

## Kuraklık Stresinin Yaygın Fiğ (*Vicia sativa* L.) Çeşitlerinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi

Hakan ÇİFÇİ, Semih AÇIKBAŞ\*

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 24.06.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 05.11.2023

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

[orcid.org/0009-0007-6190-5718](https://orcid.org/0009-0007-6190-5718) [orcid.org/0000-0003-4384-3908](https://orcid.org/0000-0003-4384-3908)

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: semihacikbas@siirt.edu.tr

**Öz:** Bu çalışmada, yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin kuraklık stresi altında çimlenme ve fide gelişim tepkilerinin belirlenmesi ve hassas/tolerant çeşitlerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma; Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Yapay kuraklık stresi, polietilen glikol (polyethylene glycol, PEG-6000) materyali ile sağlanmıştır. Çalışmanın bitkisel materyalini yaygın fiğin Görkem, Kralkızı, Özveren, Dicle, Alper, Doruk, Kubilay-82, D-135, IFVS-715 ve Alınoğlu-2001 çeşitleri oluşturmuştur. Bu çeşitler, farklı kuraklık (PEG-6000) seviyeleri (% 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20) altında çimlendirilmiştir. Laboratuvar deneyi tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada; çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, çimlenme üniformite katsayısı, kökçük ve sapçık uzunluğu, lateral kök sayısı ve uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlıkları ile fide güç indeksi parametreleri incelenmiştir. Kuraklık seviyesindeki artış, yaygın fiğ çeşitlerinde çimlenme ve fide özelliklerini çok önemli ( $p<0.01$ ) derecede etkilemiştir. Kuraklık stresinin etkileri çimlenme yüzdesinde % 10 PEG seviyesinde, diğer tüm parametrelerde % 5 PEG konsantrasyonundan itibaren gözlemlenmiştir. Araştırma sonucuna göre kuraklık seviyelerine karşı çeşitlerin gösterdiği stres toleransı da farklılık göstermiştir. Yaygın fiğ çeşitlerinden Dicle, Alınoğlu-2001 ve Kralkızı çeşitleri, çimlenme ve fide gelişim parametreleri açısından kuraklığa diğer çeşitlere göre daha toleranslı olmuştur. Kuraklık yaşanan alanlarda, yaygın fiğ yetiştiriciliğinde genotipik farklılık dikkate alınarak kuraklığa dayanıklı çeşitlerin kullanılması önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yaygın fiğ, kuraklık stresi, çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi, fide güç indeksi

## Effect of Drought Stress on Germination and Seedling Growth of Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Cultivars

**Abstract:** This study aimed to determine the germination and seedling development responses of common vetch (*Vicia sativa* L.) varieties under drought stress and identify sensitive/tolerant varieties. The study was conducted at the Laboratory of the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Siirt University. Artificial drought stress was induced using polyethylene glycol (PEG-6000) material. The plant material for the study consisted of the following common vetch varieties: Görkem, Kralkızı, Özveren, Dicle, Alper, Doruk, Kubilay-82, D-135, IFVS-715, and Alınoğlu-2001. These varieties were germinated under different drought (PEG-6000) levels (0%, 5%, 10%, 15%, and 20%). The laboratory experiment was conducted with a randomized split-plot design, with four replications. In the research, parameters such as germination percentage, mean germination time, germination index, germination uniformity coefficient, radicle and hypocotyl length, lateral root number and length, seedling fresh and dry weights, and seedling vigor index were examined. Increasing drought levels significantly ( $p<0.01$ ) affected germination and seedling characteristics of common vetch varieties. The effects of drought stress were observed from the 10% PEG level for germination percentage and from the 5% PEG concentration for all other parameters. According to the research findings, the tolerance of varieties to drought levels also varied. Among the common vetch varieties, Dicle, Alınoğlu-2001, and Kralkızı showed higher tolerance to drought in terms of germination and seedling development parameters compared to other varieties. Considering genotypic differences, the use of drought-resistant varieties is important in common vetch cultivation in drought-affected areas.

**Keywords:** Common vetch, drought stress, germination percentage, germination index, seedling vigor index

## 1. Giriş

Küresel iklim değişikliği; sıcaklık artışına, yağış rejimindeki düzensizliklere, azalan toprak nemine, kuraklık ve doğa afetler gibi olumsuz etkilere neden olmaktadır. Babu ve Rosaiah (2017), önümüzdeki 50 yıl içinde küresel iklim değişikliğinin tarımsal ürünlerin büyümesinde ve veriminde ciddi azalmaya sebep olacağını bildirmiştir. Sıcaklık artışı ise bitki büyüme döngülerini etkileyerek bitkilerin hasat zamanlarını değiştirebilmekte ve bazı bitki türlerinin uygun iklim koşullarını kaybetmesine sebep olabilmektedir (Anonymous, 2019). Ayrıca, iklim değişikliği kuraklık gibi riskli olayların tehlikesini de beraberinde getirmektedir (Dola ve ark., 2022).

Kuraklık, sıcaklık dinamikleri, ışık yoğunluğu ve düşük yağış nedeniyle oluşan önemli bir çevresel stres olup (Sabagh ve ark., 2021; Seleiman ve ark., 2021); dünya çapında bitkisel üretimin azalmasına neden olmakta (Yasmeen ve ark., 2022; Asma ve ark., 2023), yaşam döngüsü boyunca ürün türlerini ve genetik potansiyelini sınırlandırmakta (Farooq ve ark., 2022), bitkilerin tüm büyüme aşamalarında çeşitli morfo-fizyolojik özellikleri etkilemekte ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Wei ve ark., 2018). Genel olarak kuraklık stresi, bir bitkinin su potansiyelinin ve turgorunun normal bitki fonksiyonunu engelleyecek kadar azaldığı durum olarak tanımlanır. Su stresinin etkisi; stresin şiddetine, süresine, stresin gerçekleştiği andaki bitkinin büyüme aşamasına ve bitkinin genotipine bağlıdır (Pawar ve Veena, 2020). Kuraklık, diğer stres faktörleri ile kıyaslandığında stres süresinin uzun sürebilmesi ve stresin şiddetine bağlı olarak daha fazla verim kaybına neden olmaktadır (Farooq ve ark., 2009; Niu ve ark., 2018). Kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde; solgunluk, yaprakların kuruması, kloroz, yaprak kıvrılması, yapraklardan su buharlaşmasını azaltmak için stoma iletkenliğini azaltması, yaprak kenarlarının yanması ve nekroz gibi çeşitli morfolojik belirtiler görülmektedir (Li ve ark., 2017; Seleiman ve ark., 2021). Özellikle kuraklık stresine en hassas dönem olan çimlenme ve fide aşamaları, bitkinin daha sonraki büyüme ve verim dönemlerini doğrudan etkilemektedir (Yousefi ve ark., 2020). Farklı bitki tür ve çeşitleri ile yapılan çalışmalarda, bitkilerin çimlenme ve fide dönemlerinde kuraklığa tepkilerin belirlenmesi amacıyla polietilen glikol (polyethylene glycol, PEG) kimyasalının kullanımı başarılı sonuçlar vermiştir (Rouhi ve ark., 2006; Caruso ve ark., 2008; Chen ve ark., 2010; Piwowarczyk ve ark., 2014; Aslan ve Atış, 2018; Bilgili ve ark., 2018). Diğer yandan kuraklık stresi, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde mahsul verimini engelleyen önemli bir çevresel kısıtlama

olup, sınırlı su koşullarında verimden ödün vermeden yetişebilecek çeşitlerin geliştirilmesi de önem taşımaktadır (Pandey ve ark., 2023).

Biyolojik azot fiksasyonu sayesinde havadaki serbest azotu fikse eden baklagil bitkileri, kuraklığa oldukça duyarlı bir familyadır (Álvarez-Aragón ve ark., 2023). Dünya genelinde baklagillerin üretiminin % 60'tan fazlası potansiyel kuraklık koşulları altında gerçekleşmektedir (Daryanto ve ark., 2015). Önemli baklagil yem bitkilerinden olan yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.); ruminantlar için otunun ve tohumlarının içerdiği protein açısından zengin bir yem katkı maddesi olması, yeşil gübre bitkisi olması, yeşil/kuru otu ve silajı hayvan yemi olarak kullanılabilmesi gibi özellikleriyle ön plana çıkan tek yıllık bir bitkidir (Özyazıcı ve Manga, 2000; Ruffini Castiglione ve ark., 2011; Liu ve ark., 2014; De la Rosa ve ark., 2020; Nguyen ve ark., 2020; Özyazıcı, 2022). Genel olarak baklagil bitkileri birçok abiyotik tehdide karşı hassas olduğu ve kuraklık stresinin ise ürün verimini kısıtlayan başlıca bir engel olduğu bildirilmiştir (Micheletto ve ark., 2007; Fang ve ark., 2010; Farooq ve ark., 2016). Yaygın fiğin, özellikle değişen iklim koşullarında diğer tek veya çok yıllık baklagil yem bitkilerine kıyasla, daha güçlü bir adaptasyon potansiyelinin olduğu bilinmektedir (Chai ve ark., 2017; Huang ve ark., 2017; Huang ve ark., 2021). Ancak, iklim değişikliğine bağlı olarak, dünya genelinde artan kuraklık nedeniyle, gerek tarla şartları gerekse kontrollü laboratuvar koşullarında yaygın fiğ bitkisinin kuraklık toleransının geliştirilmesi üzerine, yürütülecek yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada, yaygın fiğ (*V. sativa* L.) çeşitlerinin farklı kuraklık stresi koşullarında çimlenme ve fide gelişim tepkilerinin belirlenmesi ve hassas/tolerant çeşitlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırma, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Çalışmada, bitkisel materyal olarak Görkem, Kralkızı, Özveren, Dicle, Alper, Doruk, Kubilay-82, D-135, IFVS-715 ve Alnoğlu-2001 yaygın fiğ (*V. sativa* L.) çeşitleri kullanılmıştır. Kuraklık stresi koşulları PEG-6000 materyali ile sağlanmıştır.

### 2.2. Araştırma konusu ve deneysel tasarım

Çalışmanın konusunu 10 farklı yaygın fiğ çeşitlerine uygulanan 5 farklı kuraklık stresi (% 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20) oluşturmaktadır.

Laboratuvar denemesi, tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Uygulanan kuraklık seviyeleri belirlenirken ağırlık/hacim esasına göre % 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20 konsantrasyonlu solüsyonlar hazırlanmıştır. Konsantrasyonlar seçilirken, PEG-6000 solüsyonunun ozmotik direncinin -0.3 ile -0.80 MPa kuraklık stresi aralığı esas alınmıştır (Muscolo ve ark., 2014).

Tohumların yüzey sterilizasyonu için % 10'lük sodyum hipoklorit (NaOCl) içerisinde 5 dakika bekletildikten sonra 3 kez saf su ile durulanmıştır. Daha sonra kaba filtre kâğıdı üzerinde tamamen yüzey suyundan arındırılmıştır. Her bir Petri kabına 25 adet homojen irilikte tohum gelecek şekilde Petri (90 mm x 15 mm) kapları içerisine yerleştirilen 2 kat filtre kâğıdı arasına ekim yapılmıştır. Başlangıçta her bir Petri kabına 4 ml solüsyon uygulanmış (kontrol grubuna saf su, diğer gruptaki bitkilere uygun konsantrasyonlarda PEG-6000 solüsyonu) ve ilerleyen günlerde ihtiyaca göre uygun solüsyonlar ilave edilmiştir.

Petriler, 10 gün boyunca karanlık ortamda ve  $25\pm 1$  °C sıcaklıktaki etüvde (BINDER, GmbH, Almanya) çimlenmeye bırakılmıştır. On gün boyunca günlük olarak çimlenen tohum sayıları kaydedilmiş, varsa ölü ve problemlü tohumlar Petri kaplarından uzaklaştırılmıştır. Tohumlarda çimlenme tespit edilirken, en az 2 mm kökçük çıkışı çimlenme kıstası olarak kabul edilmiştir (Scott ve ark., 1984; Soleymani ve Shahrajabian, 2018).

### 2.3. Çimlenme ve fide gelişim parametreleri ölçüm yöntemi

Her bir Petri kabındaki bitkilerden rastgele seçilen 10 bitki üzerinden ve kuraklık stresine bağlı olarak yeterli sayıda çimlenme olmayan Petrielerde ise çimlenen bitkiler üzerinden ölçümler yapılmıştır.

*Çimlenme yüzdesi (ÇY) (%)*: Her 24 saatte bir çimlenen tohumlar sayılarak Scott ve ark. (1984) kullandığı Eşitlik 1'e göre belirlenmiştir.

$$\text{ÇY} = (N_{CTS}/TS) \times 100 \quad (1)$$

Eşitlikte  $N_{CTS}$ , normal çimlenen tohum sayısını;  $TS$ , kullanılan toplam tohum sayısını ifade etmektedir.

*Ortalama çimlenme süresi (OÇS) (gün)*: Genel olarak tohumların çimlendiği günü belirlemede kullanılmakta olup, Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1981).

$$\text{OÇS} = \sum(N_i T_i / N_i) \quad (2)$$

Burada  $N_i$ ,  $T_i$  gününde çimlenen tohum sayısını;  $T_i$ , çimlenmenin başlangıcından itibaren geçen günlerin sayısını ifade etmektedir.

*Çimlenme indeksi (Çİ)*: Wang ve ark. (2004) tarafından bildirilen Eşitlik 3 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Çİ} = \sum(G_i / T_i) \quad (3)$$

Eşitlikte  $G_i$ , i. gündeki çimlenme yüzdesini ve  $T_i$ , çimlenme süresinin günleridir.

*Çimlenme üniformite katsayısı (ÇK)*: Bewely ve Black (1994) tarafından bildirilen Eşitlik 4 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{ÇK} = \sum n / \sum [(OÇS - t)^2 n] \quad (4)$$

Eşitlikte  $t$ , ekim günü olan 0. günden başlayarak gün cinsinden süreyi;  $n$ ,  $t$  gününde çimlenmeyi tamamlayan tohum sayısını ifade etmektedir.

Çalışmanın bitirileceği 10. gün geldiğinde her bir Petri kabından Petriyi temsil edebilecek ortalama 10 bitki seçilerek fide özellikleri belirlenmiştir. Buna göre, yüzey suyundan arındırılan fidelerin yaş ağırlıkları (FYA) hassas terazide belirlenmiştir. Kökçük ve sapçık uzunluğu, lateral kök sayısı ve lateral köklerin bitki başına ortalama uzunluğunu belirlemek amacıyla fideler, portatif el tarayıcısı (iScan, portatif el tarayıcısı) ile 600 dpi çözünürlükte renkli olarak taranmıştır. Taranarak kayıt altına alınan görüntüler, ImageJ yazılımı (imagej.nih.gov) programı (Rueden ve ark., 2017) yardımıyla analiz edilmiştir. Bu yöntem sayesinde ölçümle daha hassas ve stabil bir şekilde yapılabilmektedir (Acikbas ve ark., 2021).

Yaş fideler 24 saat süreyle etüvde kurutulduktan sonra, ortalama fide kuru ağırlıkları saptanmıştır.

*Fide güç indeksi (FGİ)*: Kalsa ve Abebie (2012) tarafından bildirilen Eşitlik 5 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{FGİ} = \text{ÇY} \times \text{FYA} \quad (5)$$

### 2.4. İstatistiksel değerlendirme

Varyans analizinden önce çimlenme yüzdesi değerlerine ArcSin transformasyonu uygulanmıştır (Zar, 1996). Elde edilen veriler, tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile kontrol edilmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001). Hazırlanan kuraklık seviyelerinden % 20'lik konsantrasyonda hiçbir tohumda

çimlenmeye rastlanılmamış olup, analizlere dahil edilmemiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Çeşitlerin ve kuraklık stresinin çimlenme karakterlerine etkisi

Yaygın fiğ (*V. sativa* L.) çeşitlerinin farklı kuraklık seviyelerindeki çimlenme parametrelerine ilişkin veriler Tablo 1'de sunulmuştur. Yapılan değerlendirmeler sonucunda uygulanan kuraklık seviyeleri ve çeşitlerin, incelenen tüm çimlenme parametrelerine etkisi istatistiksel açıdan çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur (Tablo 1).

Çalışma sonucunda, artan kuraklık seviyeleri çimlenme oranını azaltmakla birlikte, kontrol grubu (% 0) ile % 5 kuraklık seviyesi arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz çıkmıştır. Anlamli azalmalar % 5 kuraklık seviyesinden sonra gerçekleşmiş olup, en yüksek çimlenme oranı, çeşit ortalaması olarak % 88.4 ve 85.5 ile sırasıyla kontrol ve % 5 kuraklık seviyesinde saptanmıştır. En düşük değer ise en yüksek kuraklık düzeyinde (% 15) % 29.5 olarak tespit edilmiştir. Çimlenme oranı bakımından yaygın fiğ çeşitlerinin ortalama sonuçları incelendiğinde; kuraklık seviyelerinin ortalaması olarak en yüksek çimlenme oranı % 85.3 ile Dicle çeşidinde belirlenmiş, çimlenme oranı bakımından Dicle çeşidi ile Kubilay (% 77.7), Özveren (% 75.0), Alinoğlu-2001 (% 81.0) ve Kralkızı (% 81.3) çeşitleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. En düşük çimlenme oranı, kuraklık seviyesi ortalaması olarak % 42.0 ile IFVS-715 çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 1).

Araştırmada, artan kuraklık seviyeleri çeşitlerin ortalama çimlenme süresini geciktirmiştir. Kontrol (% 0) grubunda ortalama 2.49 günde çimlenme gerçekleşirken, % 15 kuraklık seviyesinde bu değer 5.47 gün olmuştur. Ortalama çimlenme süresi yönünden çeşitlerin etkileri incelendiğinde, en erken çimlenme Alinoğlu-2001 (3.36 gün) ve Dicle (3.41 gün) çeşitlerinde tespit edilirken, en geç ise Doruk çeşidinde (4.96 gün) gerçekleşmiştir (Tablo 1).

Kuraklık stresi çimlenme indeksi ve çimlenme üniformite katsayısını önemli ölçüde azaltmış olup, anlamlı azalışlar % 5 kuraklık seviyesinden itibaren başlamıştır. Buna göre adı geçen parametreler yönünden en yüksek değerler kontrol grubunda (sırasıyla, 9.8 ve 36.8), en düşük değerler ise % 15 kuraklık seviyesinde (sırasıyla, 1.5 ve 5.8) belirlenmiştir. Çeşitler arasındaki farklılıklar incelendiğinde, en yüksek değerler; çimlenme indeksi yönünden Dicle (7.7) ve Alinoğlu-2001 (7.7) çeşitlerinde, çimlenme

üniformite katsayısı bakımından ise Dicle çeşidinde (28.2) tespit edilmiştir. İncelenen her iki parametrede de en düşük değerler, Doruk çeşidinde (sırasıyla, 2.9 ve 10.8) belirlenmiştir.

Çalışmada ayrıca, incelenen tüm çimlenme parametreleri açısından çeşit x kuraklık interaksyonu istatistiksel olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Kuraklık seviyelerinin artışına paralel olarak, tüm çeşitlerde kontrole göre genel olarak çimlenme özelliklerinin azaldığı (ortalama çimlenme süresinde artış) görülmüştür. Ancak, çimlenme oranında bu azalmalar bazı çeşitlerde (örneğin; Dicle, Kubilay-82, Özveren, Alinoğlu-2001, Görkem ve Kralkızı çeşitlerinde olduğu gibi) yüksek kuraklık seviyelerinde bile istatistiksel olarak anlamsız olarak gözlenmesi interaksyonun anlamlı çıkmasına neden olmuştur. Benzer şekilde diğer çimlenme parametrelerinde de, çeşitlerin kuraklık seviyelerine göre farklı tepkiler göstermesi ve bazı çeşitlerin yüksek kuraklık seviyelerinde dahi diğer çeşitlere göre daha iyi gelişim göstermesi interaksyonun önemli çıkmasında etken olmuştur (Tablo 1).

#### 3.2. Çeşitlerin ve kuraklık stresinin fide gelişim özelliklerine etkisi

Araştırma sonucunda, uygulanan kuraklık seviyeleri ve çeşitlerin, kökçük, sapçık ve lateral kök uzunluğu ile lateral kök sayısına etkisi istatistiksel açıdan çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Bu bağlamda; artan kuraklık seviyeleri adı geçen bu dört parametrede olumsuz etkiler göstermiş olup, anlamlı azalmalar % 5 kuraklık seviyesinden itibaren görülmüştür. Buna göre, kuraklık stresinin olmadığı kontrol konusunda en yüksek sonuçlar elde edilirken, en yüksek kuraklık düzeyinde ise en düşük değerler belirlenmiştir (Tablo 2).

Çeşitlerin ortalama değerleri irdelendiğinde; kökçük uzunluğu açısından Dicle (5.89 cm), sapçık uzunluğu bakımından Dicle (4.88 cm), Kubilay-82 (4.78 cm) ve Kralkızı (4.90 cm), lateral kök sayısı yönünden Alper (4.18 adet) ve lateral kök uzunluğunda ise Alinoğlu-2001 (3.75 cm) ve Kralkızı (3.65 cm) çeşitleri ön plana çıkmıştır (Tablo 2).

Çalışmada ayrıca, kökçük, sapçık ve lateral kök uzunluğu ile lateral kök sayısı parametreleri yönünden kuraklık x çeşit interaksyonunun da anlamlı ( $p<0.01$ ) çıkmıştır. Genel olarak kuraklık seviyelerinin artışına paralel olarak tüm çeşitlerde ilgili parametrelerde azalmalar olmuştur. Ancak bazı çeşitlerde bu azalmanın kontrole ve kuraklık seviyelerine göre önemsiz seyretmesi interaksyonun anlamlı çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir (Tablo2).



**Tablo 1. Yaygın fiğ çeşitlerinin farklı kuraklık seviyelerindeki çimlenme parametreleri\***  
 Table 1. Germination parameters of common vetch varieties at different drought levels\*

Çeşitler	Kuraklık seviyeleri (%)				Ortalama
	0	5	10	15	
Çimlenme yüzdesi (ÇY) (%)					
Dicle	97.3 ab	97.3 ab	90.7 ab	56.0 e-h	85.3 A
Kubilay-82	97.3 ab	90.7 ab	88.0 abc	34.7 h-k	77.7 AB
Doruk	81.3 a-e	58.7 e-h	24.0 jk	8.0 k	43.0 CD
Alper	97.3 ab	97.3 ab	72.0 b-f	25.3 jk	73.0 B
Özveren	100.0 a	97.7 ab	80.0 a-f	25.3 jk	75.0 AB
Alinoğlu-2001	98.7 ab	97.3 ab	96.7 a-d	41.3 g-j	81.0 AB
D-135	61.3 c-h	62.7 c-g	61.3 c-h	26.7 ijk	53.0 C
IFVS-715	56.0 e-h	60.0 d-h	37.3 g-j	14.7 jk	42.0 D
Görkem	96.0 ab	98.7 ab	78.7 a-f	9.3 k	70.7 B
Kralkızı	98.7 ab	97.3 ab	76.0 a-f	53.3 f-ı	81.3 AB
Ortalama	88.4 A	85.5 A	69.5 B	29.5 C	
Ortalama çimlenme süresi (OÇS) (gün)					
Dicle	2.29 p	2.82 nop	3.84 j-m	4.67 f-j	3.41 D
Kubilay-82	2.19 p	3.06 m-p	4.83 d-ı	5.53 a-f	3.90 C
Doruk	3.39 lmn	4.29 h-l	5.68 a-e	6.50 a	4.96 A
Alper	2.17 p	3.33 l-o	5.68 a-e	5.87 abc	4.18 BC
Özveren	2.32 p	2.80 nop	5.26 b-h	4.96 c-h	3.83 C
Alinoğlu-2001	2.14 p	2.73 nop	4.71 e-j	3.87 ı-m	3.36 D
D-135	2.39 op	3.52 k-n	5.01 b-h	5.68 a-e	4.15 BC
IFVS-715	2.93 m-p	3.08 m-p	4.81 d-j	6.00 ab	4.21 BC
Görkem	2.90 m-p	3.88 ı-m	2.29 b-g	5.78 a-d	4.46 B
Kralkızı	2.19 p	3.09 m-p	4.49 g-k	5.83 abc	3.90 C
Ortalama	2.49 D	3.26 C	4.93 B	5.47 A	
Çimlenme indeksi (Çİ)					
Dicle	11.7 ab	9.5 b-e	6.4 f-j	3.3 k-o	7.69 A
Kubilay-82	11.5 ab	8.1 def	5.1 h-k	1.6 n-q	6.54 B
Doruk	6.5 f-j	3.6 k-o	1.1 opq	0.3 q	2.85 E
Alper	11.5 ab	7.7 d-g	3.5 k-o	1.1 opq	5.93 B
Özveren	11.3 abc	9.0 c-f	4.1 j-n	1.4 opq	6.39 B
Alinoğlu-2001	12.9 a	10.0 bcd	4.9 h-l	3.1 k-p	7.68 A
D-135	7.3 e-h	4.7 ı-m	3.3 k-p	1.3 opq	4.07 CD
IFVS-715	5.1 g-k	5.1 h-k	2.1 m-q	0.7 pq	3.21 DE
Görkem	8.5 def	6.8 f-ı	4.0 j-n	0.4 q	4.88 C
Kralkızı	11.6 ab	8.2 def	4.6 ı-m	2.4 l-q	6.67 AB
Ortalama	9.77 A	7.21 B	3.86 C	1.52 D	
Çimlenme üniformite katsayısı (ÇK)					
Dicle	42.7 a-d	34.5 c-f	23.6 h-k	12.0 l-q	28.2 A
Kubilay-82	44.4 ab	30.0 e-h	18.7 ı-l	6.3 n-s	24.8 ABC
Doruk	24.0 g-j	13.5 l-o	4.2 qrs	1.2 s	10.8F
Alper	45.0 ab	29.3 e-h	13.4 l-p	4.3 p-s	23.0 C
Özveren	43.1 abc	33.9 def	15.2 j-n	5.2 o-s	24.4 BC
Alinoğlu-2001	46.3 a	36.1 b-e	18.4 ı-l	10.7 l-r	27.9 AB
D-135	25.6 f-ı	17.9 ı-m	12.3 l-q	4.7 o-s	15.1DE
IFVS-715	19.0 ı-l	19.5 ı-l	7.8 n-s	2.5 rs	12.2 EF
Görkem	25.5 efg	25.5 efg	14.9 k-n	1.6 s	18.8 D
Kralkızı	45.1 ab	31.6 e-h	16.9 ı-m	9.2 m-s	25.7 ABC
Ortalama	36.8 A	27.2 B	14.6 C	5.8 D	
Önemlilik düzeyi					
	Kuraklık (K)		Çeşit (Ç)		KxÇ
ÇY	0.0001**		0.0001**		0.0001**
OÇS	0.0001**		0.0001**		0.0001**
Çİ	0.0001**		0.0001**		0.0001**
ÇK	0.0001**		0.0001**		0.0001**

\*: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir. \*\*: p<0.01 düzeyinde önemlilik

**Tablo 2. Yaygın fiğ çeşitlerinin farklı kuraklık seviyelerindeki kökçük, sapçık ve lateral kök uzunluğu ile lateral kök sayısı değerleri\***

Table 2. Root length, shoot length, lateral root length, and lateral root number values of common vetch varieties at different drought levels\*

Çeşitler	Kuraklık seviyeleri (%)				Ortalama
	0	5	10	15	
Kökçük uzunluğu (KU) (cm)					
Dicle	8.11 a	6.75 a-d	5.15 c-1	3.53 h-p	5.89 A
Kubilay-82	7.59 ab	4.36 f-l	5.15 c-1	2.58 k-q	4.92 BC
Doruk	6.03 a-f	4.55 e-k	2.22 l-r	1.28 qr	3.52 E
Alper	7.16 abc	4.47 e-k	4.29 f-l	0.32 r	4.06 CDE
Özveren	7.55 ab	3.78 g-n	4.81 d-j	2.10 m-r	4.56 BCD
Alinoğlu-2001	6.83 a-d	5.07 c-1	5.84 b-g	2.67 j-q	5.10 AB
D-135	5.34 c-h	4.20 f-n	4.27 f-m	2.07 n-r	3.97 DE
IFVS-715	5.60 b-h	2.73 j-q	3.69 g-o	1.39 pqr	3.35 E
Görkem	6.94 a-d	6.61 a-e	4.81 d-j	1.51 o-r	4.97 B
Kralkızı	6.02 a-f	4.85 d-j	4.15 f-n	3.04 t-q	4.52 BCD
Ortalama	6.72 A	4.74 B	4.44 B	2.05 C	
Sapçık uzunluğu (SU) (cm)					
Dicle	6.54 abc	5.85 a-f	4.83 d-1	2.30 k-p	4.88 A
Kubilay-82	6.41 a-d	6.01 a-f	4.81 f-1	1.89 m-p	4.78 A
Doruk	5.80 a-f	4.75 f-1	2.13 l-p	1.91 m-p	3.65 CD
Alper	6.65 abc	5.82 a-f	2.79 j-o	1.28 nop	4.14 BC
Özveren	6.83 ab	6.25 a-f	3.08 j-m	1.56 m-p	4.43 AB
Alinoğlu-2001	6.43 abc	6.40 a-e	3.85 h-k	2.07 m-p	4.69 AB
D-135	5.53 b-g	3.69 ı-l	2.85 j-n	1.27 nop	3.34 D
IFVS-715	5.18 c-1	4.83 f-1	2.36 k-p	1.04p	3.32 D
Görkem	5.35 b-h	5.06 c-1	2.68 j-o	1.23 op	3.58 CD
Kralkızı	7.36 a	6.87 ab	4.07 g-j	1.27 nop	4.90 A
Ortalama	6.21 A	5.54 B	3.35 C	1.58 D	
Lateral kök sayısı (LKS) (adet)					
Dicle	5.07 a-f	5.00 a-g	3.66 d-k	1.20 k-n	3.73 ABC
Kubilay-82	4.20 b-j	4.06 b-j	3.53 d-k	0.66 lmn	3.12 B-E
Doruk	4.53 a-ı	3.20 e-1	1.63 j-n	0.43 n	2.45 E
Alper	7.08 a	6.60 ab	2.40 h-n	0.63 lmn	4.18 A
Özveren	6.53 ab	6.40 abc	2.43 g-n	0.60 mn	3.99 AB
Alinoğlu-2001	6.07 a-d	4.47 b-1	3.06 e-m	1.13 k-n	3.68 A-D
D-135	4.80 a-ı	3.60 d-k	2.33 ı-n	0.40 n	2.78 CDE
IFVS-715	4.26 b-1	3.93 c-j	2.60 f-n	0.43 n	2.81 CDE
Görkem	4.60 a-ı	4.13 b-j	1.20 k-n	0.73 lmn	2.67 DE
Kralkızı	5.60 a-e	4.93 a-h	4.20 b-j	0.43 n	3.79 ABC
Ortalama	5.27 A	4.63 B	2.71 C	0.67 D	
Lateral kök uzunluğu (LKU) (cm)					
Dicle	4.13 c-h	4.01 d-h	3.19 e-j	0.63 1	2.99 ABC
Kubilay-82	4.42 c-g	4.03 d-h	3.04 e-k	0.42 1	2.98 ABC
Doruk	3.69 e-ı	2.28 g-l	0.56 1	0.36 1	1.72 DE
Alper	3.95 d-h	3.90 d-h	0.86 1	0.59 1	2.33 CD
Özveren	7.02 ab	5.11 b-e	1.21 jkl	0.54 1	3.47 AB
Alinoğlu-2001	8.14 a	4.49 c-f	1.62 ı-l	0.73 1	3.75 A
D-135	2.30 g-l	2.01 h-1	1.11 jkl	0.30 1	1.43 E
IFVS-715	0.98 kl	2.40 f-1	1.38 jkl	0.44 1	1.30 E
Görkem	6.19 abc	3.61 e-ı	0.52 1	0.53 1	2.71 BC
Kralkızı	3.93 d-h	5.87 bcd	3.57 e-ı	1.21 jkl	3.65 A
Ortalama	4.48 A	3.78 B	1.71 C	0.57 D	
Önemlilik düzeyi					
	Kuraklık (K)		Çeşit (Ç)		KxÇ
KU	0.0001**		0.0001**		0.0001**
SU	0.0001**		0.0001**		0.0001**
LKS	0.0001**		0.0001**		0.0003**
LKU	0.0001**		0.0001**		0.0001**

\*: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli değildir. \*\*: p<0.01 düzeyinde önemlilik

Yaygın fiğ çeşitlerinin farklı kuraklık seviyelerindeki fide yaş ve kuru ağırlığı ile fide güç indeksi parametrelerine ilişkin veriler Tablo 3'te sunulmuştur. Uygulanan kuraklık seviyeleri ve çeşitlerin, incelenen bu fide gelişim parametrelerine etkisi istatistiksel açıdan çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Fide yaş ve kuru ağırlığı ile fide güç indeksi yönünden en yüksek değerler, çeşitlerin ortalaması olarak; kontrol grubunda (sırasıyla; 110.9 mg, 12.1 mg ve 10.1) belirlenirken, artan kuraklık seviyelerine bağlı olarak bu değerlerin azaldığı ve % 5 kuraklık seviyesinden itibaren de anlamlı azalmaların başladığı görülmüştür. Buna göre en düşük değerler kuraklık seviyesinin en yüksek uygulandığı % 15 düzeyinde belirlenmiştir (Tablo 3).

Çeşitlerin ortalama değerleri incelendiğinde, fide yaş ve kuru ağırlığı ile fide güç indeksi bakımından Kralkızı çeşidinde en yüksek değerler (sırasıyla; 98.9 mg, 11.2 mg ve 8.8) elde edilmiştir. Bununla birlikte, fide kuru ağırlığı yönünden Özveren çeşidi (10.7 mg) de Kralkızı çeşidi ile istatistiki açıdan aynı grupta yer almıştır. Her üç parametre yönünden de en düşük değerler Doruk, IFVS-715 ve D-135 çeşitlerinde tespit edilmiştir (Tablo 3).

Ayrıca, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi parametrelerinde kuraklık x çeşit etkisi anlamlı ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Kuraklık seviyelerinin artışına paralel olarak, tüm çeşitlerde kontrole göre genel olarak adı geçen bu fide gelişim özelliklerine ait değerlerin azaldığı görülmüştür. Ancak, bazı çeşitlerde (örneğin; Dicle, Kubilay-82, Alper gibi) kontrol konusu ile % 5 kuraklık seviyesi arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemsiz çıkması etkileşim anlamlı çıkmasına neden olmuştur (Tablo 3).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bitki gelişiminin en kritik aşamalarından olan tohum çimlenmesi ve fide gelişim dönemlerinde görülen abiyotik stresler, bitkilerin ileriki dönemlerindeki verimlilik ve kaliteyi önemli derecede etkilemektedir. Erken gelişim dönemindeki kuraklık stresi; osmotik stres, hasar görmüş fotosistem, iyon dengesi ve potasyum ( $K^+$ ) taşıma inhibisyonu gibi fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler süreçleri olumsuz yönde etkileyen çeşitli yıkıcı olaylar nedeniyle bitki büyüme, gelişme, ürün verimi ve kalitesini sınırlamaktadır (Guo ve ark., 2015; Wang ve ark., 2018; Çiğ ve ark., 2022). Bitkiler, kuraklık stresinden kurtulmak için genellikle; yaprak alanının küçültülmesi, stoma sayı ve iletkenliğinin azaltılması, yoğun kök sistemlerinin oluşturulması ve kök sap oranının

artırılması şeklinde bazı yollar izlemektedirler (Levitt, 1980; Quan ve ark., 2016). Bunun yanı sıra, bitkiler kuraklık gibi stres faktörlerine maruz kaldıklarında, bu stres faktörünü daha iyi tolere ederek verim kayıplarını en aza indirecek bitki çeşitlerinin ortaya konulması sürdürülebilir gıda güvenliğinin sağlanması için önem arz etmektedir (Tiryaki, 2016).

Mevcut araştırmada, hem çeşitlerin kendi içlerindeki değerler açısından hem de çeşitlerin ortalama sonuçlarına göre, ele alınan kuraklık seviyelerine bağlı olarak çimlenme ve fide gelişim parametreleri olumsuz etkilenmiştir. Bu etkilerin genel olarak % 5 kuraklık stresinden itibaren başladığı görülmüştür (Tablo 1-3). Farklı bitki tür ve çeşitleri ile yapılan birçok çalışmada da, kuraklık stresine maruz kalan tohumların; çimlenme oranının (Farsiani ve Ghobadi, 2009; Toosi ve ark., 2014; Fallahi ve ark., 2015; Mujtaba ve ark., 2016; Borawska-Jarmulowicz ve ark., 2017; Pantola ve ark., 2017; Yılmaz ve ark., 2022), çimlenme indeksinin (Gürbüz ve ark., 2009; Aydın ve ark., 2015; Aslan ve Atış, 2018; Uslu ve ark., 2021), kökçük uzunluğunun (Mut ve Akay; 2010; Muscolo ve ark., 2014; Partheeban ve ark., 2017; Yılmaz ve ark., 2022), sapçık uzunluğunun (Ghorbanpour ve ark., 2011; Çarpıcı ve Erdel, 2015; Petrovic ve ark., 2016; Gheidary ve ark., 2017; Partheeban ve ark. 2017; Arslan ve ark., 2018; Bilir Ekbic ve ark., 2022), lateral kök sayısının (Kumar ve ark., 2010), fide yaş ve kuru ağırlıklarının (Okçu ve ark., 2005; Dezfuli ve ark., 2008; Farsiani ve Ghobadi, 2009; Molor ve ark., 2016; Khan ve ark., 2019; Yılmaz ve Kısakürek, 2020; Bilir Ekbic ve ark., 2022) ve fide güç indeksin (López ve ark., 2009; Ahmadloo ve ark., 2011; Feng ve ark., 2018) azaldığı rapor edilmiştir. Araştırmada, artan kuraklık seviyelerine paralel olarak ortalama çimlenme süreleri uzamıştır (Tablo 1). Bu bulguları, Khodarahmpour (2011), Aslan ve Atış (2018) ve Uslu ve ark. (2021)'nin sonuçları da desteklemektedir.

Araştırmada, incelenen tüm parametreler yönünden yaygın fiğ çeşitleri arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Bu farklılığın çeşitlerin genotipik yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim çok sayıda yapılan çalışmada da, yonca (Tiryaki, 2016), çok yıllık çim (Yılmaz ve Kısakürek, 2020), fasulye (Türkan ve ark., 2005), bezelye (Okçu ve ark., 2005), yaygın mürdümük (Arslan ve ark., 2018; Aslan ve Atış, 2018) ve yem bezelyesi (Şahin, 2019; Uslu ve ark., 2021) türlerinde kuraklık stresi altında genotiplerin, çimlenme ve fide gelişim parametreleri yönünden genotipik faktörlere bağlı olarak farklı tepkiler verdiği rapor edilmiştir.

**Tablo 3. Yaygın fiğ çeşitlerinin farklı kuraklık seviyelerindeki fide yaş ve kuru ağırlık ile fide güç indeksi değerleri\***

Table 3. Seedling fresh and dry weight, along with seedling vigor index values of common vetch varieties at different drought levels\*

Çeşitler	Kuraklık seviyeleri (%)				Ortalama
	0	5	10	15	
Fide yaş ağırlığı (FYA) (mg)					
Dicle	112.4 a-f	110.3 a-f	90.9 b-ı	38.0 l-q	87.9 AB
Kubilay-82	110.6 a-f	105.1 a-g	83.9 c-k	21.6 opq	80.3 BC
Doruk	90.8 b-ı	86.1 c-j	30.6 m-q	20.1 opq	57.5 D
Alper	109.6 a-f	108.4 a-f	62.3 g-o	17.2 pq	74.4 BCD
Özveren	115.7 a-d	114.0 a-e	71.7 d-m	29.5 m-q	82.7 ABC
Alınoğlu-2001	134.9 ab	115.9 a-d	69.7 f-n	40.0 k-q	90.1 AB
D-135	89.7 c-ı	70.8 e-m	57.9 h-p	25.5 n-q	61.0 D
IFVS-715	89.5 c-j	80.1 c-l	45.3 j-q	15.0 pq	57.5 D
Görkem	107.0 a-f	92.8 b-ı	49.9 ı-q	13.2 q	65.7 CD
Kralkızı	148.7 a	120.8 abc	95.6 b-h	30.7 m-q	98.9 A
Ortalama	110.9 A	100.4 B	65.8 C	25.1 D	
Fide kuru ağırlığı (FKA) (mg)					
Dicle	12.9	11.8	9.5	6.3	10.1 AB
Kubilay-82	10.6	8.9	8.6	4.8	8.2 BC
Doruk	11.1	9.3	5.1	3.5	7.2 C
Alper	12.1	10.8	7.2	3.1	8.3 BC
Özveren	14.5	12.9	9.2	6.1	10.7 A
Alınoğlu-2001	12.3	12.3	8.8	6.7	10.0 AB
D-135	11.6	10.7	8.6	6.1	9.2 ABC
IFVS-715	11.1	8.9	7.2	3.4	7.6 C
Görkem	10.9	10.3	7.2	2.6	7.7 C
Kralkızı	14.0	14.0	10.9	5.9	11.2 A
Ortalama	12.1 A	11.0 B	8.2 C	4.9 D	
Fide güç indeksi (FGİ)					
Dicle	11.0 abc	10.7 abc	8.3 c-h	2.1 j-m	8.0 AB
Kubilay-82	10.8 abc	9.6 b-f	7.4 c-ı	0.7 klm	7.1 ABC
Doruk	7.4 c-ı	5.0 g-k	0.7 klm	0.1 m	3.3 D
Alper	10.7 a-d	10.5 a-d	4.4 h-m	0.4 klm	6.5 BC
Özveren	11.6 abc	10.8 abc	5.7 e-j	0.8 klm	7.2 ABC
Alınoğlu-2001	13.3 ab	11.3 abc	6.1 d-j	1.6 j-m	8.1 AB
D-135	5.5 f-j	4.4 h-m	3.6 ı-m	0.7 klm	3.6 D
IFVS-715	5.5 f-j	4.8 g-l	1.8 j-m	0.2 lm	3.0 D
Görkem	10.3 a-e	9.1 b-g	4.0 h-m	0.1 m	5.9 C
Kralkızı	14.6 a	11.8 abc	7.2 c-ı	1.6 j-m	8.8 A
Ortalama	10.1 A	8.8 B	4.9 C	0.8 D	
Önemlilik düzeyi					
	Kuraklık (K)		Çeşit (Ç)		KxÇ
FYA	0.0001**		0.0001**		0.0001**
FKA	0.0001**		0.0001**		0.6389 <sup>öd</sup>
FGİ	0.0001**		0.0001**		0.0003**

\*: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli değildir. \*\*: p<0.01 düzeyinde önemlilik, öd: İstatistiksel açıdan önemli değildir.

Kuraklık seviyesindeki artış, yaygın fiğ çeşitlerinde çimlenme ve fide özelliklerini önemli derecede etkilemiştir. Kuraklık stresinin etkileri çimlenme yüzdesinde % 10 PEG seviyesinde, diğer tüm parametrelerde % 5 PEG konsantrasyonundan itibaren gözlemlenmiştir. Araştırma sonucuna göre kuraklık seviyelerine karşı çeşitlerin gösterdiği stres toleransı da farklılık göstermiştir. Yaygın fiğ çeşitlerinden Dicle, Alınoğlu-2001 ve Kralkızı çeşitleri, çimlenme ve fide gelişim parametreleri açısından kuraklığa diğer çeşitlere göre daha toleranslı olmuştur.

Kuraklık yaşanan alanlarda yaygın fiğ yetiştiriciliğinde genotipik farklılık dikkate alınarak kuraklığa dayanıklı çeşitlerin kullanılması önem taşımaktadır.

### Yazarların Katkı Beyanı

Araştırma, Veri İşleme, Yürütücü, Proje Yönetimi, Özgün Taslak Hazırlama, Yazma-İnceleme ve Düzenleme, H. ÇİFÇİ; Fikir/Hipotez, Materyal, Yöntem, Veri Analizi, Danışman, Finansman Temini, Yazma-İnceleme ve Düzenleme,



S. AÇIKBAŞ. Yazarlar, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

## Finansman

Bu araştırma; Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) tarafından yürütülen, 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2022 yılı 2. dönem kapsamında 1919B012216912 numaralı proje ile desteklenmiştir.

## Teşekkür

Desteklerinden dolayı TÜBİTAK BİDEB'e teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması Beyanı

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

## Kaynaklar

- Acikbas, S., Ozyazici, M.A., Bektas, H., 2021. The effect of salinity on root architecture in forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.). *Legume Research-An International Journal*, 44(4): 407-412.
- Açıkgöz, N., Açıkgöz, N., 2001. Tarımsal araştırmaların istatistiksel değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. Tek faktörlü denemeler. *Anadolu*, 11(1): 135-147.
- Ahmadloo, F., Tabari, M., Behtari, B., 2011. Effect of drought stress on the germination parameters of *Cupressus* seeds. *International Journal of Forest, Soil and Erosion*, 1(1): 11-17.
- Álvarez-Aragón, R., Palacios, J.M., Ramírez-Parra, E., 2023. Rhizobial symbiosis promotes drought tolerance in *Vicia sativa* and *Pisum sativum*. *Environmental and Experimental Botany*, 208: 105268.
- Anonymous, 2019. Summary for policymakers. In: P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley (Eds.), *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. ([https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2022/11/SRCCL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2022/11/SRCCL_SPM.pdf)), (Erişim Tarihi: 14.06.2023).
- Arslan, M., Aksu, E., Doğan, E., 2018. Kuraklık stresine tolerans bakımından iki mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotipinin değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(3): 261-267.

- Aslan, H., Atış, İ., 2018. Bazı yaygın mürdümük çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2): 218-231.
- Asma, H.I., Ashraf, M.Y., Saleem, M.H., Ashraf, M.A., Ali, B., Shereen, A., Farid, G., Ali, M., Shirazi, M.U., Yasin, G., 2023. Alleviating effects of salicylic acid spray on stage-based growth and antioxidative defense system in two drought-stressed rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 47(1): 79-99.
- Aydın, M., Hossein Pour, A., Haliloğlu, K., Tosun, M., 2015. Effect of putrescine application and drought stress on germination of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Atatürk University Journal of the Agricultural Faculty*, 46(1): 43-45.
- Babu, K., Rosaiah, G., 2017. A study on germination and seedling growth of Blackgram (*Vigna mungo* L. Hepper) germplasm against Polyethylene glycol 6000 stress. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 12(5): 90-98.
- Bewely, J., Black, M., 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. New York.
- Bilgili, D., Atak M., Mavi, K., 2018. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinde tuz ve kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1): 85-96.
- Bilir Ekbic, H., Gecene, İ., Ekbic, E., 2022. Determination of the tolerance of fox grapes (*Vitis labrusca* L.) to drought stress by PEG application in vitro. *Erwerbs-Obstbau*, 64(1): 87-94.
- Borawska-Jarmulowicz, B., Mastalerczuk, G., Gozdowski, D., Małuszyńska, E., Szydłowska, A., 2017. The sensitivity of *Lolium perenne* and *Poa pratensis* to salinity and drought during the seed germination and under different photoperiod conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104(1): 71-78.
- Caruso, A., Chedfor, F., Carpin, S., Depierreux, C., Delmotte, F.M., Kahlem, G., Morabito, D. 2008. Physiological characterization and identification of genes differentially expressed in response to drought induced by PEG 6000 in *Populus canadensis* leaves. *Journal of Plant Physiology*, 165(9): 932-41.
- Chai, X., Dong, R., Liu, W., Wang, Y., Liu, Z., 2017. Optimizing sample size to assess the genetic diversity in common vetch (*Vicia sativa* L.) populations using start codon targeted (SCoT) markers. *Molecules*, 22(4): 567.
- Chen, J., Wu, W., Zheng, Y., Hou, K., Xu, Y., Zai, J., 2010. Drought resistance of Angelica dahurica during seedling stage under polyethylene glycol (PEG-6000)-simulated drought stress. *China journal of Chinese Materia Medica*, 35(2): 149-153.
- Çarpıcı, B.E., Erdel, B., 2015. Bazı yonca çeşitlerinde (*Medicago sativa* L.) kuraklık stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Derim*, 32(2): 201-210.
- Çığ, F., Erman, M., İnal, B., Bektaş, H., Sonkurt, M., Mirzapour, M., Ceritoğlu, M., 2022. Mitigation of drought stress in wheat by bio-priming by PGPB containing ACC deaminase activity. *Ataturk*

- University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1): 51-57.
- Daryanto, S., Wang, L., Jacinthe, P.A., 2015. Global synthesis of drought effects on food legume production. *PLoS One*, 10(6): e0127401.
- De la Rosa, L., Zambrana, E., Ramirez-Parra, E., 2020. Molecular bases for drought tolerance in common vetch: designing new molecular breeding tools. *BMC Plant Biology*, 20(1): 1-18.
- Dezfuli, P.M., Sharif-zadeh, F., Janmohammadi, M., 2008. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). *ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science*, 3(3): 22-25.
- Dola, D.B., Mannan, M.A., Sarker, U., Mamun, M.A.A., Islam, T., Ercisli, S., Saleem, M.H., Ali, B., Pop, O.L., Marc, R.A., 2022. Nano-iron oxide accelerates growth, yield, and quality of *Glycine max* seed in water deficits. *Frontiers in Plant Science*, 13: 992535.
- Ellis, R.A., Roberts, E.H., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seed. *Seed Science and Technology*, 9(2): 373-409.
- Fallahi, H.R., Fadaecian, G., Gholami, M., Daneshkhah, O., Hosseini, F.S., Aghhavan-Shajari, M., Samadzadeh, A., 2015. Germination response of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and arugula (*Eruca sativa* L.) to osmotic and salinity stresses. *Plant Breeding and Seed Science*, 71(1): 97-108.
- Fang, X., Turner, N.C., Yan, G., Li, F., Siddique, K.H.M., 2010. Flower numbers, pod production, pollen viability, and pistil function are reduced and flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought. *Journal of Experimental Botany*, 61(2): 335-345.
- Farooq, M., Gogoi, N., Barthakur, S., Baroowa, B., Bharadwaj, N., Alghamdi, S.S., 2016. Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203(2): 81-102.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A., 2009. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. In: Lichtfouse, E., Navarrete, M., Debaeke, P., Véronique, S., Alberola, C. (eds) Sustainable Agriculture. Springer, Dordrecht.
- Farooq, T.H., Rafy, M., Basit, H., Shakoora, A., Shabbir, R., Riaz, M.U., Ali, B., Kumar, U., Qureshi, K.A., Jaremko, M., 2022. Morpho-physiological growth performance and phytoremediation capabilities of selected xerophyte grass species towards Cr and Pb stress. *Frontiers in Plant Science*, 13: 997120.
- Farsiani, A., Ghobadi, M.E., 2009. Effects of PEG and NaCl stress on two cultivars of corn (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stages. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 3(9): 442-445.
- Feng, J., Wang, D., Shao, C., Zhang, L., Tang, X., 2018. Effects of cold plasma treatment on alfalfa seed growth under simulated drought stress. *Plasma Science and Technology*, 20(3): 35-50.
- Gheidary, S., Akhzari, D., Pessaraki, M., 2017. Effects of salinity, drought, and priming treatments on seed germination and growth parameters of *Lathyrus sativus* L. *Journal of Plant Nutrition*, 40(10): 1-23.
- Ghorbanpour, A., Mami, Y., Ashournezhad, M., Abri, F., Amani, M., 2011. Effect of salinity and drought stress on germination of fenugreek. *African Journal of Agricultural Research*, 6(24): 5529-5532.
- Guo, S.J., Yang, K.M., Huo, J., Zhou, Y.H., Wang, Y.P., Li, G.Q., 2015. Influence of drought on leaf photosynthetic capacity and root growth of soybeans at grain filling stage. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao = Chinese Journal of Applied Ecology*, 26(5): 1419-1425.
- Gürbüz, A., Kaya, M., Divanlı Türkan, A., Kaya, G., Kaya, M.D., Çiftçi, C.Y., 2009. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 69-74.
- Huang, Y.F., Gao, X.L., Nan, Z.B., Zhang, Z.X., 2017. Potential value of the common vetch (*Vicia sativa* L.) as an animal feedstuff: a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(5): 807-823.
- Huang, Y., Zhang, Z., Nan, Z., Unkovich, M., Coulter, J.A., 2021. Effects of cultivar and growing degree day accumulations on forage partitioning and nutritive value of common vetch (*Vicia sativa* L.) on the Tibetan plateau. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(9): 3749-3757.
- Kalsa, K.K., Abebie, B., 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* (Ten.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(21): 3202-3208.
- Khan, M.A., Kashmir, S., Ali, H.H., Gul, B., Raza, A., Umm-E-Kulsoom, U., Uslu, O.S., Waheed, H., 2019. Environmental factors can affect the germination and growth of *Parthenium hysterophorus* and *Rumex crispus*. *Pakistan Journal of Botany*, 51(6): 2195-2202.
- Khodrahmpour, Z., 2011. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn (*Zea mays* L.) hybrids. *African Journal of Biotechnology*, 10(79): 18222-18227.
- Kumar, N., Nandwal, A.S., Devi, S., Sharma, K.D., Yadav, A., Waldia, R.S., 2010. Root characteristics, plant water status and CO<sub>2</sub> exchange in relation to drought tolerance in chickpea. *Journal of SAT Agricultural Research*, 8: 1-5.
- Levitt, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stress. Academic Press, New York.
- Li, Y., Li, H., Li, Y., Zhang, S., 2017. Improving water-use efficiency by decreasing stomatal conductance and transpiration rate to maintain higher ear photosynthetic rate in drought-resistant wheat. *The Crop Journal*, 5(3): 231-239.
- Liu, Z., Liu, P., Luo, D., Liu, W., Wang, Y., 2014. Exploiting Illumina sequencing for the development of 95 novel polymorphic EST-SSR markers in

- common vetch (*Vicia sativa* subsp. *sativa*). *Molecules*, 19(5): 5777-5789.
- López, R., Aranda, I., Gil, L., 2009. Osmotic adjustment is a significant mechanism of drought resistance in *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 18(2): 159-166.
- Micheletto, S., Rodriguez-uribe, L., Hernandez, R., Richins, R.D., Curry, J., Connell, M.A.O., 2007. Comparative transcript profiling in roots of *Phaseolus acutifolius* and *P. vulgaris* under water deficit stress. *Plant Sciences*, 173(5): 510-520.
- Molor, A., Khajiduren, A., Myagmarjav, U., Vanjidorj, E., 2016. Comparative analysis of drought tolerance of *Medicago* L. plants under stressed conditions. *Mongolian of Agricultural Sciences*, 19(03): 32-40.
- Mujtaba, S.M., Faisal, S., Khan, M.A., Mumtaz, S., Khanzada, B., 2016. Physiological studies on six wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought stress tolerance at seedling stage. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 1(2): 1-6.
- Musco, A., Sidari, M., Anastasi, U., Santonoceto, C., Maggio, A., 2014. Effect of PEG-induced drought stress on seed germination of four lentil genotypes. *Journal of Plant Interactions*, 9(1): 354-363.
- Mut, Z., Akay, H., 2010. Effect of seed size and drought stress on germination and seedling growth of naked oat (*Avena sativa* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(4): 459-467.
- Nguyen, V., Riley, S., Nagel, S., Fisk, I., Searle, I.R., 2020. Common vetch: a drought tolerant, high protein neglected leguminous crop with potential as a sustainable food source. *Frontiers in Plant Science*, 11: 818.
- Niu, J., Zhang, S., Liu, S., Ma, H., Chen, J., Shen, Q., Ge, C., Zhang, X., Pang, C., Zhao, X., 2018. The compensation effects of physiology and yield in cotton after drought stress. *Journal of Plant Physiology*, 224-225: 30-48.
- Okçu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4): 237-242.
- Özyazıcı, M.A., 2022. Yeşil Gübreleme ve Yeşil Gübreleme Amacıyla Kullanılan Bitkiler. In: M.A. Özyazıcı ve S. Açıkbaş (Editörler), *Yeşil Gübreleme*, Iksad Publishing House, Ankara, Türkiye, s. 3-50.
- Özyazıcı, M.A., Manga, İ., 2000. Çarşamba ovası sulu koşullarında yeşil gübre olarak kullanılan bazı baklagil yembitkileri ile bitki artıklarının kendilerini izleyen mısır ve ayçiçeğinin verim ve kalitesine etkileri. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 24(1): 95-103.
- Pandey, J., Devadasu, E., Saini, D., Dhokne, K., Marriboina, S., Raghavendra, A.S., Subramanyam, R., 2023. Reversible changes in structure and function of photosynthetic apparatus of pea (*Pisum sativum*) leaves under drought stress. *The Plant Journal*, 113(1): 60-74.
- Pantola, S., Vibhuti Bargali, K., Bargali, S.S., 2017. Screening of three leguminous crops for drought stress tolerance at germination and seedling growth stage. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(4): 467-472.
- Partheeban, C., Chandrasekhar, C.N., Jeyakumar, P., Ravikesavan, R., Gnanam, R., 2017. Effect of PEG induced drought stress on seed germination and seedling characters of maize (*Zea mays* L.) genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(5): 1095-1104.
- Pawar, K.N., Veena, V.B., 2020. Evaluation of cotton genotypes for drought tolerance using PEG-6000 water stress by slanting glass plate technique. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(11): 3203-3212.
- Petrovic, G., Jovicic, D., Nikolic, Z., Tamindzic, G., Ignjatov, M., Milosevic, D., Milosevic, B., 2016. Comparative study of drought and salt stress effects on germination and seedling growth of pea. *Genetika*, 48(1): 373-381.
- Piwoarczyk, B., Kaminska, I., Rybinski, W., 2014. Influence of PEG generated osmotic stress on shoot regeneration and some biochemical parameters in *Lathyrus culture*. *Czech Journal Genetic Plant Breed*, 50(2): 77-83.
- Quan, W., Liu, X., Wang, H., Chan, Z., 2016. Comparative physiological and transcriptional analyses of two contrasting drought tolerant alfalfa varieties. *Frontiers in Plant Science*, 6: 1256.
- Rouhi, V., Samson, R., Lemeur, R., Van Damme, P., 2006. Stomatal resistance under drought stress conditions induced by PEG 6000 on wild almond. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 71(1): 269-273.
- Rueden, C.T., Schindelin, J., Hiner, M.C., DeZonia, B.E., Walter, A.E., Arena, E.T., Eliceiri, K.W., 2017. ImageJ2: Imagej for the next generation of scientific image data. *BMC Bioinformatics*, 18(1): 529.
- Ruffini Castiglione, M., Frediani, M., Gelati, M. T., Ravalli, C., Venora, G., Caputo, P., Cremonini, R., 2011. Cytology of *Vicia* species. X. Karyotype evolution and phylogenetic implication in *Vicia* species of the sections *Atossa*, *Microcarinae*, *Wiggersia* and *Vicia*. *Protoplasma*, 248(4): 707-716.
- Sabagh, A.E.L., Hossain, A., Islam, M.S., Iqbal, M.A., Amanet, K., Mubeen, M., Nasim, W., Wasaya, A., Llanes, A., Ratnasekera, D., Singhal, R.K., Kumari, A., Meena, R.S., Abdelhamid, M., Hasanuzzaman, M., Raza, M.A., Özyazıcı, G., Özyazıcı, M.A., Erman, M., 2021. Prospective role of plant growth regulators for tolerance to abiotic stresses. In: T. Aftab and K.R. Hakeem (Eds.), *Plant Growth Regulators*, 1st Eds., Springer, Cham., Switzerland, pp. 1-38.
- Scott, S.J., Jones, R.A., Williams, W.A., 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24(6): 1192-1199.

- Seleiman, M.F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Battaglia, M.L., 2021. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants*, 10(2): 259.
- Soleymani, A., Shahrajabian, M.H., 2018. Changes in germination and seedling growth of different cultivars of cumin to drought stress. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 1(173): 91-100.
- Şahin, H.H., 2019. Türkiye’de yetiştirilen bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* spp. *arvense* L.) çeşitlerinin kuraklık stresine tepkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 32s.
- Tiryaki, İ., 2016. Yoncada (*Medicago sativa* L.) kuraklık stresi ve toleranlık mekanizması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(3): 296-304.
- Toosi, A.F., Bakar, B., Azizi, M., 2014. Effect of drought stress by using PEG 6000 on germination and early seedling growth of *Brassica juncea* var. Ensabi. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LVII, 360-363.
- Türkan, I., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H., 2005. Differential responses of lipid peroxidants in the leaves of drought tolerant *P. acutifolius* gray and drought sensitive *P. vulgare* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Science*, 168(1): 223-231.
- Uslu, Ö. S., Gedik, O., Alhumedi, M., Alminfi, K., 2021. Kuraklık stresinin bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 3(2): 28-36.
- Wang, W., Wang, C., Pan, D., Zhang, Y., Luo, B., Ji, J., 2018. Effects of drought stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence images of soybean (*Glycine max*) seedlings. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(2): 196-201.
- Wang, Y.R., Yu, L., Nan, Z.B., Liu, Y.L., 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Sciences*, 44(2): 535-541.
- Wei, Y., Jin, J., Jiang, S., Ning, S., Liu, L., 2018. Quantitative response of soybean development and yield to drought stress during different growth stages in the Huaibei Plain China. *Agronomy*, 8(7): 97.
- Yasmeen, S., Wahab, A., Saleem, M.H., Ali, B., Qureshi, K.A., Jaremko, M., 2022. Melatonin as a foliar application and adaptation in lentil (*Lens culinaris* Medik.) crops under drought stress. *Sustainability*, 14: 16345.
- Yılmaz, M.B., Kısakürek, Ş., 2020. Tuz ve PEG kaynaklı kuraklık stresinin çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde fide gelişimine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3): 360-369.
- Yılmaz, M., Doğru, A., Kozan, Y., 2022. Kuraklık stresinin bazı serin iklim çim alan buğdaygillerinin çimlenme ve sürgün gelişimi üzerine etkileri. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 3(1): 1-10.
- Yousefi, A.R., Rashidi, S., Moradi, P., Mastinu, A., 2020. Germination and seedling growth responses of *Zygophyllum fabago*, *Salsola kali* L. and *Atriplex canescens* to PEG-induced drought stress. *Environments*, 7(107): 1-10.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical Analysis*. 3rd Edition, Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.

**ALINTI:** Çifçi, H., Açıkbaş, S., 2023. Kuraklık Stresinin Yaygın Fiğ (*Vicia sativa* L.) Çeşitlerinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(3): 288-299.

**CITATION:** Çifçi, H., Açıkbaş, S., 2023. Effect of Drought Stress on Germination and Seedling Growth of Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Cultivars. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 10(3): 288-299. (In Turkish).