

Medine ÇOPUR DOĞRUSÖZ<sup>1a\*</sup>

Erdem GÜLÜMSER<sup>2a</sup>

Uğur BAŞARAN<sup>1b</sup>

Hanife MUT<sup>2b</sup>

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

<sup>2</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

<sup>1a</sup>ORCID: 0000-0002-9159-1699

<sup>2a</sup>ORCID: 0000-0001-6291-3831

<sup>1b</sup>ORCID: 0000-0002-6644-5892

<sup>2b</sup>ORCID: 0000-0002-5814-5275

\*Sorumlu yazar:

medine.copur@bozok.edu.tr

DOI

<https://doi.org/10.46291/ISPECJASv015iss2pp257-266>

Alınış (Received): 10/02/2021

Kabul Tarihi (Accepted): 15/03/2021

#### Anahtar Kelimeler

Mürdümük, alkali stresi, çimlenme, ODAP

#### Keywords

Grass pea, alkali stress, germination, ODAP

### Alkali Stresinin Farklı Mürdümük Genotiplerinde (*Lathyrus sativus* L.) Çimlenme Gelişimine Etkisi

#### Özet

Bu çalışmada mürdümüğün (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme üzerinde alkali stresinin etkileri incelenmiştir. Bitki materyali olarak 2006, 4403 ve 1603 yerel populasyonlar ile GAP Mavisi ve İptas çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada alkali çözeltisi olarak sodyum karbonatın ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 6 farklı konsantrasyonu (0, 10, 20, 30, 40 ve 50 mM) uygulanmıştır. Çalışma bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, her genotipten 20 tohum petri içerisine konulmuş ve petrilere 10 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  solüsyonu eklenmiştir. Daha sonra petriler parafilm ile sıkıca kapatılmış ve iklimlendirme odasında karanlık ortamda  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 7 gün boyunca çimlenmeye bırakılmıştır. Denemede çimlenme hızı, çimlenme oranı, kök boyu, sürgün boyu, yaş ve kuru ağırlığı, fide güç indeksi ve ODAP içeriği incelenmiştir. İncelenen özellikler bakımından 1603 yerel popülasyonu çeşitler kadar alkali stresine iyi cevap vermiştir. Uygulanan dozlar bakımından ise 20 mM alkali dozunda dahi bitkilerin kabul edilebilir bir çimlenme gelişimine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca dozların artmasıyla birlikte ODAP içeriğinin azaldığı ve tüm genotiplerde ve dozlarda hayvan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek düzeyin altında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre, mürdümüğün hafif alkali stresinden olumlu yönde etkilendiği belirlenmiş olup, çalışmadan elde edilen sonuçlar ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

### The Effect of Alkali Stress on Germination Growth of Different Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) Genotypes

#### Abstract

In this study, the effects of alkaline stress on germination growth of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) were investigated. 2006, 4403 and 1603 landraces populations and GAP Blue and Iptas varieties were used as plant material. In the study, 6 different concentrations (0, 10, 20, 30, 40 and 50 mM) of sodium carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) were applied as an alkaline solution. The study was arranged as split plot design with 3 replications, and 20 seeds from each genotype were placed in a petri dish and 10 ml of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  solution was added to the petri dishes. Then, the petri dishes were tightly covered with parafilm and allowed to germinate in the dark environment at  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  for 7 days in the climate room. In the experiment, germination speed, germination rate, root length, shoot length, fresh and dry weights, seedling vigour index and ODAP content were examined. It was determined that 1603 local populations respond well to alkali stress as well as varieties in terms of the investigated traits. In terms of the applied doses, it was observed that the plants had an acceptable germination development even at the 20 mM alkali dose. In addition, it was determined that the ODAP content decreased with increasing doses and was below the level that would adversely affect animal health in all genotypes and doses. According to this result, it was determined that the grass pea was positively affected by mild alkali stress, and the results obtained from the study will shed light on future studies.

## GİRİŞ

Tarımda yapılan yanlış uygulamalar topraklarımızı kirlenmekte ve verimliliğini azaltmaktadır. Gereksiz ve bilinçsiz pestisit kullanımı, insan sağlığını etkilemesinin yanında toprağın yapısını bozmakta ve geri dönüşü mümkün olmayan etkiler bırakmaktadır. Yanlış tarımsal uygulamalar sonucu toprakta biriken ağır metaller ve zehirli artıklar, toprak ekolojisini ve toprakta yaşayan mikroorganizmaların faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyerek tarım alanlarında bozulmalara yol açmaktadır. Yapılan yanlış uygulamalardan bir diğeri olan aşırı azotlu gübreleme ile toprakta nitrat kirliliği oluşmakta ve toprakta aşırı nitrat birikimi bitkiler üzerinde toksik etki oluşturmaktadır. Ayrıca sulama sistemlerinin yanlış kullanımı ile toprak tuzluluğu artarak topraktaki su bitkiler tarafından alınamayarak bitkilerde kuraklık stresine yol açmaktadır. Nitekim Türkiye'nin yüzölçümünün %2'si, toplam işlenen arazilerin ise %5.48'i tuzluluk ve alkalilik (1.518.722 ha) sorunu aile karşı karşıyadır (Temel ve ark., 2015).

Bitkilere zarar verecek düzeyde çözünen tuz veya değişebilir sodyum ya da bunların ikisini birden içeren topraklar tuzlu toprak olarak isimlendirilmektedir. Sodyumun neden olduğu toprak alkaliliği, tuzluluğun bir biçimidir. Kil yüzeyindeki  $Na^+$  iyonu adsorbsiyonunun (değişebilir sodyum yüzdesinin) toplam katyon değişim kapasitesine oranı % 6'yı geçtiğinde toprak, "alkali" olarak nitelendirilmektedir (Rengasamy ve Olsson, 1993; Yakupoğlu ve Özdemir, 2007). Alkali topraklarda çözelti içerisinde kalsiyumdan daha fazla sodyum bulunur. Bu nedenle bu tür topraklarda görülen beslenme problemleri kalsiyumun dengesiz alımı sonucu oluşmaktadır. Sodyumlu topraklarda yetişen bitkiler, diğer sodyumlu olmayan topraklarda yetişenlere oranla, bünyelerinde daha fazla sodyum ve daha az kalsiyum bulundurlar. Özellikle ortamda artan sodyum iyonları sebebiyle oluşan rekabet nedeniyle kalsiyum, fosfor, azot gibi

iyonların oranı azalır ve bitkide iyon dengesi bozularak birtakım beslenme sorunları ile toksik etkiler meydana gelir (Şen, 2019).

Tuzluluk ve alkalilik stresinin önüne geçmek için bu koşullara dayanıklı ürünler ile yetiştiricilik yapılması en etkili yoldur. Tan ve ark. (2002), yem bitkilerinin toprak yüzeyinde sıkı bir örtü oluşturması, derin kökleriyle toprağın alt katmanlarındaki suyu kullanarak yukarı su hareketini önlemesi gibi özellikleri nedeniyle tuzluluğun ortaya çıkmasını engellediğini belirtmişlerdir.

Diğer taraftan yapılan yanlış uygulamalar ve çeşitli etmenlerden kaynaklanan kirlilik, topraktaki organik maddelerin yarayışlılığını azaltmakta ve hayvancılık için önemli bir yem kaynağı olan mera alanlarının yok olma tehlikesini doğurmaktadır. Tarımsal alanlar içinde önemli bir yere sahip olan mera alanlarındaki azalmalar, toprağın çıplak kalmasına ve dolayısıyla erozyona neden olmaktadır. Zira yem bitkileri tarım alanları ve çayır ve meralar, hayvanların ihtiyacı olan yemin sağlandığı başlıca iki ana kaynaktır. En ucuz yem kaynağı olan çayır ve mera alanları ülkemiz hayvancılığına en fazla yem sağlayan alanlardır (Ekiz ve ark., 2011). Ülkemizdeki mera varlığı; aşırı ve düzensiz otlatma, erozyon, toprak ve atmosfer kaynaklı kirlilik ile insan faktörleri gibi sebeplerle ağır bir tahribata uğrayarak zamanla fakirleşmiştir (Seydoşoğlu ve Kökten, 2019; Seydoşoğlu ve ark., 2019). Bu nedenle mevcut mera varlığımız hayvancılıkta ihtiyaç duyulan yemi tek başına karşılayacak kapasitede değildir. Altın ve ark. (2011)'na göre ülkemizde halen devam etmekte olan kaba yem sorununun çözümü; meraları ıslah etmek ve en azından buna kaynak olan yem bitkileri tarımını geliştirmek, doğru üretim yöntemleri ile birim alandan daha fazla verim almak, farklı iklim koşullarına adapte olarak münavebeye girebilecek alternatif yem bitkileri tür ve çeşitlerini artırmakla mümkün olduğu ifade edilmektedir (Altın ve ark., 2011; Arslan, 2016).

Genel olarak çiftçiler tarafından kullanılan yem bitkilerine alternatif olabilecek mürdümük bitkisi hayvan beslemede kullanılan ve devletin üretimine destek verdiği yem bitkilerinden bir tanesidir. Kuraklığa ve aşırı yağışlara dayanıklı olan mürdümüğün, münavebe sistemi içerisinde yer alması, bölge ve ülke hayvancılığımızın şiddetle ihtiyaç duyduğu kaliteli kaba yemi sağlayacağı gibi, aynı zamanda toprağa azot bağlayarak toprak yapısının iyileşmesine de katkı sağlayacaktır (Seydoşoğlu ve ark., 2015). Mürdümük bitkisi farklı çevresel şartlara adaptasyon yeteneği yüksek bir bitkidir. Farklı stres koşullarında verim alınabilecek bir bitki olduğundan dolayı yetiştiricilik alanı geniştir (Karadeniz ve ark., 2020). Kuraklık, tuzluluk gibi stres koşullarının olduğu toprakların ıslah edilmesinde önemli bir yer alır.

Bu çalışmada ülke tarımının gelişmesine ve kaliteli kaba yem üretimine katkı sağlayabilecek mürdümük bitkisinin alkali stresi koşullarında çimlenme ve fide gelişimi özellikleri incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma mürdümük bitkisinde (*L. sativus* L.) alkali stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi iklim odasında yürütülmüştür. Bitki materyali olarak Denizli, Malatya ve Bursa orijinli üç yerel popülasyon (2006, 4403 ve 1603) ile iki çeşitten (GAP Mavisi ve İptaş) oluşan toplam 5 farklı mürdümük kullanılmıştır. Alkali çözeltisi ve konsantrasyonlarının hazırlanmasında sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) kullanılmıştır. Petri denemesi şeklinde yürütülen çalışma ana parsellerde genotipler alt parsellerde ise doz uygulamaları gelecek şekilde Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 mM olmak üzere 6 farklı  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozu uygulanmıştır. Her genotipten 20 tohum petri içerisine konulmuş ve petrilere 10 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  solüsyonu eklenerek, buharlaşmayı önlemek amacıyla parafilm ile sıkıca

kapatılmış iklimlendirme odasında karanlık ortamda  $20\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 7 gün boyunca çimlenmeye bırakılmıştır. Deneme süresince tohumlar her gün kontrol edilmiş ve 3 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Çimlenme oranı, hızı ve fide canlılık oranını belirlemek için günlük çimlenen tohumlar her işlemde sayılmıştır.

**Çimlenme hızı:**  $= \sum(Y1/G1 + Y2/G2 + \dots + Yn/Gn)$ , Y: çimlenmiş tohum sayısı, G: gün (Czabator, 1962).

**Çimlenme Oranı :**  $100 * (\text{Çimlenen tohum sayısı/toplam tohum sayısı})$  (Kayacetin ve ark., 2018).

**Fide canlılık indeksi:** (kök boyu + sürgün boyu) \* % çimlenme oranı (Hu ve ark., 2005).

Yedinci günün sonunda petride bulunan tüm filizlerde sürgün boyu (cm), kök boyu (cm) ile filizlerin yaş ve kuru ağırlıkları (g) belirlenmiştir. Yaş ağırlıklar belirlendikten sonra  $65^\circ\text{C}$ ' de sabit ağırlığa gelene kadar kurulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru ağırlıkları alınan örnekler öğütülerek 1 mm'lik elekten geçirilmiş ve ODAP analizi için hazırlanmıştır. ODAP analizi Rao'nun (1978) bildirmiş olduğu OPT metoduna göre yapılmıştır. 50 mM alkali dozu uygulanan işlemlerde düşük çimlenme nedeniyle yeterli örnek olmadığından sadece çimlenme gözlemleri alınmıştır.

Elde edilen veriler Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre MSTAT C paket programı ile analiz edilmiş, ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konulmuştur.

## BULGULAR ve TARIŞMA

Mürdümük genotiplerine uygulanan farklı sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dozlarının çimlenme hızlarına ait değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çimlenme hızı bakımından genotipler ve dozlar arasındaki farklılık ile genotip x doz interaksyonu çok önemli ( $p < 0.01$ ) olmuştur. Genotip x doz interaksyonunda en yüksek çimlenme hızı Gap Mavisi çeşidinden ve kontrol dozundan (16.50) elde edilmiştir. Doz ortalamalarında en yüksek çimlenme hızı 0 ve 10 mM

dozundan elde edilirken, en yüksek ve en düşük doz arasında çimlenme hızı bakımından yaklaşık olarak %70 azalma olduğu görülmektedir. Bu durum bitkilerde alkali stresinin artmasıyla çimlenme hızının azaldığını belirten farklı araştırmacılarla benzerlik göstermektedir (Huang ve Redmann, 1995; Pancholi ve ark., 2001;

Prazak, 2001; Şenay ve ark., 2005; Kara ve ark., 2011). Benlioğlu ve Özkan (2015) bazı arpa çeşitlerine NaCl'nin farklı dozlarını (0, 3, 6, 9, 12 ve 15 g/l) uygulamışlar ve çeşitlerde en yüksek çimlenme hızını %95.60 ile kontrol grubunda, en düşük ise %75.8 ile en yüksek dozda elde etmişlerdir.

**Çizelge 1.** Mürdümük bitkisine ait çimlenme hızı değerleri

Genotip	Dozlar**						Ort.*
	0	10	20	30	40	50	
<b>2006</b>	11.44 d-g	11.33 efg	11.11 efg	10.67 fg	6.28 jk	1.45 m	<b>8.71 c</b>
<b>4403</b>	12.72 b-e	11.56 d-g	11.22 efg	11.00 fg	6.83 ijk	4.00 l	<b>9.56 b</b>
<b>1603</b>	13.44 bc	12.22 c-f	11.67 def	12.00 c-f	7.55 ij	3.72 l	<b>10.10 b</b>
<b>İptaş</b>	9.89 gh	12.06 c-f	8.89 hı	8.11 ii	6.44 jk	4.28 l	<b>8.28 c</b>
<b>Gap Mavisi</b>	16.50 a	13.94 b	13.05 bcd	10.61 fg	7.44 ij	5.83 k	<b>11.23 a</b>
<b>Ort.**</b>	<b>12.79 a</b>	<b>12.22 a</b>	<b>11.19 b</b>	<b>10.47 b</b>	<b>6.91 c</b>	<b>3.86 d</b>	

\*\*: $p<0.01$ , Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ( $p<0.05$ ).

Mürdümük genotiplerinin farklı  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozlarındaki çimlenme oranlarına ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre çimlenme oranı üzerine çeşitler ve uygulanan dozların etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ), genotip x doz interaksyonu ise önemli ( $p<0.05$ ) olmuştur. İkili interaksyona göre çimlenme oranı %20 ile %100 arasında değişmiştir. Genotipler bakımından 4403 ve 1603 yerel popülasyonu ile Gap Mavisi çeşidi aynı grupta yer almış ve en yüksek çimlenme oranına sahip olmuştur. Farklı NaCl dozlarının mürdümük çimlenme gelişimine etkisinin incelendiği bir çalışmada, bitkilerin çimlenme oranı %85 ile %100 arasında değişmiştir. Mevcut çalışma ile söz konusu ile araştırma arasındaki farklılıklar genotip ile uygulanan alkali dozlardan kaynaklanmaktadır. Uygulanan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

dozları incelendiğinde, 30 mM dozdan sonra çimlenme oranı yaklaşık olarak %40 azalmıştır. Bu durum, artan tuz stresi ile birlikte çimlenme düzenleyici olan protein sentezinin engellenmesi, dolayısıyla da çimlenme oranında düşüşe neden olması ile açıklanmaktadır (Foolad ve Lin, 1997; Uyanık ve ark., 2014). Ekmekçi ve ark. (2005) ise tuz stresinin artması ile osmotik basıncın yükseldiğini ve çimlenme için gerekli suyun tohuma girişinin engellendiğini bildirmektedir. Mevcut çalışmada artan tuz dozlarının mürdümük genotiplerinde azalmaya neden olması farklı araştırmacıların bildirdiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir (Mahdavi ve Sanavy, 2007; Haileselesie ve Gselasie, 2012; Tsegay ve Gebreslassie, 2014; Fallahi ve ark., 2015; Gheidary ve ark., 2017).

**Çizelge 2.** Mürdümük bitkisine ait çimlenme oranları

Genotip	Dozlar*						Ort.**
	0	10	20	30	40	50	
<b>2006</b>	98.33 a	100 a	100.00 a	95.00 a	56.67 cde	20.00 h	<b>78.33 b</b>
<b>4403</b>	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	65.00 bc	51.67 c-f	<b>86.11 a</b>
<b>1603</b>	98.33 a	98.33 a	98.33 a	96.67 a	61.67 bcd	26.67 gh	<b>80.00 ab</b>
<b>İptaş</b>	90.00 a	88.33 a	80.00 ab	65.00 bc	43.33 d-g	33.33 fgh	<b>66.67 c</b>
<b>Gap Mavisi</b>	100.00 a	95.00 a	100.00 a	88.33 a	68.33 bc	40.00 efg	<b>81.94 ab</b>
<b>Ort.**</b>	<b>97.33 a</b>	<b>96.33 a</b>	<b>95.67 a</b>	<b>89.00 a</b>	<b>59.00 b</b>	<b>34.33 c</b>	

\*: $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$ , Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ( $p<0.05$ ).

Farklı dozlarda alkali uygulanan mürdümük genotiplerinin kök boyu özelliğine ilişkin ortalama değerler Çizelge 3’de verilmiştir. Kök boyu bakımından alkali dozları arasındaki farklılık ile genotip x doz interaksyonu çok önemli ( $p<0.01$ ), genotipler arasındaki farklılık ise önemsiz olmuştur. Genotip x doz interaksyonunda en yüksek kök boyu 5.75 cm ile GAP Mavisi çeşidinin kontrol grubunda, en düşük kök boyu ise 0.98 cm ile 2006 yerel

popülasyonda 40 mM dozunda belirlenmiştir. Genotip ortalamalarında en yüksek kök boyu GAP mavisi (3.30 cm), en düşük ise İptaş (2.63 cm) genotipinde elde edilmiştir. Artan dozlara bağlı olarak kök boyunda azalma olmuştur. Arslan ve Aydınoglu (2019) mürdümük bitkisine uyguladıkları NaCl ile bitkinin kök uzunluğunun azaldığını ve 1.25-7.77 cm arasında değiştiğini bildirmiştir.

**Çizelge 3.** Mürdümük bitkisine ait kök boyu değerleri

Genotip	Dozlar**					Ort.
	0	10	20	30	40	
<b>2006</b>	3.65 de	3.46 def	3.18 d-h	2.27 h-k	0.98 l	<b>2.70</b>
<b>4403</b>	3.50 def	3.85 cde	3.22 d-g	2.45 g-j	1.90 ijk	<b>2.98</b>
<b>1603</b>	4.60 bc	4.01 cd	3.98 cd	1.67 jkl	1.49 kl	<b>3.15</b>
<b>İptaş</b>	3.93 cde	2.97 e-1	2.68 f-i	2.18 ı-k	1.40 kl	<b>2.63</b>
<b>GAP Mavisi</b>	5.75 a	3.14 d-h	4.89 b	1.38 kl	1.33 kl	<b>3.30</b>
<b>Ort.**</b>	<b>4.28 a</b>	<b>3.49 b</b>	<b>3.59 b</b>	<b>1.99 c</b>	<b>1.41 d</b>	

\*\*: $p<0.01$ , Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ( $p<0.05$ ).

Sürgün boyu üzerine çeşitler ile uygulanan dozların etkisi ve genotip x doz interaksyonu çok önemli ( $p<0.01$ ) olmuştur. İnteraksiyonlarda en yüksek sürgün boyu 1603 yerel popülasyonu (6.77 cm) ve Gap Mavisi çeşidinin (6.81 cm) kontrol dozunda, en düşük ise İptaş çeşidinde ve 40 mM dozunda (1.47 cm) belirlenmiştir. Genotip ortalamalarında 1603 yerel popülasyonu (4.48 cm) ve Gap Mavisi çeşidi (4.41 cm) en yüksek sürgün boyuna sahip olmuştur. Çalışmada alkali dozlarının artmasıyla sürgün boyu

azalmıştır (Çizelge 4). Bu durumu Mahdavi ve Sanavy (2007), tuzun osmotik su potansiyelini azaltarak, fidelerde su stresi yarattığını ve stresin arttıkça sürgün boyunun da azaldığı şeklinde açıklamaktadır. Şimşek Soysal ve ark. (2018) farklı NaCl dozlarının sorgum×sudanotu melezinin çimlenme ve fide gelişim özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada; sürgün boyunun 3.35-10.34 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.** Mürdümük bitkisine ait sürgün boyu değerleri

Genotip	Dozlar**					Ort.**
	0	10	20	30	40	
<b>2006</b>	3.42 gh	3.78 fg	3.33 ghi	2.78 h-j	1.78 kl	<b>3.02 c</b>
<b>4403</b>	4.40 def	4.64 cde	4.35 ef	3.42 gh	2.12 jkl	<b>3.79 b</b>
<b>1603</b>	6.77 a	4.79 b-e	5.60 b	2.75 h-j	2.49 ı-k	<b>4.48 a</b>
<b>İptaş</b>	5.35 bc	3.28 ghi	2.38 ijk	3.24 ghi	1.47 l	<b>3.15 c</b>
<b>Gap Mavisi</b>	6.81 a	4.51 c-f	5.21 bcd	3.19 g-i	2.33 ijk	<b>4.41 a</b>
<b>Ort.**</b>	<b>5.35 a</b>	<b>4.20 b</b>	<b>4.17 b</b>	<b>3.08 c</b>	<b>2.04 d</b>	

\*: $p<0.01$ , Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ( $p<0.05$ ).

Farklı dozlarda alkali uygulanan mürdümük genotiplerinin yaş ağırlığı

bakımından çeşitler ve alkali dozları arasındaki farklılık ile genotip x doz

interaksiyonu çok önemli ( $p<0.01$ ) olmuştur (Çizelge 5). İkili interaksiyona göre yaş ağırlığı 4.99 (1603 ve 40 mM) – 9.85 g ( İptaş ve 30 mM) arasında değişmiştir. Genotipler arasında en yüksek yaş ağırlığı 8.77 g ile İptaş çeşidinde belirlenmiştir. Farklı çalışmalarda, mürdümük bitkisinin tuz stresi altında yaş ağırlığının 3.7 g ile 7.4 g arasında değiştiğini göstermiştir (Tsegay ve Gebreslassie, 2014; Fallahi ve ark., 2015). Farklıkların denemelerde kullanılan yöntemlerin ile genotiplerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Doz ortalamalarında kontrol ile birlikte 10 ve 20 mM doz uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer almış ve en yüksek değere sahip olmuşlardır. 30 mM doz uygulaması ile birlikte yaş ağırlığında azalma meydana gelmiştir. Bu durum, düşük miktarda alkali dozunun bitkiler için besin elementi görevi

üstelenerek yaş ağırlığını arttırdığını, yüksek dozlarda ise toksik etki yaptığını ve yaş ağırlığını azalttığını göstermektedir (Kaçar ve ark., 2009). Ayrıca, Julkowska ve ark. (2014) bitkilerin düşük miktarda tuz stresine maruz kaldığında, absisik asit ve etilen hormonlarını sentezleyerek kök gelişimini arttırdığını, yüksek dozlarda ise azalttığını bildirmektedirler. Önal Aşçı ve Üney (2016) tarafından farklı tuz yoğunluklarının Macar fiğinde çimlenme üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, bitkinin yaş ağırlığının 7.34-14.38 g arasında değiştiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada en yüksek bitki yaş ağırlığı 0 (12.03 g) ve 25 mM (14.38 g) doz uygulamasından, en düşük bitki yaş ağırlığı ise en yüksek doz olan 150 mM (7.34 g) uygulamasında elde edildiği, artan tuz miktarı ile bitki yaş ağırlığının da azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Mürdümük bitkisine ait yaş ağırlık değerleri

Genotip	Dozlar**					Ort.**
	0	10	20	30	40	
<b>2006</b>	8.15 efg	8.20 efg	7.72 fgh	6.82 ij	6.27 ij	<b>7.43 c</b>
<b>4403</b>	7.84 fgh	7.26 hi	7.37 ghi	8.32 c-f	6.03 j	<b>7.37 c</b>
<b>1603</b>	8.86 b-e	8.30 def	8.58 b-f	6.53 ij	4.99 k	<b>7.45 c</b>
<b>İptaş</b>	8.36 c-f	9.19 abc	9.85 a	7.84 fgh	8.60 b-f	<b>8.77 a</b>
<b>Gap Mavisi</b>	9.27 ab	8.82 b-e	9.08 a-d	6.84 ij	7.04 hii	<b>8.21 b</b>
<b>Ort.**</b>	<b>8.50 a</b>	<b>8.35 a</b>	<b>8.52 a</b>	<b>7.27 b</b>	<b>6.59 c</b>	

\*\*: $p<0.01$ , Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ( $p<0.05$ ).

Mürdümük genotiplerinin farklı dozlarda alkali stresi altındaki kuru ağırlık değerleri Çizelge 6'da görülmektedir. Filizlerin kuru ağırlığı üzerinde genotiplerin ve dozların etkisi ile genotip x doz interaksiyonu çok önemli ( $p<0.01$ ) olmuştur. Genotip x doz interaksiyonuna göre en yüksek kuru ağırlık İptaş çeşidinin 30 (3.06 g) ve 40 mM (3.40 g) dozu ile Gap Mavisi çeşidinin 40 mM (3.04 g) dozunda belirlenmiştir. Yüksek doz uygulamaları altında kuru ağırlığın değişmediği ve arttığı görülmektedir. Bu durum, artan tuz stresi ile birlikte bitkilerin

stres faktörünü azaltmak için bazı maddeleri sentezlediği veya biriktirmesinden kaynaklanmaktadır (Şimşek Soysal ve ark., 2018). Benlioğlu ve Özkan (2015) arpa çeşitlerinde tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte kuru ağırlık miktarının arttığını ve en yüksek kuru ağırlığın en yüksek doz olan 15 g/l (0.473 g), en az ise kontrol grubunda (0.358 g) elde edildiğini bildirmişlerdir. Aynı sonuçlar yem bezelyesi ile yaygın fiğ (Bilgili ve ark., 2011) ve kanola bitkisinde de (Uyanık ve ark., 2014) belirlenmiştir.

**Çizelge 6.** Mürdümük bitkisine ait kuru ağırlık değerleri

Genotip	Dozlar**					Ort.**
	0	10	20	30	40	
<b>2006</b>	1.99 c-h	1.58 fgh	1.29 h	1.93 c-h	1.56 fgh	<b>1.67 c</b>
<b>4403</b>	1.89 c-h	1.77 d-h	2.06 c-g	1.84 d-h	1.68 e-h	<b>1.85 c</b>
<b>1603</b>	2.03 c-g	1.98 c-h	1.61 fgh	2.05 c-g	1.56 fgh	<b>1.85 c</b>
<b>İptaş</b>	2.32 cde	2.59 bc	2.41 cd	3.06 ab	3.40 a	<b>2.76 a</b>
<b>Gap Mavisi</b>	2.36 cde	2.22 c-f	1.39 gh	2.18 c-f	3.04 ab	<b>2.24 b</b>
<b>Ort.**</b>	<b>2.12 a</b>	<b>2.03 a</b>	<b>1.75 b</b>	<b>2.21 a</b>	<b>2.25 a</b>	

\*\* :p<0.01, Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur (p<0.05).

Fide canlılık indeksi bakımından mürdümük genotipleri ve uygulanan dozlar arasındaki fark ve genotip x doz interaksyonu çok önemli (p<0.01) olmuştur (Çizelge 7). Memon ve ark. (2013) fide canlılık indeksinin bitkinin erken gelişimi ve hızlı direnç oluşumu için önemli bir faktör olduğunu bildirmektedir. Genotip x doz interaksyonu ve genotip ortalamalarına göre en yüksek fide canlılık indeksi 1603 yerel popülasyonu (1119.77) ve Gap Mavisi çeşidinden (1256.00) elde edilmiştir. Fide canlılık indeksi çimlenme

oranı ile kök ve sürgün boyu ile ilişkili olduğundan bu iki özellikteki azalma fide canlılık indeksini de olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla en yüksek fide canlılık indeksi kontrol (892.47) ve 20 mM (752.9243.95), en düşük ise 40 mM (205.38) uygulamasından elde edilmiştir. Güngör ve ark. (2017) yulaf genotiplerinin çimlenme üzerine tuz stresinin etkilerini inceledikleri çalışmada fide canlılık indeksinin artan tuz dozuna bağlı olarak azaldığını ve 66 ile 2694.3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 7.** Mürdümük bitkisine ait fide canlılık indeks değerleri

Genotip	Dozlar**					Ort.**
	0	10	20	30	40	
<b>2006</b>	695.00 e-h	723.33 e-h	651.17 f-ı	480.23 ijk	156.90 m	<b>541.33 c</b>
<b>4403</b>	790.00 def	849.00 cde	756.67 efg	586.67 g-j	260.50 lm	<b>648.57 b</b>
<b>1603</b>	1119.77 ab	865.37 cde	942.25 cd	425.93 jk	238.97 lm	<b>718.46 a</b>
<b>İptaş</b>	601.60 g-i	554.93 h-k	404.50 kl	486.54 ı-k	117.25 m	<b>432.97 d</b>
<b>Gap mavisi</b>	1256.00 a	727.13 efg	1010.00 bc	404.07 bc	253.27 lm	<b>730.09 a</b>
<b>Ort.**</b>	<b>892.47 a</b>	<b>743.95 b</b>	<b>752.92 ab</b>	<b>476.69 c</b>	<b>205.38 d</b>	

\*\* :p<0.01, Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur (p<0.05).

Mürdümük genotiplerinin farklı dozlardaki alkali stresi altında ODAP içerikleri Çizelge 8'de görülmektedir. Buna göre ODAP içerikleri üzerinde genotiplerin ve dozların etkisi ile genotip x doz interaksyonu çok önemli (p<0.01) olmuştur. Genotip x doz interaksyonuna göre en fazla ODAP içeriği 4403 yerel popülasyonunun kontrol grubu (%0.826) ile 10 mM (%0.890) ve 20 mM (%0.874) dozlarından, en düşük ise 2006 yerel popülasyonunun en yüksek dozu (%0.435) ve İptaş çeşidinin 30 mM (%0.453) ve 40 mM

(%0.411) dozlarından elde edilmiştir. Dozların artmasıyla ODAP içeriği de azalmıştır. Mürdümük bitkisinde hayvan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi ile bilinen ODAP merkezi sinir sistemini etkileyerek, hayvanların arka bacaklarında kalıcı felce yol açmaktadır. Buna göre, hayvan sağlığı açısından ODAP içeriğinin en fazla 2.0 mg/g olması gerekmektedir (Abd El-Moneim ve ark., 2010). Çalışmada tüm genotiplerde ve dozlarda belirlenen ODAP içeriği kritik seviyenin çok altında olmuştur (Çizelge 8).

**Çizelge 8.** Mürdümük bitkisine ait ODAP değerleri

Genotip	Dozlar**					Ort.**
	0	10	20	30	40	
2006	0.647 def	0.640 d-g	0.589 f-1	0.466 ij	0.435 j	<b>0.555 c</b>
4403	0.826 ab	0.890 a	0.874 a	0.745 c	0.563 h1	<b>0.779 a</b>
1603	0.523 ij	0.530 ii	0.645 def	0.707 cd	0.635 efg	<b>0.608 b</b>
İptaş	0.613 e-h	0.669 de	0.569 gh1	0.453 j	0.411 j	<b>0.543 c</b>
Gap Mavisi	0.767 bc	0.619 e-h	0.561 h1	0.586 f-1	0.474 ij	<b>0.601 b</b>
<b>Ort.**</b>	<b>0.675 a</b>	<b>0.669 a</b>	<b>0.648 a</b>	<b>0.591 b</b>	<b>0.503 c</b>	

\*\*: $p < 0.01$ , Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ( $p < 0.05$ ).

## SONUÇ

Alkali stresinin mürdümük bitkisinde çimlenme gelişimi üzerine etkilerinin incelendiğinde çalışma sonucunda, hem genotipler hem de dozlar arasında farklılıklar olduğu görülmüştür. İncelenen özellikler bakımından 1603 yerel popülasyonunun çeşitler kadar alkali stresine iyi cevap verdiği belirlenmiştir. Dozların artması ile birlikte çimlenme hızı, sürgün boyu, kök boyu ve dolayısıyla da fide canlılık indeksinde azalma olmuş ancak, 20 mM alkali dozunda dahi bitkilerin kabul edilebilir bir çimlenme oranına ve yaş ağırlığına sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, bitkinin 20 mM alkali dozunda bile besin elementlerini alabildiği ve gelişebildiğini göstermektedir. Ayrıca dozların artmasıyla birlikte ODAP içeriğinin azaldığı ve tüm genotiplerde ve dozlarda hayvan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek düzeyin altında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, kurak ve yarı kurak alanlara uyumlu bir bitki olan mürdümüğün hafif alkalilikten olumlu etkilenen bir bitki olduğunu ortaya koymuş ve ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

## KAYNAKÇA

Abd El-Moneim, A.M., Nakkoul, H., Masri, S., Ryan, J. 2010. Implications of zinc fertilization for ameliorating toxicity (Neurotoxin) in Grasspea (*Lathyrus sativus*). J. Agr. Sci. Tech. 12: 69-78.

Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2011. Çayır Mera Yönetimi, I. Cilt (Genel İlkeler). T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, s:314, Ankara.

Arslan, M. 2016. Türkiye’de yem bitkileri üretiminde yaygın mürdümüğün (*Lathyrus sativus* L.) önemi ve mevcut durumu. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 3(1): 17–23.

Arslan, M., Aydınoglu, B. 2019. Tuzluluk (NaCl) stresinin mürdümükte (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme ve erken fide gelişme özelliklerine etkisi. Akademik Ziraat Dergisi 7(1): 49-54.

Benlioğlu, B., Özkan, U. 2015. Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 24(2):109-114.

Bilgili, U., Budaklı Çarpıcı, E., Aşık, B.B., Çelik, N. 2011. Root and shoot response of common vetch (*Vicia sativa* L.), forage pea (*Pisum sativum* L.) and canola (*Brassica napus* L.) to salt stress during early seedling growth stages. Turkish Journal of Field Crops, 16: 33-38.

Czabator, F. J. 1962. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. Forest Science. 8: 386–395.

Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C.S., Kendir, H. 2011. Tarla Bitkileri, s.540, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınevi, Ankara.

Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 20(3): 118-125.

Fallahi, H.R., Fadaeian, G., Gholami, M., Daneshkhan, O., Hosseini, F.S., Aghhavan-Shajari, M., Samadzadeh, A. 2015. Germination response of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and arugula (*Eruca sativa* L.) to osmotic and salinity stress.



Plant Breeding and Seed Science, 71: 97-108

Foolad, M.R., Lin, G.Y. 1997. Genetic potential for salt tolerance during germination in *Lycopersicon* species. Hortscience, 32: 296-300.

Gheidary, S., Akhzari, D., Pessarakli, 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): 1507-1514.

Güngör, H., Çıkkılı, Y., Dumlupınar, Z. 2017. Bazı ticari ve yerel yulaf genotiplerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. KSÜ Doğa Bil. Derg., 20 (Özel Sayı):263-267.

Haileselasie, T.H., Gselasie, B. 2012. The effect of salinity (NaCl) on germination of selected grass pea (*Lathyrus sativus* L.) landraces of tigray. Asian Journal of Agricultural Sciences 4(2): 96-101.

Hu, J., Zhu, Z.Y., Song, W.J., Wang, J.C., Hu, W.M. 2005. Effects of sand priming on germination and field performance in direct-sown rice (*Oryza sativa* L.). Seed Sci. Technol. 33: 243-248.

Huang J., Redmann R.E. 1995. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. Canadian Journal of Plant Science. 75(4): 815-819.

Julkowska, M.M., Hoefsloot, H.C.J., Mol, S., Feron, R., de Boer, M., Haring, G.J., A, Testerink. C. 2014. Capturing Arabidopsis root architecture dynamics with root-fit reveals diversity in responses to salinity. Plant Physiol. 166: 1387-1402.

Kaçar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş. 2009. Bitki fizyolojisi (3. Baskı). Nobel Yayınları No: 848. Ankara, 556 s.

Kara, B., Akgün, İ., Altındal, D. 2011. Tritikale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. Selcuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 25(1): 1-9.

Karadeniz, E., Eren, A., Saruhan, V. 2020. Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ve tritikale (*xTriticosecale* W) karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. ISPEC

Journal of Agricultural Sciences 4(2):114-124

Kayaçetin, F., Efeoğlu, B., Alizadeh, B. 2018. Effect of NaCl and PEG-Induced osmotic stress on germination and seedling growth properties in wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). Anadolu J. of AARI, 28(1): 62-68.

Mahdavi, B., Sanavy, S.A.M.M. 2007. Germination and seedling growth in grasspea (*Lathyrus sativus*) cultivars under salinity conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(2): 273-279.

Memon, S.Q., Mirjat, M S., Mughal, A.Q., Amjad, N. 2013. Effect of conventional and non-conventional tillage practices on maize production. Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sci., 29(2): 155-163.

Önal-Aşçı, Ö., Üney H. 2016. Farklı tuz yoğunluklarının Macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. Akademik Ziraat Dergisi 5(1):29-34.

Pancholi S.R., Bhargava S.C., Singh. A.K. 2001. Screening of wheat genotypes at different salinity levels for germination percentage. Annals of Agricultural Biological Research, 6(1): 53-55.

Prazak R. 2001. Salt tolerance of *Triticum monococcum* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schubl. *T. durum* Desf. and *T. aestivum* L. seedlings. Journal of Applied Genetics, 42(3): 289-292.

Rao, S.L.N. 1978. A sensitive and specific colorimetric method for determination of  $\alpha$ -diaminopropionic acid and *Lathyrus sativus* neurotoxin. Analytical Biochemistry. 86:386-396.

Rengasamy, P., Olsson, K.A. 1993. Irrigation and Sodcity. Aust. J. Soil Res., 31: 821-37.

Seydoşoğlu, S., Saruhan, V., Kökten, K., Karadağ, Y. 2015. Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (3):98-109.

Seydoşoğlu, S., Kökten, K. 2019. Batman mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 23(1): 60-68.

Seydoşoğlu, S., Çağan, E., Sevilmiş, U. 2019. Determination of botanical composition, yield and pasture quality ratings of infertile pastures in Kozluk district of Batman province of Turkey, Fresenius Environmental Bulletin 28(4A): 3388-3394.

Şen, A. 2019. Alkali stresinin mürdümüğün (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme ve fide gelişimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat.

Şenay, A., Kaya, M.D., Atak, M., Çiftçi, C.Y. 2005. Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 14(1-2): 50-55.

Şimşek-Soysal, A.Ö., Demirkol, G., Önal-Aşçı, Ö., Kaşko Arıcı, Y., Acar, Z., Yılmaz, N. 2018. Tuz stresinin sorgum×sudanotu melezinde çimlenme ve fide gelişim özelliklerine etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayati

Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 4(2):247-252

Tan, M., Koç, A., Erkovan, İ.H. 2002. Dumlu yöresi (Erzurum) tuzlu-alkali topraklarında yetişebilecek yem bitkisi türlerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(3): 277-281.

Temel, S., Keskin, B., Şimşek, U., Yılmaz, İ.H. 2015. Bazı çok yıllık yem bitkisi türlerinin m<sup>2</sup>'deki bitki çıkışına halomorfik toprak koşullarının etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1):46-54.

Tsegay, B.A., Gebreslassie, B. 2014. The effect of salinity (NaCl) on germination and early seedling growth of *Lathyrus sativus* and *Pisum sativum* var. *abyssinicum*. African Journal of Plant Science, 8(5): 225-231.

Uyanık, M., Kara, Ş.M., Korkmaz, K. 2014. Bazı kışlık kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 20: 368-375.

Yakupoğlu, T., Özdemir, N. 2007. Tuzluluk ve alkaliliğin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri, OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 22(1):132-138.