
G3	25-3-a	291	145	34.8	32.9	101	48
G4	83-1-a	289	177	35.7	36.0	103	64
G5	28-2	280	159	34.7	33.9	97	54
G6	79-4	273	117	35.7	35.8	97	42
Linan	Linan	267	143	36.6	35.8	98	51
G7	63-2-b	266	150	34.5	34.1	92	51
G8	77-1-d	263	129	35.4	35.2	93	46
Balcı	Balcı	254	153	35.9	36.0	91	55
Olas	Olas	249	134	37.8	37.3	94	50
G9	2010-3	244	134	33.4	33.6	81	45
G10	42-b	243	166	35.4	35.7	86	59
G11	2010-9	242	138	33.4	35.4	86	49
G12	106-2	242	166	37.6	35.5	91	59
G13	13-2-c	235	187	34.4	34.5	81	64
G14	84-3-a	228	176	34.9	34.0	80	60
G15	11-1	212	153	34.2	34.5	72	53
G16	107-2-a	204	106	34.6	35.2	70	37
G17	56-2-c	187	122	39.4	38.4	74	47
<b>Mean</b>	<b>266</b>	149	<b>35.3</b>	34.9	94	52	
<b>LSD(%5)</b>	45	28	<b>0.3</b>	0.7	16	9	
<b>CV(%)</b>	12	11	<b>0.6</b>	1.2	11	11	

TVK0 (kg da<sup>-1</sup>): Tohum verimi stressiz koşullar, TVK1 (kg da<sup>-1</sup>): Tohum verimi stres koşulları, YOK0 (%): Yağ oranı stressiz koşullar, YOK1 (%): Yağ oranı stres koşulları YVK0 (kg da<sup>-1</sup>): Yağ verimi stressiz koşullar, YVK1 (kg da<sup>-1</sup>): Yağ verimi stres koşullar

Fide dönemi kuraklığından aspir genotiplerinin fazla miktarda etkilenmesinin diğer bir sebebi ise bu dönemde bitkilerin az gelişmesi sebebiyle, bitki örtüsünün toprağı tam olarak kaplayamaması ve buharlaşmanın fazla olmasıdır. Ludlow ve Muchow (1990), kurak koşullarda toprak yüzeyini erken dönemden itibaren kapatan genotiplerin su kaybını azalttığı, radyasyon alımını ve transpirasyon etkinliğini artırdığı bildirmişlerdir.

Aspir bitkisinin kuraklığa toleranslı olmasının nedeni 2-3 m derinliğe ulaşabilen derin kök yapısı sayesinde toprakta mevcut depo suyu kullanabilmesidir (Lovelli ve ark., 2007). Fide devresinde ise bitki kök uzunluğunu fazla geliştiremeden kuraklık stresine maruz kaldığı için bu dönemde kuraklığa toleransı oldukça düşüktür. Nitekim Koç (2019), aspir genotiplerinin rozet devresinde kök uzunluğunun 80 mm ile 111.5 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Su eksikliği koşullarında ise kök uzunluğu bu uzunluklara dahi ulaşamamaktadır. Hojati ve ark.(2011), su eksikliği koşullarında yetiştirilen aspir çeşitleri için kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru maddesinde azalma ve düşük büyüme oranı bildirmişlerdir. Uslu ve ark. (2002), kök uzaması sırasındaki düşük yağışın tohum verimini azalttığını tespit etmişlerdir.

Bu sonuçlara benzer şekilde aspirin fide devresi su eksikliğine duyarlı olduğu bu dönemdeki kuraklığın tohum verimini önemli ölçüde düşürdüğü farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Esendal ve ark., 2007; Farooq ve ark., 2009; İstanbulluoğlu ve ark., 2009).

Yağ oranı için kuraklık şiddeti % 1 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bu değer tohum verimi ile karşılaştırıldığında yağ oranının fide dönemi kuraklığından daha az etkilendiğini göstermektedir. Bazı genotiplerin yağ oranı için kuraklık hassasiyet indeksi değerleri 1 den oldukça büyük gerçekleşmiştir (G12,G3 ve Koç). Bu genotiplerin kuraklık stresi şartlarında yağ oranları önemli ölçüde düşmüştür. Stres koşullarında yağ oranı düşen diğer genotipler ise sırasıyla; Dinçer, G17, G14, G5, Linas, Göktürk, G1, Olas, G7 genotiplerdir. G8 ise etkilenmemiştir. Buna karşılık bazı genotiplerin ise stres koşullarında yağ oranı daha yüksek gerçekleşmiştir (G11,G16,G2,G4,G10,G15,G9,G13,Balcı,G6).

Stres şartlarından bazı genotiplerin yağ içeriklerinin yüksek tespit edilmesinin nedeni, danenin cılız kalması ve düşük kuru madde miktarı sebebiyle kuru madde miktarından hesaplanan yağ oranının yüksek çıkmasıdır.

Deharo ve ark. (1997), 37 farklı ülkeden toplanan 199 aspir genotipleriyle yaptıkları çalışmada, yağ oranının genetik ve çevre koşullarına göre değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise, aynı koşullarda genotipler kuraklık stresinden farklı şekillerde

etkilenmişler bunun sebebinin farklı genetik yapıya sahip olmalarından kaynaklandığı söylenebilir.

Bu araştırma da bazı genotipler açısından değerlendirildiğinde benzer şekilde Oad ve ark., (2002)'da su stresinin yağ konsantrasyonunu azalttığını bildirmiştir. Buna karşılık, Mozaffari ve Asadi (2006), aspir yağı içeriğinin artan sulama oranlarına yanıt vermediğini tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonuçlarında ise kuraklık stresinin bazı genotiplerden yağ oranını düşürürken, bazı genotiplerde yükselttiği tespit edilmiştir. Bunun nedeni araştırmalarda kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

2018 ve 2019 yılında toplam yağış miktarlarının birbirine yakın olması (360-356 mm), hem de ortalama sıcaklık değerlerinin birbirine yakın olması aspir genotiplerinin verim ve yağ oranını bakımından oluşan varyasyonda rozet devresi yağış miktarının daha çok etkili olduğu söylenebilir (Çizelge 1).

Fide devresi kuraklığından aspir genotiplerinin yağ verimlerinin etkilenmesi, tohum verimine benzer şekilde olmuş, yağ verimi açısından kuraklık hassasiyet indeksi değerleri de tohum verimine yakın değerler almıştır(Çizelge 3). Yağ verimi, tohum verimi ile yağ oranından hesaplanmakla birlikte burada tohum verimi daha etkilidir. Koutroubas ve ark. (2009), yağ verimi için aspir genotipleri sıralamasının tohum verimine benzer olduğunu, çünkü yağ veriminin esas olarak tohum veriminden daha çok etkilendiğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde Öztürk ve ark.,(2009), aspir çeşitleriyle yürüttükleri çalışma neticesinde, sapa kalkma ve çiçeklenme öncesi iki kez sulama ile tohum verimi ve yağ veriminde önemli artışlar tespit etmişlerdir.

## SONUÇ

Fide devresi kuraklığı aspir genotiplerinin tohum verimlerini stressiz koşullara göre önemli ölçüde düşürmüştür. Fide devresi kuraklık stresinden etkilenmenin her genotipte farklı şekilde gerçekleştiği ve genotipler arasında tolerans bakımından önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bazı genotipler kuraklık stresine hassas olarak tespit edilirken, bazı genotiplerde toleranslı olarak bulunmuştur. Tescilli çeşitler içerisinde en hassas çeşit Dinçer çeşidi olurken, en toleranslı çeşit Balcı çeşidi olmuştur. Genotiplerden Balcı çeşidinden daha toleranslı genotipler mevcuttur.

Stressiz koşullarda yüksek verim veren genotipler fide devresi kuraklığından daha fazla etkilenmişler, bu genotiplerin tohum verimindeki düşüş oransal olarak daha yüksek olmuştur. Buna karşılık stres şartlarına dayanıklı genotipler, büyük ölçüde iyi şartlarda tohum verimi düşük genotiplerdir. Bu yüzden üreticilere çeşit tavsiyelerinde bölge şartlarına uygun çeşitlerin belirlenmesi son derece önemlidir.

Yağ oranı kuraklıktan önemli ölçüde etkilenmekle birlikte, tohum verimi ile karşılaştırıldığında daha az etkilendiği tespit edilmiştir. Bu etkilenme bazı genotiplerde azalış yönünde olurken, bazı genotiplerde artış yönünde olmuştur.

Aspir genotiplerinin yağ verimlerine fide devresi kuraklığından etkisi, tohum verimine benzer şekilde olmuş, yağ verimi açısından kuraklık hassasiyet indeksi değerleri de tohum verimine yakın değerler almıştır.

Fide devresi kuraklık stres toleransı, aspir büyümesini ve hayatta kalmayı sınırlayan ana faktörlerden biridir. Bu nedenle, çevresel stres toleransının artması, aspir ıslah programlarının en önemli hedeflerinden biridir. Gerek melezleme programlarında gerekse yeni çeşitlerin tescil çalışmalarında kötü çevre koşullarına uyum gösterebilen, toleranslı genotiplerin kullanılması gerekir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Aguado JAC, Rodes R, Perez PI, Dorado M 2000. Morphological and Characteristics and Yield Components Associated with Accumulation And Loss of Dry Mass in the Internodes of Wheat. *Field Crops Research* 66:129-139.
- Amini H, Arzani A, Bahrami F 2013. Seed Yield and Some Physiological Traits of Safflower as Affected By Water Deficit Stress. *Int J of Plant Prod* 7:597-614.
- Acevedo E, Ceccarelli S 1989. Role of the physiologist-breeder in a breeding program for drought resistance conditions (No. CIS-1195. CIMMYT).
- Bagheri H, Sharghi Y 2011 The Survey of Agronomical Traits of Safflower Cultivars in Condition of Water Deficit (*Carthamus tinctorius* L.), *Advances in Environmental Biology* 5(13): 3836-3839.
- Bahrami F, Arzani A, Karimi V 2014. Evaluation of Yield-Based Drought Tolerance Indices For Screening Safflower Genotypes. *Agronomy Journal* 106(4): 1219-1224.
- Baloch MJ, Khan NU, J WA, Hassan G, Khakgwani AA, Soomro ZA, Veesar NF 2011. Drought Tolerance Studies Through Wssi and Stomata in Upland Cotton. *Pak.J.Bot* 43(5):2479-2484.
- Bannayan M, Nadjafi F, Azizi M, Tabrizi L, Rastgoo M 2008. Yield and Seed Quality of *Plantago Ovata* and *Nigella Sativa* under Different Irrigation Treatments. *Ind Crops Prod* 27: 11-16.
- Blum A 2012. Drought Resistance. In. *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer, New York.
- Deharo A, Del Rio M, Lopez JC, Garcia M. A, Palomares M. J. and Fernandes Martines J 1997. Evaluation of the World Collection of Safflower for Oil Quality and Other Seed Characters. *Sesame and Safflower News* 6: 94-99.
- Esendal A, Istanbuluoglu B, Arslan B, Paşa C 2007. Effect of Water Stress on Growth Components of Winter Safflower (*Carthamus tinctorius*). Paper presented at the 7th International Safflower Conference, Wagga
- Farahani SM, Chaichi MR, Mazaheri D, Afshari R. T 2011. Barley Grain Mineral Analysis as Affected by Different Fertilizing Systems and by Drought Stress. *J. Agr. Sci. Tech* 13: 315-326
- Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D, Basra SMA 2009. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. *Agron Sustain Dev* 29:185-212.
- Fischer RA, Maurer R 1978. Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars. I. Grain Yield Responses. *Aust. J. Agric. Res* 29: 897-912.
- Hamzehzarghani H, Kazemeini S. A 2011. An analysis of the exponential family models to predict yield loss of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) challenged with water stress and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *J. Agr. Sci. Tech* 13: 989-1000.
- Hojati M, Modarres-Sanavy S, Karimi M, Ghanati F 2011. Responses of Growth And Antioxidant Systems in *Carthamus tinctorius* L. under Water Deficit Stress. *Acta Physiol Plant* 33(1):105-112.
- Istanbuluoglu A, Gocmen E, Gezer E, Pasa C, Konukcu F 2009. Effects of Water Stress at Different Development Stages on Yield and Water Productivity of Winter and Summer Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Agricultural Water Management* 96(10):1429-1434.
- Koç H 2019. Relationships between Survival in Winter Colds and Some Morphological and Technological Characteristics in Safflower Genotypes. *Genetika* 51(2) : 525-537.
- Koutroubas SD, Papakosta DK, Doitsinis A 2009. Phenotypic Variation in Physiological Determinants of Yield in Spring Sown Safflower under Mediterranean Conditions. *Field Crop Res* 112(2-3):199-204.
- Lobell DB, Burke MB, Tebaldi C, Mastrandrea MD, Falcon WP, Naylor RL 2008. Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030. *Science* 319(5863):607-610.
- Lovelli S, Perniola M Ferrara A, Di Tommaso T 2007. Yield Response Factor to Water (Ky) and Water Use Efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. *Agricultural Water Management* 92 (1) : 73-80.
- Ludlow MM, Muchow RC 1990. A Critical Evaluation of Traits For Improving Crop Yields In Water-Limited Environments. *Advances in Agronomy* 43:107-153.

- Mansour E, Abdul-Hamid MI, Yasin MT, Qabil, N, Attia A 2017. Identifying Drought-Tolerant Genotypes of Barley and Their Responses to Various Irrigation Levels in a Mediterranean Environment. *Agric Water Manag* 194: 58-67.
- Mozaffari K, Asadi AA 2006. Relationships among Traits Using Correlation, Principal Components and Path Analysis in Safflower Mutants Sown in Irrigated and Drought Stress Condition. *Asian J Plant Sci* 5(6):977-983.
- Nacar AS, Değirmenci V, Hatipoğlu H, Taş M, Arslan H, Çıkman A, Şakak A 2016. Harran Ovası Koşullarında Yazlık Aspir Bitkisinde Sulamanın Verim ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 25(Özel sayı-2):149-154.
- Nargeseh HE, Aghaalikhani M, Rad AS, Mokhtassi-Bidgoli A, Sanavy S M 2020. Comparison of 17 Rapeseed Cultivars under Terminal Water Deficit Conditions Using Drought Tolerance Indices. *J. Agr. Sci. Tech* 22(2): 489-503.
- Nikzad M, Behrouj M, Shahdadi M 2013. Evaluation of the Behavior of Spring Safflower Genotypes Against Drought. *Switzerland Res Park J* 102(3):165-169.
- Oad FC, Samo MA, Oayyum SM, Oad 2002. NL. Inter and Intra Row Spacing effect on The growth, Seed Yield and Oil Content of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Asian J Plant Sci* 1(1): 18-19.
- Ongom PO, Volenec, JJ, Ejeta G 2016. Selection for Drought Tolerance in Sorghum Using Desiccants to Simulate Post-Anthesis Drought Stress. *Field Crops Res* 198: 213-321.
- Öztürk Ö, Ada R, Akinerdem F 2009. Bazı Aspir Çeşitlerinin Sulu ve Kuru Koşullarda Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23 (50): 16-27.
- Rashidi F, Majidi MM, Pirboveiry M 2017. Response of Different Species of Brassica to Water Deficit. *Int. J. Plant Prod* 11(1): 1-16.
- Roudbari Z, Saba J, Shekari F 2012. Use of Physiological Parameters as Tools to Screen Drought Tolerant Safflower Genotypes, *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 3(12): 2374-2380.
- Shakhathreh Y, Kafawin O, Ceccarelli, S, Saoub H 2001. Selection of Barley Lines for Drought Tolerance in Low Rainfall Areas. *J. Agron. Crop Sci* 186: 119-127.
- Singh C, Kumar V, Prasad I, Patil VR, Rajkumar BK 2015. Response of Upland Cotton (*G. hirsutum* L.) Genotypes to Drought Stress Using Drought Tolerance Indices. *J. Crop Sci. Biotech* 19 (1): 53-59.
- Singh RJ 2006. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement, vol 4. New York.
- Uslu N, Tutluer İ, Taner KY, Kunter B, Sağel Z, Peşkirioğlu H, Kantoğlu, K. Y 2002. Effects of Temperature and Moisture Stress During Elongation and Branching on Development and Yield of Safflower. *Sesame and Safflower Newsletter* No. 17.
- Zareie S, Mohammadi-Nejad G, Sardouie-Nasab S 2013. Screening of Iranian Safflower Genotypes Under Water Deficit and normal conditions Using Tolerance Indices. *Aust J Crop Sci* 7:1032-1037.