

Tuzluluk (NaCl) stresinin mürdümükde (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme ve erken fide gelişme özelliklerine etkisi

Mehmet ARSLAN¹, Bilal AYDINOĞLU¹

¹Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, ANTALYA

Alınış tarihi: 17 Ocak 2018, Kabul tarihi: 10 Nisan 2018

Sorumlu yazar: Mehmet ARSLAN, e-posta:mehmetarslan@akdeniz.edu.tr

Öz

Mürdümük kurak alanlara adapte olan bir baklagil olarak abiyotik stres faktörlerine karşı bir güvence ve iyi bir alternatif bitkidir. Bu araştırma, iki mürdümük çeşidinin çimlenme döneminde tuz stresine karşı tepkilerinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bitkisel materyal olarak, yerel bir çeşit ile düşük ODAP içeriğine sahip bir çeşit olarak tescil edilen Ceora çeşidi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişme özelliklerini azalttığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çimlenme oranı %85-100, kökçük uzunluğu 12.55-77.74 mm, sapçık uzunluğu 23.30-73.12 mm, kökçük yaş ağırlığı 202.90-951.30 mg ve sapçık yaş ağırlığı 479.98-807.60 mg arasında değişmiştir. Mürdümük bitkisinin 150 mM NaCl dozunda bile kabul edilebilir bir çimlenme sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, mürdümük, *Lathyrus sativus*, tuzluluk stresi

Effect of salinity (NaCl) stress on germination and seedling growth characteristics in grass pea (*Lathyrus sativus* L.)

Abstract

Grass pea, an orphan legume of the arid areas is a good alternative and insurance crop in areas that are prone to abiotic stresses. This research was carried out to determine the reactions of two different varieties of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) against to salinity stress in laboratory conditions. The local variety and the registered variety (Ceora) with the

low ODAP content was used two varieties as plant materials. As a result of the study, it was revealed that salt stress caused by decreasing in germination and early seedling growth characteristics. According to the results obtained, germination rate, root length, shoot length, root fresh weight and shoot fresh weight ranged from %85-100, 12.55-77.74 mm, 23.30-73.12 mm, 202.90-951.30 mg and 479.98-807.60 mg respectively. Grass pea was found to provide acceptable germination even at a dose of 150 mM NaCl.

Key words: Germination, grass pea, *Lathyrus sativus*, salinity stress

Giriş

Tuzluluk, dünya genelinde bitki büyümesini ve gelişmesini kısıtlayan ve olumsuz yönde etkileyen önemli faktörlerdendir. Bazı araştırmacılara göre, dünya yüzeyinde bulunan toplam alanın yaklaşık %10'u tuzluluk sorunuyla karşı karşıya gelmiş topraklardan oluşmakta olup, sulama yapılan alanların da yaklaşık olarak yarısı tuzluluktan etkilenmektedir (Carrow and Duncan, 1998; Marcum, 2006). Türkiye'de ise tuzluluk ve alkalilik sorunu yaklaşık 1.5 milyon ha alanda yaşanmaktadır. Bu oran sulamaya uygun arazilerin yaklaşık % 30'una denk gelmektedir (Ekmekçi ve ark, 2005). Öte yandan, iklim değişikliğinin neden olabileceği muhtemel etkileriyle yüzey sularının azalması, yeraltı sularının üzerindeki kullanım baskısını artıracak ve su kalitesinde sorunlar yaşanmasına neden olacaktır. Yeraltı suyu seviyesinin düşmesiyle kıyısız alanlarda deniz suyunun içerilere sızarak yeraltı sularına karışması ile bu suların tuzlanması da söz konusu olabilecektir (Sarıca, 2014).

Kurak, yarı kurak ve kıyı bölgelerde büyük çevresel problem olan tuz stresi, birinci olumsuz etkisini bitkilerin çimlenme aşamasında göstermektedir (Passam and Kakouriotis, 1994). Çimlenme dönemindeki tuz zararı, su alımının azalması, protein organizasyonunun yapısal olarak etkilenmesi ve stoklanmış besin maddelerinin taşınmasındaki değişmesine neden olmaktadır (Foolad and Lin, 1997). Bitkilerde tuz toleransı; bitkilerin büyüme ve gelişmelerini farklı yüksek tuz konsantrasyonlarını içeren ortamlarda tamamlayabilme yetenekleri olarak bilinmektedir (Maas and Hoffman, 1977). Tuz toleransı tuz stresine karşı dayanıklılığın göstergesi olup, bitki türüne ve çevre şartlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Yılmaz ve ark., 2011). Tuzlu alanların ıslahında tuza toleranslı bitkilerin kullanımı iyi önlem olarak düşünülebilir. Tuzluluğa toleranslı bitkilerin kullanımını arttırmak için uygun koşullarda bitki yetiştiriciliğiyle ilgili agronomik çalışmalara ihtiyaç vardır (Uddin and Juraimi, 2013). Ülkemizde kaba yem ihtiyacı her geçen gün artmakta ve hayvansal üretiminin en büyük maliyeti olmaya devam etmektedir. İklim ve toprak yapısıyla çok sayıda yem bitkisi tür ve çeşidinin yetişme olanağının olmasına rağmen yonca, fiğ, korunga ve mısır gibi belirli sayıda yem bitkisinin yetiştiriciliği yapılmaktadır (Açıkgöz, 2001). Bu açıdan bakıldığında ülkemizde, özellikle kıraç alanlarda yetiştirilebilecek tek yıllık yem bitkisi türlerinden birisi de mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) tür (Karadağ ve ark., 2004; Başaran ve ark., 2007). Bu bitki ekstrem kurak ve tuzlu koşullara toleranslı olduğu gibi, aynı zamanda sel baskını gibi durumlarda köklerinin havasız ortamda kalmasına karşı oldukça dirençlidir (Campbell et al., 1994).

Mürdümük türleri Türkiye'nin her bölgesinde doğal olarak yetişmektedir. Literatür bilgileri incelendiğinde (Kendir, 1999; Sabancı ve Özpınar, 2001; Türk ve ark., 2007; Arslan, 2016) mürdümük türlerinin genellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde yayılış gösterdiği, Orta Karadeniz Bölgesi Samsun ili çevrelerinde de görülmekte olduğu anlaşılmaktadır. Bu türler hem yem bitkisi olarak hem de insan yiyeceği olarak değerlendirilmektedir (Genç ve Şahin, 2001). Halen özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki kıraç alanlarda "Cılban" yöresel ismi ile sınırlı ölçüde tarımı yapılan mürdümük (Türk ve ark., 2007; Başaran ve ark., 2013), baklagiller familyasının Viciaea oymağından kendine döllen tek yıllık bir baklagildir (Jackson and Yunus, 1984.). TÜİK

(Anonim, 2017) verilerine göre, ülkemizde 2016 yılı itibarıyla 155.847 da alanda yeşil ot üretimi amacıyla yetiştirilmekte ve 116.703 ton üretim yapılırken; 10.535 da alanda tane üretimi amacıyla yetiştirilmekte ve 1 075 ton üretim yapılmaktadır.

Besin maddesi içeriği çok yüksek olan ve özellikle protein bakımından çok zengin olan mürdümük bitkisi (Arslan, 2017a; Arslan, 2017b; Arslan, 2017c), beslenme bozukluklarına sebep olan bazı maddeler de içerebilmektedir. Bunlardan en önemlisi ODAP olarak bilinen β -N-oxalyl-L- α , β -diaminopropionic asittir (Yan et al., 2006; Arslan ve ark., 2017). Mürdümük tüketen insan ve hayvanlarda ODAP'a bağlı sinir sistemi hastalıkları görülmekte olup bunlara genel olarak lathyrisim hastalığı adı verilmektedir (Siddique et al., 2006; Grela et al., 2010). *Lathyrus* türlerinin ODAP içeriği genellikle genetik olarak kontrol edilmekte olsa da çevre ve iklim şartlarından da büyük ölçüde etkilenebilmektedir (Campbell, 1997). Bu araştırmada, iki mürdümük çeşidinin tuzluluk stresi koşullarında çimlenme özellikleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Denemede, bitkisel materyal olarak Denizli ili, Acıpayam ilçesi, Yumrutaş köyünde uzun yıllardır tarımı yapılmakta olan yerel bir çeşidin yanısıra düşük β -ODAP içeriğine sahip çeşit olarak tescil edilmiş olan Ceora (Siddique et al., 2006) kullanılmıştır. Yerel çeşidin tohumları koyu kahverengi olup 100 tane ağırlığı 14.38 gr olarak belirlenirken, Ceora çeşidinin tohumlar ise beyaz renkli ve 100 tane ağırlığı 11.06 gr olarak tespit edilmiştir.

Tuzluluk dozlarının 0, 25, 50, 75, 100, 150 mM NaCl olarak belirlendiği çalışma, tesadüf parselleri deneme deseninde dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çimlendirmeler için toplam 48 adet 9 cm'lik petri kapları kullanılmıştır. Büyüklükleri eşit düzeyde olan 10 adet, tohum içerisinde çift katlı çimlendirme kağıdı olan petri kaplarına yerleştirilmiştir. Daha sonra tohumların üzerine, farklı miktarlarda NaCl içeren solüsyonlardan 10 ml ilave edilmiştir. Buharlaşmayı önlemek amacıyla petri kaplarının etrafı parafilm ile sarılmıştır. Hazırlanan petri kapları 14 saat ışıklı, 10 saat karanlık, %70 nem ve 20°C sıcaklık koşullarına ayarlı çimlendirme kabineye yerleştirilmiştir. Petriler çimlenme kabinde 10 gün süreyle tutulmuştur (Gheidary et al., 2017).

Denemede her gün aynı saatte gözlemler yapılmış ve kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. 10. günün sonunda toplam çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdesi (%) belirlenmiştir (Scott et al., 1984). Çimlenmenin 10. gününde her bir petri kabındaki bitkilerde sapçık ve kökçük uzunlukları, kökçük yaş ağırlığı ve sapçık yaş ağırlıkları ölçülmüştür. Elde edilen veriler varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile istatistiki olarak SAS paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir (SAS Institute, 2011).

Bulgular ve Tartışma

Mürdümük çeşitlerinin farklı NaCl dozlarındaki çimlenme özelliklerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'de görüldüğü üzere, çimlenme oranı bakımından çeşitler ve uygulanan tuz dozları arasında önemli ($P<0.01$) farklar olmuştur. Aynı şekilde önemli farklar kökçük uzunluğu ve kökçük yaş ağırlığında da meydana gelmiş, sapçık uzunluğu ve sapçık yaş ağırlığı bakımından çeşitler arasında fark olmazken, farklılık tuz dozları arasında önemli olmuştur.

Çizelge 1. Çeşitlerin farklı NaCl dozlarındaki ortalama değerlerine ait varyans analiz sonuçları (Kareler ortalaması)

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Çimlenme oranı (%)	Kökçük uzunluğu (mm)	Sapçık uzunluğu (mm)	Kökçük yaş ağırlığı (mg)	Sapçık yaş ağırlığı (mg)
Çeşit	1	168.75**	3812.58**	43.05	690552.15**	233244.08
Tuz	5	52.08**	1597.17**	922.25**	288270.43**	57507.23**
Çeşit x Tuz	5	38.75	236.42	760.21**	38573.92**	10148.34**
Tekerrür	3	107.63	147.21	100.84	40904.08	16334.03
Hata	33	68.24	107.04	65.62	29627.80	31926.92

** : $P<0.01$ düzeyinde önemli

Çimlenme oranı

İki mürdümük çeşidinin farklı NaCl dozlarında elde edilen ve çimlenme oranı değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelge 2 incelendiğinde, tuz stresinin mürdümük çeşitlerinde çimlenme oranını azalttığı ancak, %85.00'ın altına düşürmediği görülmektedir. Çimlenme oranları yerel çeşit için %85.00-97.50, Ceora için %95.00-100 arasında değişmiştir. Bununla beraber, Ceora çeşidi tuz stresi altında yerel çeşide göre daha stabil bir durum sergilemiştir. Ekmekçi ve ark. (2005), artan tuz dozlarına bağlı olarak çimlenme oranındaki azalmayı, Na^+ ve Cl^- iyonlarının toksitesi ile beraber, yükselen osmotik basıncın çimlenme için gerekli suyun tohumu girişinin engellenmesinden kaynaklandığını ifade

etmektedirler. Diğer yandan, Uyanık ve ark. (2014) ve Foolad and Lin (1997), tuz stresine maruz kalan bitkilerde meydana gelen bazı metabolik bozuklukların ve çimlenme düzenleyici protein sentezinin engellenmesinin, çimlenme oranında düşüşe neden olduğunu bildirmektedirler.

Artan tuz stresi koşullarında çimlendirilen mürdümük çeşitlerinde çimlenme oranlarındaki azalma, farklı seviye ve miktarlarda olmakla beraber, Mahdavi and Sanavy (2007), Fallahi et al., (2015) Gheidary et al., (2017) Haileselassie and Gselassie (2012), Tsegay and Gebreslassie (2014) ve tarafından da tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar araştırmacıların bildirdiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. İki mürdümük çeşidinin farklı NaCl dozlarındaki ortalama değerleri ve önem grupları

Çeşitler	NaCl Dozları (mM)	Çimlenme oranı (%)	Kökçük uzunluğu (mm)	Sapçık uzunluğu (mm)	Kökçük yaş ağırlığı (mg)	Sapçık yaş ağırlığı (mg)
Yerel çeşit	0	97.50 a*	77.74 a	38.23 a	951.3 a	807.6 a
	25	95.00 a	57.59 b	36.95 a	866.5 ab	798.6 a
	50	95.00 a	50.02 b	36.40 a	828.5 ab	761.9 a
	75	92.50 a	46.93 b	33.47 ab	663.7 cb	744.5 a
	100	92.50 a	37.85 bc	30.82 ab	532.8 cd	716.8 a
	150	85.00 a	22.64 c	23.73 b	301.3 d	488.2 a
Ceora	0	100.00 a	39.07 a	73.12 a	638.5 a	636.83 a
	25	97.50 a	40.57 a	40.64 b	558.7 a	609.95 ab
	50	97.50 a	38.07 a	27.07 bc	480.5 a	596.05 ab
	75	95.00 a	27.79 a	21.83 c	436.8 ab	589.48 ab
	100	95.00 a	27.77 a	25.00 c	387.4 ab	568.70 ab
	150	95.00 a	12.55 b	23.30 c	202.9 b	479.98 b

*: Aynı sütunda yer alan ve aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

Kökçük uzunluğu

Mürdümük çeşitlerinde farklı seviyelerdeki tuzluluk stresi koşullarında elde edilen kökçük uzunluklarına ait ortalama değerler 12.55 ile 77.74 mm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Kuraklık stresi artışına bağlı olarak kökçük uzunluğu değerleri önemli düzeyde ($P<0.01$) azalma göstermiştir. Kökçük uzunluğu değerleri incelendiğinde yerel çeşidin kökçük uzunluğunun (37.85-77.74 mm) Ceora çeşidine (12.55-39.07 mm) göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Mahdavi and Sanavy (2007) tuz stresi koşullarında çimlendirdikleri mürdümük fidelerinde kökçük uzunluklarının 0.23 ile 3.06 cm arasında değiştiğini ifade etmektedir. Fakat, Tsegay and Gebreslassie (2014) benzer çalışmalarında kökçük uzunluklarının 1.47 ile 10.26 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu farklılıklar denemede kullanılan çeşitlerinin genetik yapılarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

Haileselasie and Gselasie (2012), kökçük ve sapçık uzunluklarının tuz stresi açısından önemli parametreler olduğunu, çünkü kökçüklerin toprak ve su ile direk temas ederek bitkiye alındığını ve sapçık gelişimine katkısı olduğunu bildirmektedir. Bu nedenle kökçük ve sapçık uzunlukları bitkilerin tuzdan etkilenme düzeyleri hakkında ilk bilgileri vermektedir.

Sapçık uzunluğu

Farklı seviyelerde tuz stresi koşullarında çimlendirilen mürdümük çeşitlerinin sapçık uzunlukları 23.30 ile 73.12 mm arasında değişmiştir. Tuz stresi her iki çeşidin sapçık uzunluklarında önemli düzeyde ($P<0.01$) azalmaya sebep olmuştur. Sapçık uzunluklarındaki azalma, tuz yoğunluğunun artışına bağlı olarak gerçekleşmiştir. Başlangıçta farklı düzeylerde sapçık oluşturan çeşitler 150 mM tuz yoğunluğu altında yaklaşık 23 mm uzunluğunda sapçıklar oluşturmuştur. Mahdavi and Sanavy (2007) tuz stresi koşullarında çimlendirdikleri mürdümük fidelerinde sapçık uzunluklarının 0.03 ile 3.50 cm arasında değiştiğini ifade etmektedir.

Mahdavi and Sanavy (2007), tuzun osmotik su potansiyelini azaltarak fidelerde su stresi yarattığını ifade etmektedir. Su kısıtlılığının başlangıç adımı olarak hücrelerden su kaybı, turgor basıncını etkileyebilir ve hücre zarı özelliklerinde ve hücre büyüklüğünde değişikliklere sebep olabilmektedir. Aslında, bitkilerin sapçık bölgesi kökçüklerine göre, özellikle yüksek tuz seviyelerinde daha çok etkilenmektedir.

Kökçük yaş ağırlığı

Tuz stresi koşullarında çimlenen mürdümük çeşitlerinin kökçük yaş ağırlıkları 202.9 ile 951.3 mg arasında değişen miktarlarda tespit edilmiştir. Çimlendirme ortamındaki tuz yoğunluğu arttıkça çimlenen fidelerin kökçük yaş ağırlıkları da azalmıştır. En düşük kökçük yaş ağırlığı 202.9 mg ile Ceora çeşidinin 150 mM tuz yoğunluğundaki çimlenmesinden elde edilmiştir. Tsegay and Gebreslassie (2014) mürdümük fidelerinde tuz stresinin kökçük yaş ağırlıklarını 7.4 g ağırlığından 3.7 g ağırlığına kadar düşürdüğünü bildirmektedir. Benzer sonuçlar Fallahi et al., (2015) tarafından da ifade edilmiştir.

Sapçık yaş ağırlığı

Mürdümük çeşitlerinin farklı düzeylerdeki tuz yoğunluklarında elde edilen sapçık yaş ağırlıklarına ait ortalama değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Sapçık yaş ağırlıkları değerleri 479.97 ile 807.6 mg arasında değişmektedir. Elde edilen değerler 0.01 önem seviyesinde farklılık göstermektedir. Kontrol uygulamalarında farklı miktarlarda sapçık oluşturan iki mürdümük çeşidi, 150 mM tuz yoğunluğu koşullarında yaklaşık 480 mg sapçık yaş ağırlığı ile yakın gelişme göstermiştir. Mahdavi and Sanavy, (2007) tuz stresi koşullarında çimlenen mürdümük fidelerinde bitki yaş ağırlığının 2.06 g ağırlığından 1.45 g ağırlığına kadar düştüğünü ifade etmektedir. Benzer sonuçlar Gheidary et al., (2017)'nin değerlerinden de anlaşılmaktadır.

Tuz stresinin mürdümük tohumlarının çimlenme özelliklerinde gerilemeye sebep olduğu birçok araştırmacı tarafından (Mahdavi and Sanavy, 2007; Talukdar, 2011; Haileselasie and Gselasie, 2012; Tsegay and Gebreslassie, 2014; Fallahi et al., 2015; Gheidary et al., 2017) bildirilmektedir. Talukdar (2011), 8 mürdümük genotipi ile yaptığı çalışma sonucunda 150 mM NaCl dozunun çeşitlerin çoğu için kritik seviye olduğunu tespit etmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışma sonuçlarımızla benzerlik içerisindedir.

Sonuç

Mürdümük, bir baklagil bitkisi olarak besleme değeri çok yüksek olan, ekstrem çevre ve iklim şartlarına iyi adapte olabilen ve üretim aşamasında çok az girdi maliyetine ihtiyaç duyan bir bitkidir. Tuzluluk ise bütün dünyada tarım yapılan toprakları tehdit eden önemli bir problem olarak görülmektedir. Küresel iklim değişikliğinin de etkisi ile hem topraklarımız hem sulama sularımız giderek daha tuzlu hale

gelmektedir. Bununla baş edebilmenin temel yollarından biri de tuzluluğa karşı toleranslı bitkilerin yetiştirilmesidir. Bu çalışmada düşük ODAP içeriğine sahip Ceora çeşidi ile yerel bir çeşit tuz toleransı yönünden değerlendirilmiştir. Sonuçta, Ceora çeşidinin erken fide gelişim özelliklerinin yerel çeşide göre daha geride olduğu belirlenmiştir. Tuz tolerans yönünden her iki mürdümük çeşidinin de 150 mM NaCl dozunda dahi kabul edilebilir bir çimlenme ve erken fide gelişimi sağlayabildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar mürdümük bitkisi ile tuz toleransı açısından yapılacak daha ileri çalışmalar için alt yapı niteliğindedir.

Kaynaklar

- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri (3. Baskı). Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. Bursa, 584 s.
- Arslan, M., 2016. Importance and current situation of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) in forage crops production of Turkey. Turkish Journal Of Agricultural And Natural Sciences, 3 (1): 17-23.
- Arslan, M., 2017a. Diversity for vitamin and amino acid content in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Legume Research, 40 (5): 803-810.
- Arslan, M., 2017b. Fatty acid characteristics of grass pea (*Lathyrus sativus*) in an East Mediterranean environment. Cogent Chemistry, 3: 1296748.
- Arslan, M., 2017c. Defining free amino acid contents of grass pea (*Lathyrus sativus*) genotypes in Turkey. Cogent Chemistry, 3: 1302311.
- Arslan, M., Oten, M., Erkanmaz, T., Tongur, T., Kilic, M., Elmasulu, S., Cinar, A., 2017. β -N-oxalyl-L-2,3-diaminopropionic acid, L-homoarginine and asparagine contents in the seeds of different genotypes *Lathyrus sativus* L. as determined by UHPLC-MS/M. International Journal of Food Properties, (online published), Article DOI: 10.1080/10942912.2017.1289961.
- Aşçı, Ö.Ö., Üney, H., 2016. Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. Akademik Ziraat Dergisi 5 (1):29-34.
- Başaran, U., Acar, Z., Aşçı, Ö.Ö., Mut, H., Ayan, I., 2007. Mürdümük (*Lathyrus* sp.) türlerinin önemi, tarımda kullanım olanakları ve zararlı madde içerikleri. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1): 139-148.
- Basaran, U., Acar, Z., Karacan, M., Onar, A.T., 2013. Variation and correlation of morpho-agronomic traits and biochemical contents (protein and β -Olap) in Turkish grass pea (*Lathyrus sativus* L.) landraces. Turkish Journal of Field Crops, 18 (2): 166-173.
- Campbell, C.G., Mehra, R.B., Agrawal, S.K., Chen, Y.Z., Abd-El-Moneim, A.M., Khawaja, H.I.T., Yadav, C.R., Tay, J.U., Araya, W.A., 1994. Current status and future strategy in breeding grass pea (*Lathyrus sativus*). Euphytica, 73: 167-175.
- Campbell, C.G., 1997. Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, vol. 18. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Carrow, R.N., Duncan, R.R., 1998. Salt affected turfgrass sites: Assessment and management. Ann Arbor Press, Chelsea.
- 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., Aghhavani-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.
- Genç, H., Şahin, A., 2001. Batı Akdeniz ve Güney Ege Bölgesinde yetişen bazı *Lathyrus* türleri üzerinde sitotaksonomik araştırmalar. III. S.D.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 5:(1):98-112.
- 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.
- Grela, E.R., Rybinski, W., Klebaniuk, R., Matras, J., 2010. Morphological characteristics of some accessions of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) grown in Europe and nutritional traits of their seeds. Genetic Resource and Crop Evolution 57: 693-701.
- 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.
- Jackson, M.T., Yunus, A.G., 1984. Variation in the grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and wild species. Euphytica 33: 549-559.
- Karadağ, Y., İptaş, S., Yavuz, M., 2004. Agronomic Potential of Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) Under Rainfed

- Condition in Semi-arid Regions of Turkey. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3 (2): 151-155.
- Kendir, H., 1999. Bazı Kıbrıs mürdümüğü (*Lathyrus ochrus* (L) DC.) hatlarının Ankara koşullarında tohum verimlerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5 (3): 53-60.
- Maas, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop Salt Tolerance-Current Assessment. *J. Irrig. Drain. Div. ASCE*, 103: 115-134.
- 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.
- Marcum, K.B., 2006. Use of Saline and Non-Potable Water in the Turfgrass Industry: Constraints and Developments. *Agricultural Water Management*, 80:132-146.
- Passam, H.C., Kakouriotis, D., 1994. The effects of osmoconditioning on the germination emergence and early plant growth of cucumber under saline conditions. *Sci. Hortic.*, 57: 233-240.
- Sabancı, O.C., Özpınar, H., 2001. Bazı yem bitkilerinin Menemen koşullarına adaptasyonları üzerine araştırmalar II. mürdümük (*Lathyrus sativus* L.). *Anadolu Dergisi*, 10 (1): 41-45.
- Sarıca, N., 2014. Bazı Sıcak İklim Çim Türlerinin Tuzluluğa Dayanıklılığının Belirlenmesi ve Uygulamalar Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Peyzaj Mimarlığı A.B.D. 71 ss.
- SAS Institute. 2011. SAS/STAT software 9.3, SAS Institute, Cary, NC.
- Siddique, K.H.M., Hanbury, C.D., Sarker, A., 2006. Registration of "Ceora" grass pea. *Crop Science*, 46: 986.
- 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.
- Anonim, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri, (Tüik). www.tuik.gov.tr
- Türk, M., Albayrak, S., Çelik, N., 2007. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield components of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31: 155-158.
- Uddin, M.K., Juraimi, A.S., 2013. Salinity Tolerance Turfgrass: History and Prospects. *The Scientific World Journal*, Volume 2013, Article ID: 409413.
- 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.
- Yan, Z.Y., Spencer, P.S., Li, Z.X., Liang, Y.M., Wang, Y.F., Wang, C.Y., Li, F.M., 2006. *Lathyrus sativus* (grass pea) and its neurotoxin ODAP. *Phytochemistry* 67, 107-121.
- Yılmaz, E., Tuna, A.L., Bürün, B., 2011. Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (1):47-66.