

Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi

Özlem ÖNAL AŞÇI¹, Hatice ÜNEY¹

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu

Alınış tarihi: 08 Mayıs 2015, Kabul tarihi: 02 Aralık 2015

Sorumlu yazar: Özlem ÖNAL AŞÇI, e-posta: onalozlem@hotmail.com

Öz

Bu çalışma Ege Beyazı-79 macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) çeşidinde farklı tuz yoğunluklarının çimlenme ve bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla laboratuvar ve sera koşullarında yapılmıştır. Çimlenme denemesinde 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275 ve 300 mM NaCl dozu; saksı denemesinde ise 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 mM NaCl dozu uygulanmıştır. Araştırmada, çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün), bitki boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet/bitki), toprak üstü yaş ve kuru ağırlık (gr) ile kök yaş ve kuru ağırlık (gr), membran zararlanma indeksi (%) değerleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, artan tuz dozlarının çimlenme oranını önemli derecede azalttığı, çimlenme süresini ise uzattığı belirlenmiştir. Buna ilaveten, 25 mM NaCl uygulamasının toprak üstü yaş ağırlık, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığını teşvik ettiği belirlenmiştir. Ancak, 50 mM NaCl dozundan itibaren tuz uygulaması, önemli olumsuz etkiye sahip olmuş, özellikle 100 mM ve üzeri tuz dozlarının birçok özelliikte en büyük zararlanmaya neden olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Macar fiği, tuzluluk, stress

The effect of different salt concentrations on germination and plant growth of hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz)

Abstract

This study was carried out in laboratory and glasshouse as pot experiment to determine the effect of different salt concentrations on germination and plant growth of hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz) cv. Ege beyazı-79. While 0, 25, 50, 75, 100,

125, 150, 175, 200, 225, 250, 275 and 300 mM NaCl were using in germination test, 0, 25, 50, 75, 100, 125 and 150 mM NaCl were applied at pot experiment. In the study, germination rate (%), mean germination time (day), plant height (cm), root length (cm), number of leaves (number/plant), aboveground fresh and dry weight (g) and root fresh and dry weight (g), membrane damage index (%) values were investigated. As a result of experiment, when salt dose increased, germination ratio decreased but mean germination time increased. In addition, aboveground fresh weight, root length and root fresh weight of plants were promoted by 25 mM NaCl. It was defined that 50 mM NaCl and higher doses had significant negative effect, but, especially 100 mM and higher doses had the greatest damage in many properties examined in this study.

Key words: Hungarian vetch, salt, stress

Giriş

Ülkemizde 2000'li yıllardan bu yana uygulanan destekle yem bitkileri ekim oranı % 8' e kadar ulaşmış (TÜİK, 2015) ancak, üretilen miktar hala kaliteli kaba yem açığını karşılamaktan çok uzaktır. Birçok yem bitkisi türünün rahatlıkla yetiştirilebileceği ülkemizde ne yazık ki birkaç yem bitkisi türü (yonca, korunga, fiğ ve mısır) yaygın olarak yetiştirilmektedir. Macar fiği, hem soğuğa ve kurağa dayanıklı, hem de ağır killi topraklarda yetişebilen (Açıkgöz, 2001; Balabanlı, 2009), tek yıllık serin mevsim baklagil yem bitkisidir. Bu özellikleri nedeniyle ülkemizde yem bitkileri tarımının artırılması açısından önemli bir türdür.

Tuzluluk, tarımsal üretim alanlarında, toprağın verimliliğini olumsuz yönde etkileyerek bitki büyümesi, verimi ve kalitesini sınırlandıran en önemli sorunların başında gelmektedir (Öztürk ve

ark., 2004). Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde karşılaşılan bir problem (Ekmekçi ve ark., 2005; Keser ve ark., 2009) olmakla birlikte, kıyı bölgelerimizde de yaşanmaktadır. Kıyı bölgelerimizde tarım alanlarının sulanmasında sulama suyu olarak taban suyu ya da yer altı suyu kullanılması ile tuzluluk problemi artmaktadır (Arslan ve ark., 2008; Cemek ve ark., 2006).

Tuzluluğa genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlar neden olur. Ancak doğada en fazla sodyum klorür (NaCl)'e rastlanmaktadır. Tuz stresi bitkilerin suyu topraktan alamamasına (fizyolojik kuraklık) neden olmaktadır (Kuşvuran, 2010). Ayrıca fazla miktarda Na⁺ ve Cl⁻ iyonları glikofit bitkilerde toksik etki yapmakta (Özen ve Onay, 2007) ve bu iyonlar toprakta fazla bulunduğu taktirde bitkilerin NO₃⁻, K⁺ ve Ca⁺ alımını azaltmaktadır (Kacar ve ark., 2009). Tüm bu etkilerin sonucunda, bitkilerde çimlenme, büyüme, gelişme, hücre bölünmesi, fotosentez gibi pek çok biyolojik olay etkilenmektedir (Bressan, 2008). Tuzluluk çimlenmede azalmaya veya çimlenmenin gerçekleşmemesine (Önal Aşçı, 2011), bitkilerde ise verim kayıplarına ve ölümlere neden olabilmektedir. Bu nedenle ülkemizde tuzluluk problemi olan tarım alanları için tuzlu koşullara adapte olabilen uygun tür ve çeşitlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı; farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde çimlenme ve gelişme üzerine etkisini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde çimlenme ve gelişme üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma, çimlenme ve saksı denemesi sonuçlarını içermektedir. Denemeler Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi laboratuvar ve serasında 2014 yılında yapılmıştır. Araştırmada Macar fiğinin (*Vicia pannonica* Crantz) Ege Beyazı-79 çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır.

Çimlenme denemesi

Tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulan denemede 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275 ve 300 mM olmak üzere 13 farklı NaCl dozu uygulanmıştır. Her tekrarda 25 tohum, 90 mm çaplı petride kurutma kağıtları arasına konulmuş ve her petriye 10 ml NaCl solusyonu eklenmiştir. Buharlaşmayı önlemek amacıyla ağzı kilitli plastik torbalara konan petri kapları, iklimlendirme dolabında tamamen karanlık ortamda 20±1°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. Deneme sonunda çimlenme oranı (%) ve çimlenme süresi (gün) aşağıda gösterilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

Çimlenme Oranı (%)= (Çimlenen tohum sayısı/toplam tohum sayısı)×100

Ortalama Çimlenme süresi=Σ(fx)/Σf (Mathews ve Khajeh-Hosseini, 2007).

Formülde f: sayım gününde çimlenen tohum sayısı, x: başlangıçtan sayımın yapıldığı zamana kadar geçen gün sayısıdır.

Saksı denemesi

Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulan denemede 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 mM olmak üzere 7 farklı NaCl dozu uygulanmıştır. Elenmiş 2.5 kg toprakla doldurulan saksılara, 15 Kasım 2014 tarihinde her saksıda 10 adet tohum olacak şekilde ekim yapılmıştır. Ekimle beraber her saksıya 50 ppm N, 100 ppm P ve 125 ppm K (Korkmaz, 2014) verilmiştir. Fidelerin ilk gerçek yaprakları çıktıktan sonra, her saksıda 4 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmış, 4. gerçek yaprak çıktığında ise tuz uygulamalarına başlanmıştır. İlk tuz uygulaması 25 mM olacak şekilde kontrol işlemi hariç, tüm saksılara verilmiş ve tuz uygulamaları 2'şer gün arayla kademeli olarak tamamlanmıştır. Tuz dozlarının bitkiler üzerindeki etkileri görülmeye başlandığında (ekimden yaklaşık 6 hafta sonra) deneme sonlandırılmıştır. Araştırmada bitki boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet/bitki), toprak üstü yaş ve kuru ağırlık (gr) ile kök yaş ve kuru ağırlık (gr), membran zararlanma indeksi (%) değerleri belirlenmiştir.

Membran zararlanma indeksi, hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır. Bu amaçla hasat sonrasında stres ve kontrol bitkilerinin alttan 2. yapraklarından alınan diskler de-iyonize su içerisinde 4 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş (EC₁), aynı diskler 100°C'de 10 dakika otoklav edilmiş ve çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür (EC₂). Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir.

$$MZİ=(Lt-Lk/1-Lk)×100$$

Lt: Tuz stresindeki yaprağın EC₁/EC₂ değeri

Lk: Kontrol (tuz uygulanmayan) yaprağın EC₁/EC₂ değeri (Süyüm, 2011).

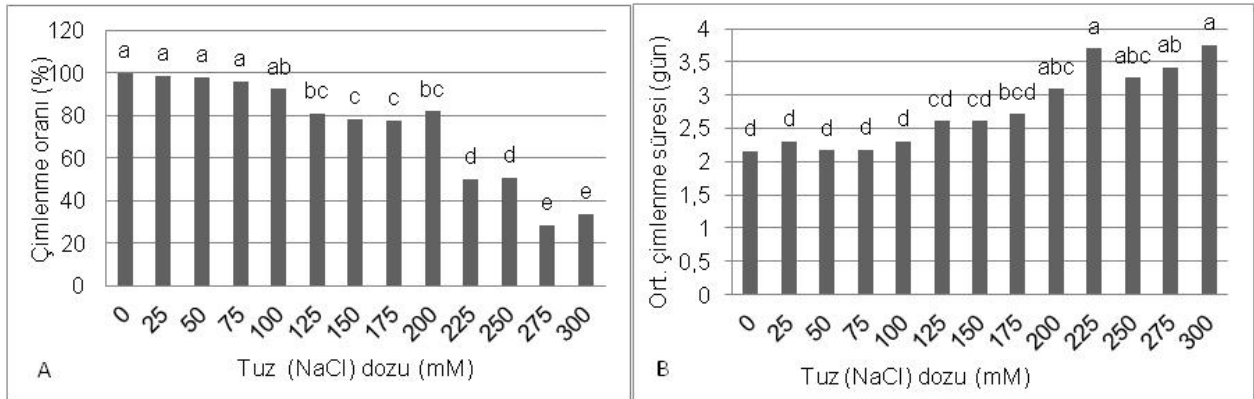
Çalışmada elde edilen verilerin homojenlik kontrolü Levene testi ile yapılmış ve verilerin homojen olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda incelenen tüm özelliklere tesadüf parselleri deneme deseninde varyans analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklar Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm hesaplamalar Minitab 17 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yapılan varyans analizi sonucunda, çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bakımından tuz dozları arasında istatistik olarak farklılık olduğu ($p < 0.01$) belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı kontrol işleminde (% 100) belirlenirken, artan tuz dozları çimlenme oranını azaltmakla birlikte, kontrole karşılaştırıldığında 125 mM tuz dozuna kadar olan azalışın oldukça küçük değerler sergilediği görülmektedir. Nitekim 0 ile 100 mM tuz dozlarının istatistik olarak aynı grupta yer aldıkları görülmektedir. Ancak tuz dozu 225 mM'a yükseldiğinde, kontrole göre çimlenme oranı yaklaşık % 50 azalmıştır. En düşük çimlenme oranları ise 275 ve 300 mM dozlarında belirlenmiştir

(Şekil 1). Artan tuz dozları muhtemelen tohumların su alımını engelleyerek ve/veya toksik etki yaparak çimlenmeyi azaltmıştır. Nitekim tohumda metabolik faaliyetlerin başlayabilmesi için öncelikle belli miktarda su alıp şişmesi gerekmektedir. Ayrıca tuz stresi çimlenme sırasında gibberellin sentezini engellemekte (Bozcuk, 1991) ve α amilaz aktivitesinde azalmaya neden olmaktadır (Adda ve ark., 2014). Bunun sonucunda da tohumda depolanan karbonhidratların parçalanması azalmaktadır. Tüm bu etkiler sonucunda çimlenme azalmaktadır. Tuzluluğun macar fiğinde çimlenme oranında azalmalara sebep olduğu Kuşvuran (2015) tarafından da bildirilmiştir.

Ortalama çimlenme süresi değerleri incelendiğinde, tuz uygulamasının çimlenmeyi geciktirdiği görülmektedir. Tuzsuz ortamda çimlenme ortalama 2.15 günde gerçekleşirken, 200 mM ve üzeri tuz dozlarında 3 günden daha uzun bir sürede gerçekleşmiştir. Benzer sonuçlar çayır üçgülü (Önal Aşçı, 2011) ve kolzada (Uyanık ve ark., 2013a) da belirlenmiştir.



Şekil 1. Farklı tuz dozları uygulanan macar fiğinde belirlenen çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme süresi (gün) değerleri

Yapılan varyans analizi sonucunda, bitki boyu ve bitkide yaprak sayısı bakımından tuz uygulamaları arasında farklılık bulunmadığı belirlenmiştir. Bu durum tuzluluğun bitkilerde bitki boyu (Uyanık ve ark., 2013a; Çağan ve Kökten, 2014) ve yaprak sayısında (Süyüm, 2011; Uyanık ve ark., 2013b) azalmaya neden olduğu bildirilen araştırma sonuçları ile uyumsuzdur. Ancak tuz stresinin bitki üzerindeki etkisi uygulanan doza, tuza maruz

kaldıktan sonra geçen süreye (Hasannuzaman ve ark., 2013) ve tür, hatta çeşitlere göre değişmektedir. Bu nedenlerle uygulanan tuz dozları genellikle bitki boyu ve yaprak sayısını azaltmasına rağmen, bu azalış istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Benzer şekilde baklada uygulanan tuz dozlarının (0, 60, 120, 240 mM NaCl) yaprak sayısında azalmaya neden olmakla birlikte, bu azalışın istatistik olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Qados, 2011).

Çizelge 1. Farklı tuz dozları uygulanan macar fiğinde belirlenen ortalama bitki boyu, yaprak sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlık değerleri

Tuz (NaCl) dozu (mM)	Bitki boyu (cm)	Yaprak sayısı (adet/bitki)	Toprak üstü yaş ağırlık (mg)	Toprak üstü kuru ağırlık (mg)
0	9.11	13.12	304.56 a	54.18
25	8.83	11.33	336.15 a	52.19
50	8.03	10.11	226.87 b	43.11
75	8.76	9.52	192.54 bc	39.87
100	8.87	8.03	178.28 bc	40.72
125	9.20	7.43	157.16 c	47.58
150	8.83	7.95	194.03 bc	48.39

Çizelge 1’de görüleceği üzere, tuz dozları macar fiğinde toprak üstü yaş ağırlığı önemli derecede etkilemiştir ($p<0.01$). Uygulanan 25 mM tuz dozu, toprak üstü yaş ağırlıkta artışa neden olmuştur. Na^+ ve Cl^- iyonları yüksek dozlarda bitki için toksik etki göstermesine rağmen, düşük dozlarda bitkiler için gerekli besin elementleridir (Kacar ve ark., 2009). Söz konusu artış muhtemelen besin elementi etkisinden kaynaklanmıştır. Bu dozdan (25 mM) sonra toprak üstü yaş ağırlık önemli miktarda azalmıştır. Bu durum, muhtemelen artan tuz yoğunluklarına bağlı olarak, bitkilerin topraktan yeterince su alamamasından kaynaklanmıştır. Bilindiği üzere tuz stresi bitkilerin topraktan yeterli su alımını engellemektedir (Kuşvuran, 2010). Nitekim hasat sırasında, tuz dozlarına bağlı olarak bitkilerin turgor durumlarındaki farklılık görsel olarak ayırt edilebilmişken, tuz toksitesine bağlı olarak yaşlı yapraklarda gelişen nekrozlara rastlanmamıştır. Bununla birlikte artan tuz dozlarının bitki boyunda ve yaprak sayısında azalmalar meydana getirmesi, toprak üstü yaş ağırlığı azaltmıştır (Çizelge 1). Kuşvuran (2015), farklı tuz yoğunluklarının (0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl), bazı macar fiği çeşitlerinin çimlenme ve fide özelliklerine etkilerini incelediği petri denemesinde; bu çalışmadan farklı olarak, fide yaş ağırlığı üzerine en büyük olumsuz etkiyi 200 mM tuz dozunun yaptığını belirlemiştir. Bu durum muhtemelen iki çalışmanın farklı ortamlarda yürütülmesinden kaynaklanmıştır. Nitekim toprak kullanılarak saksıda yürütülen bu çalışmada, topraktaki diğer besin elementleri de muhtemelen suyun bitkiler tarafından alımını etkilemiştir.

Tuz uygulamaları kontrole göre toprak üstü kuru ağırlığı azaltmasına rağmen (Çizelge 1), bu azalış istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bitkiler tuz stresinin olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla

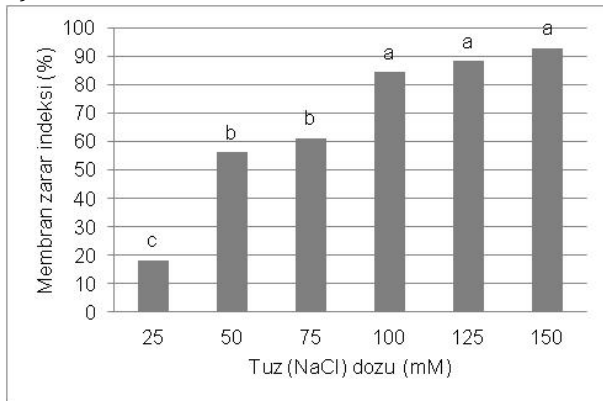
bünyelerinde çözünebilir şeker (Kacar ve ark., 2009), prolin, betain, sorbitol, osmotin (Özen ve Onay, 2007), enzim (Kuşvuran, 2015) gibi bazı kimyasallar sentezlemektedirler. Uygulanan tuz dozları muhtemelen macar fiğinde sözü edilen maddelerin sentezini teşvik etmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde artan tuz dozları ayçiçeğinde (0, 5, 10 ve 20 dSm⁻¹) (Day ve ark., 2008) ve yaygın fiğde (0, 5, 10 ve 15 dSm⁻¹) (Akhtar ve Hussain, 2009) fide kuru ağırlığını etkilememiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök uzunluğu, yaş ve kuru kök ağırlığı bakımından tuz uygulamaları arasında istatistiki olarak önemli (sırasıyla; $p<0.05$, $p<0.01$ ve $p<0.05$) farklılık bulunduğu belirlenmiştir. Tuzsuz şartlarda yetiştirilen bitkilerle karşılaştırıldığında, 25 mM tuz uygulamasının macar fiğinde kök uzunluğunu ve kök yaş ağırlığını artırdığı, bu dozdan sonra (25 mM) ise genellikle azalttığı görülmektedir (Çizelge 2). Toprak üstü yaş ağırlıkta da belirtildiği gibi, düşük miktarda Na^+ ve Cl^- iyonları bitkiler için gerekli besin elementi etkisi yapmış, artan dozlarda ise muhtemelen toksik etkiye ve kuraklığa neden olmuştur (Kacar ve ark., 2009). Bununla birlikte stres şartlarında bitkilerde sentezlenen absisik asit, etilen ve brassinosteroidlerin kök gelişimini değiştirdiği, genellikle düşük tuz dozlarının kök uzamasını teşvik ettiği, yüksek dozların ise kök gelişimini azalttığı bildirilmiştir (Julkowska ve ark., 2014). Elde edilen kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığına ait sonuçlar, yukarıda sözü edilen bilgilerle uyum göstermektedir. Kök kuru ağırlığı değerleri incelendiğinde ise tuz uygulamasının, kök kuru ağırlığını azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Benzer sonuçlar kanola (Bilgili ve ark., 2011; Uyanık ve ark., 2013b), yaygın fiğ ve yem bezelyesinde (Bilgili ve ark., 2011) de belirlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı tuz dozları uygulanan macar fiğinde belirlenen ortalama kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlık değerleri

Tuz (NaCl) dozu (mM)	Kök uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (mg)	Kök kuru ağırlığı (mg)
0	20.40 ab	120.03 ab	52.37 a
25	21.67 a	143.83 a	46.43 ab
50	19.08 ab	74.75 b	34.37 ab
75	15.02 b	99.02 ab	32.55 ab
100	14.73 b	75.15 b	28.92 b
125	14.75 b	73.43 b	24.57 b
150	18.08 ab	79.32 b	29.48 ab

Tuz stresi sonucunda topraktan yeterince su alamayan bitki, stomalarını kapatarak su kaybını azaltmaya çalışır. Ancak bu esnada CO₂ fiksasyonu azalır ve ortamda reaktif oksijen türleri artar. Bu reaktif oksijen türleri lipid, protein ve nükleik asitlerin yapısını bozarak hücreye zarar verir (Hasannuzaman ve ark., 2013). Hücre zarında bulunan lipidlerin yapısının bozulması, hücre zarı bütünlüğünü bozarak, hücrenin elektrolitlere geçirgenliğinin artmasına neden olur (Kuşvuran, 2010). Bu çalışmada hesaplanan membran zarar indeksi değerleri incelendiğinde; artan tuz dozlarına bağlı olarak hücre zararlanmasının istatistiki olarak önemli düzeyde ($p < 0.01$) arttığı belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Farklı tuz dozları uygulanan macar fiğinde yaprak hücrelerinde belirlenen membran zarar indeksi (%)

En yüksek zararlanma 150 mM tuz dozunda ortaya çıkmakla birlikte, 100 mM ve üzeri tuz dozlarının istatistiki olarak aynı düzeyde hücre zararlanmasına neden olduğu görülmektedir. En düşük zararlanmaya ise 25 mM tuz dozunun neden olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde şeker pancarında da artan tuz dozlarına bağlı olarak membran zararlanmasının arttığı bildirilmiştir (Jamil ve ark., 2012).

Sonuç

Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde çimlenme ve bitki gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu araştırma sonucunda, tuz yoğunluğunun çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, toprak üstü yaş ağırlık, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı ile membran zarar indeksi değerlerini istatistiki olarak önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. 25 mM NaCl uygulaması toprak üstü yaş ağırlık, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığını teşvik ederken, artan tuz dozları çalışmada incelenen tüm özelliklerde olumsuz yönde etki göstermiştir. 50 mM NaCl dozundan itibaren tuz yoğunluğunun etkisi artarken, özellikle 100 mM ve üzeri tuz dozları birçok özellikte en büyük zararlanmaya neden olmuştur.

Kaynaklar

- Açıkgoz, E., 2001. Yem Bitkileri (3. Baskı). Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. Bursa, 584 s.
- Adda, A., Regagba, Z., Latigui, A., Merah, O., 2014. Effect of salt stress on α -amylase activity, sugars mobilization and osmotic potential of *Phaseolus vulgaris* L. seeds var. 'Cocorose' and 'Djadida' during germination. Journal of Biological Sciences, 14: 370-375.
- Akhtar, P., Hussain, F., 2009. Growth performance of *Vicia sativa* L. under saline conditions. Pakistan Journal of Botany, 41 (6): 3075-3080.
- Arslan, H., Hacıömeroğlu, G., Bahadır, M., 2008. Bafra ovasında sulama suyu tuzluluğu üzerine etkisinin ve tuzluluğun yıllık değişiminin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmesi. Sulama ve Tuzlanma Konferansı (12-13 Haziran 2008, Şanlıurfa), 33-44.
- Balabanlı, C., 2009. "Macar Fiği, 417-420". Yembitkileri Baklagil Yembitkileri Cilt II (Eds. R. Avcioglu, R. Hatipoğlu & Y. Karadağ). TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, İzmir, 545 s.
- 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 (1): 33-38.
- Bressan, R.A., 2008. "Stres Fizyolojisi 591-620". Bitki Fizyolojisi (Eds. L. Taiz & E. Zeiger; Çeviri Ed. İ. Türkan). Palme Yayıncılık, Ankara, 690 s.
- Bozcuk, S., 1991. Bazı kültür bitkilerinde tuzluluğun çimlenme üzerine etkisi ve tuz toleransı sınırlarının

- saptanması. Doğa Türk Journal of Biology, 15(2), 144-151.
- Cemek, B., Güler, M., Arslan, H., 2006. Bafra ovası sağ sahil sulama alanındaki tuzluluk dağılımının coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37 (1): 63-72.
- Çaçan, E., Kökten, K., 2014. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin tuzluluğa toleransının belirlenmesi. Türkiye 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi (19-23 Ekim 2014, Diyarbakır) 493-496.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11: 11-34.
- Day, S., Kaya, M.D., Kolsarıcı, Ö., 2008. Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin çimlenmesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (3): 230-236.
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T., 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3):118-125.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Fujita, M., 2013. "Plant Response to Salt Stress and Role of Exogenous Protectants to Mitigate Salt-Induced Damages 25-87". Ecophysiology and Responses of Plants Under Salt Stress (Eds. P. Ahmad, M.M. Azooz & M.N.V. Prasad, M.N.V.). Springer, New York (Web page: <http://www.springer.com/978-1-4614-4746-7> (Date accessed: April16, 2015)).
- Jamil, M., Ashraf, M., Rehman, S., Ahmad, M., Rha, E.S., 2012. Salinity induced changes in cell membrane stability, protein and RNA contents. African Journal of Biotechnology, 11 (24): 6476-6483.
- Julkowska, M.M., Hoefsloot, H.C.J., Mol, S., Feron, R., Boer, G-J de, Haring, M.A., Testerink, C., 2014. Capturing Arabidopsis root architecture dynamics with ROOT-FIT reveals diversity in responses to salinity. (Web page: <http://www.plantphysiol.org/content/early/2014/09/30/pp.114.248963.full.pdf> (Date accessed: April13, 2015)).
- Kacar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş., 2009. Bitki Fizyolojisi (3. Baskı). Nobel Yayınları No: 848. Ankara, 556 s.
- Keser, Ö., Çolak, G., Caner, N., 2009. Tuza toleransı farklı iki kültür bitkisinde bazı fizyolojik ve makromorfolojik parametreler üzerine Na₂CO₃ tipi tuz stresi etkileri. BAÜ FBE Dergisi, 11 (2): 64-80.
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Doktora Tezi. Adana, 356 s.
- Kuşvuran, A., 2015. The effects of salt stress on the germination and antioxidative enzyme activity of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) varieties. Legume Research, 38 (1): 51-59.
- Korkmaz, K., 2014. Sözlü görüşme.
- Matthews, S., Khajeh-Hosseini M., 2007. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*). Seed Science and Technology, 35: 200-212.
- Qados, A.M.S.A., 2011. Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant (*Vicia faba* L.). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 10: 7-15.
- Onal Ascı, O., 2011. Salt tolerance in red clover (*Trifolium pratense* L.) seedlings. African Journal of Biotechnology, 10(44): 8774-8781.
- Özen, H.Ç., Onay, A., 2007. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayınları No:1220. Ankara, 332 s.
- Öztürk A., 2004. Tuzluluk ve sodyumluluğun oluşumu, bitki ve toprağa etkileri. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu (20-21 Mayıs, 2004) Bildiri Kitabı, 1-16.
- Süyüm, K., 2011. Karpuz Genetik Kaynaklarının Tuzluluk ve Kuraklığa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Yüksek Lisans Tezi. Adana, 145 s.
- TÜİK, 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. (Web page: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 16.04.2015)).
- Uyanık, M., Kara, Ş.M., Korkmaz, K., 2013a. Bazı kışlık kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 20: 368-375.
- Uyanık, M., Kara, Ş.M., Korkmaz, K., 2013b. Farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinde bitki gelişimine etkisi. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi (10-13 Eylül 2013, Konya), 166-171.