

FARKLI TUZ KAYNAK VE KONSANTRASYONLARININ GÜNEY ANADOLU DOĞAL *LUPINUS VARIUS* TOHUMLARININ ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Osman KARAGÜZEL

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 07070 Antalya-Türkiye

E-Posta: okaraguzel@akdeniz.edu.tr

Özet

Bu çalışmada farklı tuz kaynakları (NaCl, CaCl₂ ve KCl) ve konsantrasyonlarının (kontrol, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 ve 16000 mg·L⁻¹) Güney Anadolu doğal *Lupinus varius*'larının bazı çimlenme özellikleri ile erken fide evresinde bitki gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. 12 saat süreyle 400-700 nm dalga boyunda maksimum 108 µMol·s⁻¹·m⁻² ışık ve ortalama 24,4±1,8°C sıcaklık etkisinde gerçekleştirilen denemede 12 günlük sürede nihai çimlenme oranları, çimlenme enerjileri, ortalama çimlenme süreleri, çimlenme indeksleri ile sürgün ve kök uzunluk ve kuru ağırlık değerleri ölçülmüş ve hesaplanmıştır. Sonuçlar *L. varius*'un nihai çimlenme oranı, çimlenme enerjisi, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme indeksi gibi çimlenme özelliklerinin 250, 500 ve 1000 mg·L⁻¹ NaCl, CaCl₂ ve KCl konsantrasyonlarında olumsuz yönde etkilenmediğini, bu özelliklerde kontrol uygulamasına göre istatistiksel anlamda ilk önemli farkların 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında ortaya çıktığını ve daha yüksek konsantrasyonlarda çimlenme özelliklerinin önemli düzeylerde sınırlandırıldığını göstermiştir. Erken fide evresinin büyüme özellikleri olarak incelenen sürgün ve kök uzunluk ve kuru ağırlık değerleri ise 0, 250, 500 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında sabit kalmış, bu özelliklerde kontrol uygulamasına göre ilk önemli azalmalar 1000 mg·L⁻¹ NaCl, CaCl₂ ve KCl etkisinde saptanmış ve artan konsantrasyonlarla etkilenme düzeyi artmıştır. Bununla birlikte özellikle yüksek konsantrasyonlarda KCl uygulanan tohumlardan elde edilen çimlenme ve erken fide büyüme özellik değerlerinin NaCl ve CaCl₂ uygulananlara göre daha yüksek olduğu saptanmış ve bu sonuçlar *L. varius*'un NaCl ve CaCl₂'e KCl'den daha duyarlı olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Lupinus varius*, Tuzluluk, Çimlenme, Erken Fide Gelişimi.

Influence of Salt Sources and Concentrations on Germination of *Lupinus varius* Native to South Anatolia

Abstract

In this study, effects of different salt sources (NaCl, CaCl₂ and KCl) and concentrations (control, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 and 16000 mg·L⁻¹) on germination and early seedling growth characteristics of *Lupinus varius* native to South Anatolia were investigated. In the experiment conducted under 12-h daylength and 108 µmol·s⁻¹·m⁻² of maximum light intensity in 400-700 nm at 24.4±1.8°C, final germination percentage, germination energy, mean germination time, germination index, and lengths and dry weights of shoots and roots were measured and calculated throughout or at end of the 12 days testing period. Results indicated that final germination percentage, germination energy, mean germination time and germination index were not negatively affected by the concentrations of NaCl, CaCl₂ and KCl at 250, 500 and 1000 mg·L⁻¹. The first significant differences in germination characteristics relative to control treatments were recorded at 2000 mg·L⁻¹ concentration of each salt compound and inhibiting effect of salinity on germination greatly increased at higher concentrations. Lengths and dry weights of shoot and roots, which were determined as early seedling growth characteristics, remained constant at 0, 250 and 500 mg·L⁻¹ concentrations of NaCl, CaCl₂ and KCl. The first significant decreases in early seedling growth characteristics were recorded at 1000 mg·L⁻¹ concentration of each compound used in this study and values of these characteristics greatly decreased at higher salt concentrations. However, the values of germination and early seedling growth characteristics were higher in KCl treated seeds than NaCl and CaCl₂ treatments in particular at higher concentrations and these findings were interpreted to indicate that *L. varius* is more sensitive to NaCl and CaCl₂ than KCl salinity.

Keywords: *Lupinus varius*, salinity, germination, early seedling growth

1. Giriş

Son yıllarda değişen bitki genetik kaynakları koruma yaklaşımları, gelişen toplumsal bilinç ve tüm alanlarda ortaya çıkan sürdürülebilirlik anlayışı doğal bitki türlerinden farklı amaçlarla yararlanmayı

gündeme taşımış ve her zamankinden önemli bir konuma getirmiştir. Aynı yaklaşımlar, özellikle geniş ölçekli peyzaj plantasyonlarında doğal türlerden yararlanmanın hem bitki genetik

kaynaklarının korunması hem de sürdürülebilirlik bağlamında dikkate alınması gereken temel konulardan biri olarak görülmesini sağlamıştır. Ancak çok sayıda araştırmanın sonucu göstermiştir ki bu tip uygulamalarda makro ekolojik koşullara uyum daha kolay kestirilebilmekte, buna karşın tuzluluk gibi zaman zaman mikro ekolojik karakter gösteren etmenlerin sınırlayıcılığını aşmak kullanılan türlerin bu tip etmenlere verdikleri temel tepkilerin saptanmasını gerekli kılmaktadır.

Lupinus varius (Leguminosae), Türkiye'nin sahip olduğu 3000'i endemik 10500 bitki türünden biridir ve özellikle Akdeniz ve Akdeniz geçiş iklimlerine sahip geniş bir alanda doğal yayılış göstermektedir (Chamberlain, 1965; Yalırık ve Efe, 1996; Tan, 1998; Blamey ve Grey-Wilson, 1999; Burnie, 2000). İlk çalışmalar, gelişme mevsimleri ve mevsimler boyunca gösterdiği farklı görsel ve morfolojik özellikler açısından bu türün önemli bir kullanım potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur (Karagüzel ve ark., 2001). Bu araştırmalarla çimlenme özellikleri, yetiştirme koşullarına verdiği tepkiler önemli ölçüde belirlenmiş (Karagüzel ve ark., 2001; Karagüzel ve ark., 2002), buna karşın tuz bileşiklerine verdiği tepki- başka bir deyişle bu bileşiklerden etkilenme düzeylerine ilişkin bilimsel veriler son derece sınırlıdır.

Bitki türlerinin tuza karşı tepkileri, buna ilişkin sınıflandırmalar ile sık rastlanan tuzluluk kaynağı bileşikler üzerindeki araştırmalar oldukça eski tarihlere dayanmaktadır (Levitt, 1980). Bu çalışmalar, NaCl, CaCl₂ ve KCl'ün doğal ve yapay yetiştirme ortamlarında sık rastlanan tuz stresi kaynaklarının en önemlileri arasında yer aldıklarını ve bitkilerin bu bileşiklere tepkilerinin türler ve hatta çeşitlere göre önemli farklılıklar gösterebildiğini ortaya koymuştur (Levitt, 1980; Delesalle ve Blum, 1994; Turhan ve Başer, 2001). Bitki tür ve çeşitlerinin çimlenme özelliklerine ilişkin çalışmalar ise adı geçen bileşiklerin patlıcan (Chartzoulakis ve Loupassaki, 1997), ayçiçeği (Malibari ve ark., 1993) ve buğday (Begum ve Begum, 1996) gibi bir çok türde belirli dozlar aşıldığında çimlenmeyi olumsuz yönde etkileyebildikleri ve

sınırlandırabildiklerini bildirmektedir.

Leguminosae familyasının üyesi olan türlerle yapılan çalışmalarda da yukarıda sözü edilen genel eğilimler saptanmıştır. Örneğin Rizk ve ark. (1978), 3 yonca türünde yaptıkları araştırmada; 0, 0,01, 0,02, ve 0,1 N NaCl ve CaCl₂ konsantrasyonlarının türlerin çimlenme oranı, çimlenme indeksi, fide boyu ve kuru ağırlığına etkisini araştırmışlar ve artan konsantrasyonların bu özellikleri olumsuz yönde etkilediğini belirlemişler ve CaCl₂'ün olumsuz etkisinin NaCl'ye göre daha düşük düzeyde olduğunu saptamışlardır. Bir başka çalışmada; 70, 90, 260, 340 ve 710 mM NaCl'ün soya fasulyesinde çimlenme ve büyüme özelliklerine etkisi araştırılmış çimlenmenin 260 mM, büyüme özelliklerinin ise 340 mM NaCl konsantrasyonlarında baskı altına alındığı belirlenmiştir (Pocsai ve Szabo, 1983). Catalan ve ark. (1994), Arjantin'in tuzlu topraklarında yetişen *Prosopis flexuosa* ağaçlarında çimlenme ve fide gelişimine NaCl'ün etkisini araştırmışlar, 0,2 M üzerindeki konsantrasyonların çimlenme oranlarını önemli ölçüde düşürdüğünü, buna karşın bitki boylarının 0,4 M üzerindeki konsantrasyonlarda azaldığını saptamışlar ve bu sonuçları tuzlu topraklarda bu türün çimlenmesinin sınırlandırılabilirliği ancak plantasyonda genç fidelerin kullanılabilirliği şeklinde yorumlamışlardır. Sorgumda ise tuzluluk x sıcaklık karşılıklı etkileşiminin çimlenmeyi önemli ölçüde etkilediği ve tuzluğun artışıyla çimlenme oranlarının azalmasına karşın, tuzluluğun etkisinin yüksek sıcaklıklarda azaldığı saptanmıştır (Esechie, 1994).

Lupinus tuzluluk ilişkileri üzerinde gerçekleştirilen sınırlı sayıda araştırmanın birinde *L. albus* (*L. termis*) bitkisel materyal olarak kullanılmış, sonuçlar bu türün çimlenme oranlarının 200 mM NaCl konsantrasyonuna kadar sabit kaldığını ve bu noktadan itibaren azalmaya başladığını, sürgün ve kök uzunluğu ile kuru ağırlık değerlerinin ise 80 mM'den yüksek NaCl konsantrasyonlarında önemli düzeyde azalma gösterdiğini ortaya koymuştur (Shaddad ve ark., 1990). Ahmed ve El Sayed (1997) ise tuzluluk ve giberellik asit (GA₃)'in aynı türde büyüme ve alkaloid

içeriğine etkisini araştırmış, tuz konsantrasyonlarının artışına zıt olarak çimlenme oranları dahil büyüme ve gelişme özelliklerine ilişkin değerlerin azaldığını ve GA₃'ün bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırmadığını saptamışlardır. Buna karşın *L. varius*'un tuzluluk kaynakları ve tuz konsantrasyonlarına tepkisine ilişkin hiçbir bilimsel çalışmaya ulaşılamamıştır.

Bu çalışma, farklı tuzluluk kaynakları (NaCl, CaCl₂ ve KCl) ve bu bileşiklerin farklı konsantrasyonlarının *L. varius*'un çimlenme ve erken fide evresindeki bazı büyüme özellikleri üzerine etkilerinin saptanması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğindeki açık alanda 2000-2001 üretim döneminde yetiştirilen bitkilerden sağlanan *L. varius* tohumları ve bu tohumlardan elde edilen fideler bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Tohumlar 2001 yılı Temmuz ayında hasat edilmiş, laboratuvarında standart dışı tohumlar ayıklanmış ve seçilen tohumlar (tohum ağırlığı 5,75±0,25 g), captan ile ilaçlanarak deneme başlangıç tarihine kadar oda sıcaklığı ve oransal nem koşullarında saklanmışlardır.

Ekimden önce su geçirmez tohum kabuğu dormansisini kırmak için tohum kabukları hilumların karşısından 1-2mm² kesilerek (Karagüzel ve ark., 2002) tohumlar ekime hazırlanmışlardır. Denemede 11 cm çapındaki petri kapları kullanılmış, kapların tabanına 2 kat kağıt havlu yerleştirilmiş ve her kaba 20 adet tohum konmuştur. Çalışmada tuz kaynağı olarak saf (Sigma ®) NaCl, CaCl₂ ve KCl bileşikleri kullanılmış ve ekimlerden önce bu bileşiklerin 0 (kontrol-saf su), 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 ve 16000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında çözeltileri hazırlanmıştır. 10 Ekim 2001 tarihinde 20 tohum konmuş olan her bir petri kabına 15 mL çözeltili verilmiş ve kapların kenarları su kaybını önlemek amacıyla şeffaf bantla sarılmıştır. Daha sonra bu çimlenme kapları, ortalama 12 saat süreyle 400-700 nm dalga boyunda maksimum 108 µMol·s⁻¹·m⁻² ışık ve ortalama 24,4±1,8°C sıcaklık

etkisinde 12 gün süreyle tutulmuşlardır. Denemede 72 adet petri kutusu kullanılmış, deneme üç tuz kaynağı ve her birinin sekiz konsantrasyonundan oluşan 2 faktörlü ve üç yinelemeli tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş ve 20 tohum içeren her bir petri kabı bir yineleme olarak değerlendirilmiştir.

Deneme süresince her gün çimlenen tohum sayıları alınmış, sürgün ve kök boyları ile kuru ağırlık değerleri ise 12 günlük test süresinin sonunda saptanmıştır. Son çimlenme oranı 12 günlük test süresi sonunda ekilen ve çimlenen tohumlar oranlanarak, çimlenme enerjisi ekimden 6 gün sonra çimlenen tohumların (%)'si olarak hesaplanmıştır (Alvarado ve ark., 1987; Ruan ve ark., 2002). Çimlenme indeksi (GI)'nin hesaplanmasında $(GI) = \frac{\sum(Gt/Tt)}$ formülü kullanılmış, burada Gt: ekimden sonraki t'inci günde çimlenen tohum sayısını, Tt: ekimden sonraki gün sayısını göstermektedir. Ortalama çimlenme süresi (MGT) ise $(MGT) = \frac{\sum T_i N_i}{\sum N_i}$ formülü ile hesaplanmış, burada T_i: ekimden sonraki kaçınıcı günde gözlem yapıldığını, N_i: gözlemin yapıldığı günde çimlenen tohum sayısını ifade etmektedir. Sürgün ve kök kuru ağırlıkları ise ekimden 12 gün sonra alınan sürgün ve kök örnekleri kurutma dolabında 70°C'de 5 gün süreyle tutulduktan sonra saptanmıştır.

Çimlenme oranlarının zamana göre değişimi ve incelenen özellikler ile tuz konsantrasyonları arasındaki ilişkiler grafikte gösterilmiş, ayrıca tüm verilere varyans analizi uygulanarak ortalamalar %5 önem düzeyinde Duncan testine göre karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

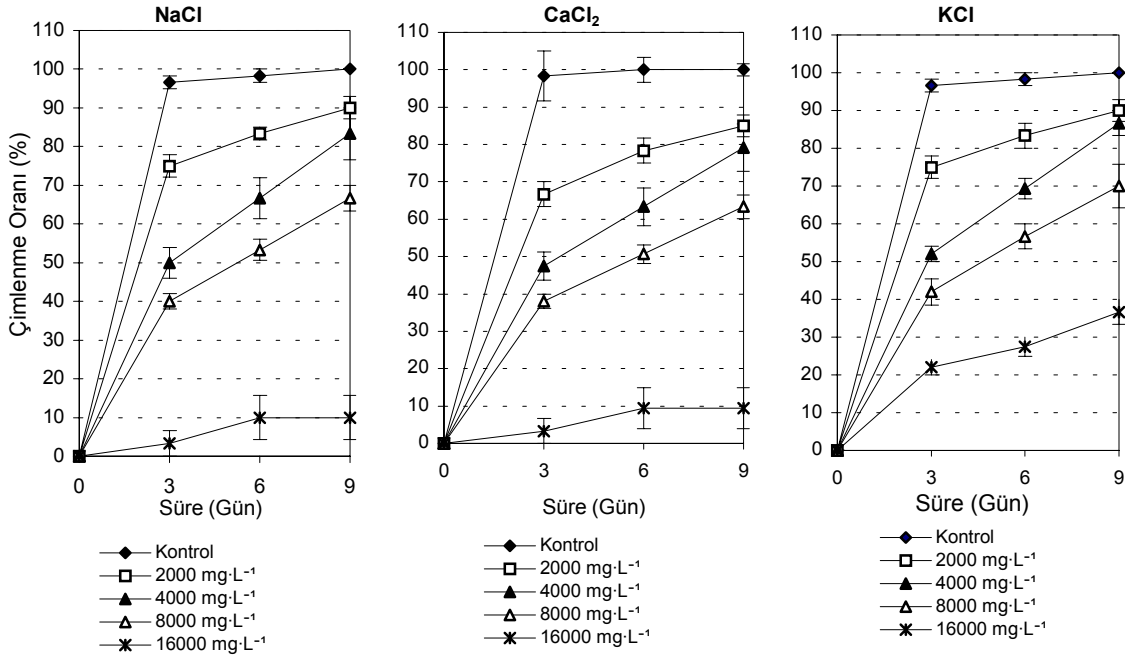
Bazı NaCl, CaCl₂ ve KCl konsantrasyonları etkisinde çimlenme oranlarının zaman göre değişimi Şekil 1'de sunulmuştur. Görüldüğü gibi her üç tuz kaynağının etkisinde de kontrol tohumları ekimden sonraki üç gün içinde %95'in üzerinde çimlenme oranlarına erişmişlerdir. Yine her üç tuz kaynağının etkisinde artan konsantrasyonlara bağlı olarak ilk üç gün içinde çimlenen tohum oranı azalmış,

ekimden sonraki 6. ve 9. günlerde çimlenme oranları zamana dağılmış olarak artsa da özellikle konsantrasyonlar arasındaki farklar test süresi sonuna kadar yansımıştır. Bunun sonucunda, ekimlerin üçüncü gününden başlayarak testin sonuna kadar en yüksek çimlenme oranları kontrol uygulamalarında en düşük çimlenme oranları ise 16000 mg·L⁻¹ NaCl, CaCl₂ ve KCl konsantrasyonları etkisinde saptanmıştır (Şekil 1). Buna karşın, özellikle yüksek konsantrasyonlarda KCl ortamında çimlendirilen tohumlarda aynı konsantrasyonlarda NaCl ve CaCl₂ uygulanan tohumlara göre daha yüksek çimlenme oranları elde edilmiştir. Çimlenme oranlarının zaman göre değişimi, NaCl, CaCl₂ ve KCl'ün 2000, 4000, 8000 ve 16000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarının çimlenmeyi baskı altına aldığı ve olumsuz yönde etkilediğini ve bu etkinin yüksek konsantrasyonlarla arttığını göstermiştir (Şekil 1).

NaCl, CaCl₂ ve KCl tuzlarının konsantrasyonları ile nihai çimlenme oranı, çimlenme enerjisi, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme indeksi arasındaki ilişkiler Şekil 2'de, sürgün ve kök uzunluk ve kuru ağırlık değerleri ile konsantrasyonlar

arasındaki ilişkiler ise Şekil 3'de gösterilmiştir. Ayrıca incelenen özellikler üzerine tuz bileşiklerinin ana etkisi ile varyans analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 1'de, tuz x konsantrasyon düzeyindeki etkileşimler ise Çizelge 2'de sunulmuştur.

Şekil 2'de görüldüğü gibi her bir tuz bileşiği etkisinde konsantrasyon ile çimlenme oranı arasındaki ilişkinin önemli ($P<0,001$) olduğu ve tuz konsantrasyonlarının artışıyla doğrusal olarak çimlenme oranlarının azaldığı saptanmıştır. *L. varius* çimlenme oranları açısından tuz bileşiklerine farklı ($P<0,01$) tepki vermiş ve genel anlamda NaCl ve CaCl₂ bileşiklerinin çimlenme oranları üzerindeki sınırlayıcı etkisinin KCl'e göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Ancak üç tuz bileşiği etkisinde de 2000 mg·L⁻¹'ye kadar olan konsantrasyonların çimlenme üzerindeki etkisi kontrol uygulamalarına göre istatistiksel anlamda farklılıkla sonuçlanmamış, 2000 mg·L⁻¹'den başlayarak konsantrasyonlar arttıkça çimlenme oranları önemli düzeylerde azalma göstermiştir (Çizelge 2). Buna karşın, özellikle yüksek konsantrasyonlarda KCl çözeltileri etkisinde NaCl ve CaCl₂'e kıyasla daha yüksek



Şekil 1. Farklı NaCl, CaCl₂ ve KCl Konsantrasyonlarının *L. varius* Tohumlarında Çimlenme Oranlarının Zamana Göre Değişimine Etkisi. Değerler 20 tohumluk 3 yinelemenin ortalamasıdır ve seri işaretlerinden büyük hata çubukları standart hataları (SE) göstermektedir.

çimlenme oranları elde edilebilmiştir.

Çimlenme enerjisi ile tuz bileşiklerinin artan konsantrasyonları arasında da önemli ($P<0,001$), doğrusal ve negatif bir ilişki saptanmıştır (Şekil 2). Genel anlamda üç tuz bileşiğinin etkisinde de konsantrasyonlar arttıkça çimlenme enerjisi değerleri azalmış, ancak bu azaltıcı etkinin NaCl ve CaCl₂ uygulamalarında KCl uygulamasına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 1). Çimlenme enerjisi değerlerinde kontrol uygulamasına göre ilk önemli azalmalar CaCl₂'ün 1000 mg·L⁻¹ konsantrasyonu, NaCl ve KCl'ün ise 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında ortaya çıkmış, buna karşın 16000 mg·L⁻¹ olan en yüksek konsantrasyonda KCl uygulanan tohumlardaki çimlenme enerjisi değeri NaCl ve CaCl₂ uygulanan tohumlara göre daha yüksek hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Bir çok bitki türüne göre kısa olan ortalama çimlenme süresi, her bir tuz bileşiğinin etkisinde konsantrasyon artışına bağlı olarak önemli düzeyde ($P<0,001$) artmış (Şekil 2), genel anlamda bu artış uygulanan tuz bileşiğine göre istatistiksel anlamda farklılık göstermemiştir (Çizelge 1). Buna karşın, tuz konsantrasyonları ortalama çimlenme süreleri üzerinde belirleyici olmuş, 1000 ve 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonları sınır değerleri oluşturmuş, daha yüksek konsantrasyonlarda çimlenme süreleri kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde artmıştır (Çizelge 2).

Çimlenme süresi ve oranlarının bir fonksiyonu olarak hesaplanan çimlenme indeksi değerlerinde tuz bileşikleri ve onların konsantrasyonlarına bağlı farklılıklar, çimlenme enerjisi değerlerindeki değişimlerle benzerlik göstermiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi konsantrasyonların artışına bağlı olarak çimlenme indeksi değerleri önemli ($P<0,001$) derecede azalmış, azalma düzeyleri genel anlamda tuz bileşiklerine göre önemli ($P<0,01$) farklılıklar göstermiş ve yine genel anlamda KCl uygulanan tohumlarda NaCl ve CaCl₂ uygulanan tohumlara göre daha yüksek çimlenme indeksi değerleri hesaplanmıştır (Şekil 2, Çizelge 1). Ayrıca, tuz konsantrasyonları bu özellik üzerinde de belirleyici olmuş, CaCl₂ etkisinde 2000

mg·L⁻¹, NaCl etkisinde 4000 mg·L⁻¹ ve KCl etkisinde 8000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlardan itibaren çimlenme indeksi değerleri önemli ölçüde azalmıştır (Çizelge 2).

Çimlenme sürecinden oldukça farklı fizyolojik ve morfolojik değişimleri içeren bir süreç olan büyüme evresinin ilk basamağında incelenen sürgün uzunluk değerlerinin, kullanılan tuz bileşiği ve konsantrasyonlara bağlı olarak farklılık gösterdiği, buna karşın her bir tuz bileşiği etkisinde konsantrasyon artışıyla sürgün uzunluğu değerlerinin doğrusal olarak azaldığı saptanmıştır (Şekil 3, Çizelge 1). Sonuçlar, KCl uygulanan tohumlardan elde edilen fidelerin 12 günlük süre sonunda ortalama sürgün uzunluk değerlerinin NaCl ve CaCl₂ uygulanan tohumlara göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Çizelge 2'de görüldüğü gibi sürgün uzunluğunda tuz konsantrasyonlarına bağlı azalmalar, çimlenme özelliklerinin çoğuna göre daha düşük konsantrasyonlarda ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda, sürgün uzunluklarında kontrol uygulamalarına göre ilk önemli azalmalar NaCl ve CaCl₂ etkisinde 1000 mg·L⁻¹, KCl etkisinde ise 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonunda saptanmıştır.

Sürgün kuru ağırlık değerleri ile tuz konsantrasyonları arasındaki ilişkiler incelendiğinde; sürgün uzunluğunda olduğu gibi her bir tuz çözeltisi etkisi altında konsantrasyon artışıyla bu değerlerin doğrusal bir ilişki içinde önemli düzeyde ($P<0,001$) azaldığı görülmektedir (Şekil 3). Buna karşın sürgün kuru ağırlık ortalama değerleri arasında tuz çözeltilerine bağlı farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmamış ($P\geq 0,05$), sürgün kuru ağırlık değerlerinin değişiminde daha çok konsantrasyonlar belirleyici olmuştur (Çizelge 1). Sürgün kuru ağırlığında da kontrol uygulamalarına göre ilk önemli azalmalar NaCl ve CaCl₂ uygulamalarında 1000 mg·L⁻¹, KCl uygulamasında ise 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında belirlenmiş, en yüksek konsantrasyonda (16000 mg·L⁻¹) ise KCl uygulamalarından elde edilen fidelerin sürgün kuru ağırlık değerlerinin NaCl ve CaCl₂ uygulamalarından elde edilen fidelere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Erken fide evresindeki büyüme

özelliklerinden biri olarak incelenen kök uzunluğu değerlerinin de diğer özelliklerde saptanan genel trend içinde her bir tuz bileşiği etkisinde konsantrasyon artışına bağlı olarak önemli düzeyde ($P<0,001$) azaldığı saptanmıştır (Şekil 3). Ortalama kök uzunluk değerleri tuz bileşiklerine bağlı olarak önemli farklılıklar ($P<0,001$) göstermiş, KCl uygulamalarında NaCl ve CaCl₂ uygulamalarına göre daha yüksek kök uzunluğu değerleri ölçülmüştür (Çizelge 1). Bunun yansıması olarak; kök uzunluklarında kontrol uygulamalarına göre istatistiksel anlamdaki ilk önemli azalmalar NaCl ve CaCl₂ uygulamalarında 1000 mg·L⁻¹, KCl uygulamasında ise 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında ortaya çıkmıştır (Çizelge 2).

Kök kuru ağırlık değerleri de kök uzunluk değerlerine benzer bir değişim göstermiş ve her bir tuz bileşiği etkisinde konsantrasyon artışıyla kök kuru ağırlık değerleri doğrusal bir biçimde önemli düzeyde azalma göstermiştir (Şekil 3). Kök kuru ağırlıklarında tuz bileşiklerinden kaynaklanan ortalama farkları istatistiksel anlamda önemli ($P<0,05$) bulunmuş ve KCl uygulamalarında NaCl ve CaCl₂ uygulamalarına göre daha yüksek kök kuru ağırlık değerleri saptanmıştır (Çizelge 1). Bu özellik üzerinde de konsantrasyonların belirleyiciliği, bazı konsantrasyonlarda tuz bileşikleri arasındaki farklarla sürmüştür, kök kuru ağırlık değerlerinde kontrol uygulamalarına göre ilk önemli azalmalar NaCl ve CaCl₂ uygulamalarında 1000 mg·L⁻¹, KCl uygulamasında ise 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında ortaya çıkmış ve diğer tüm özelliklerde olduğu gibi en düşük kök kuru ağırlık değerleri en yüksek konsantrasyon (16000 mg·L⁻¹) etkisinde çimlenme testine alınan tohumlardan gelişen fidelerde saptanmıştır (Çizelge 2).

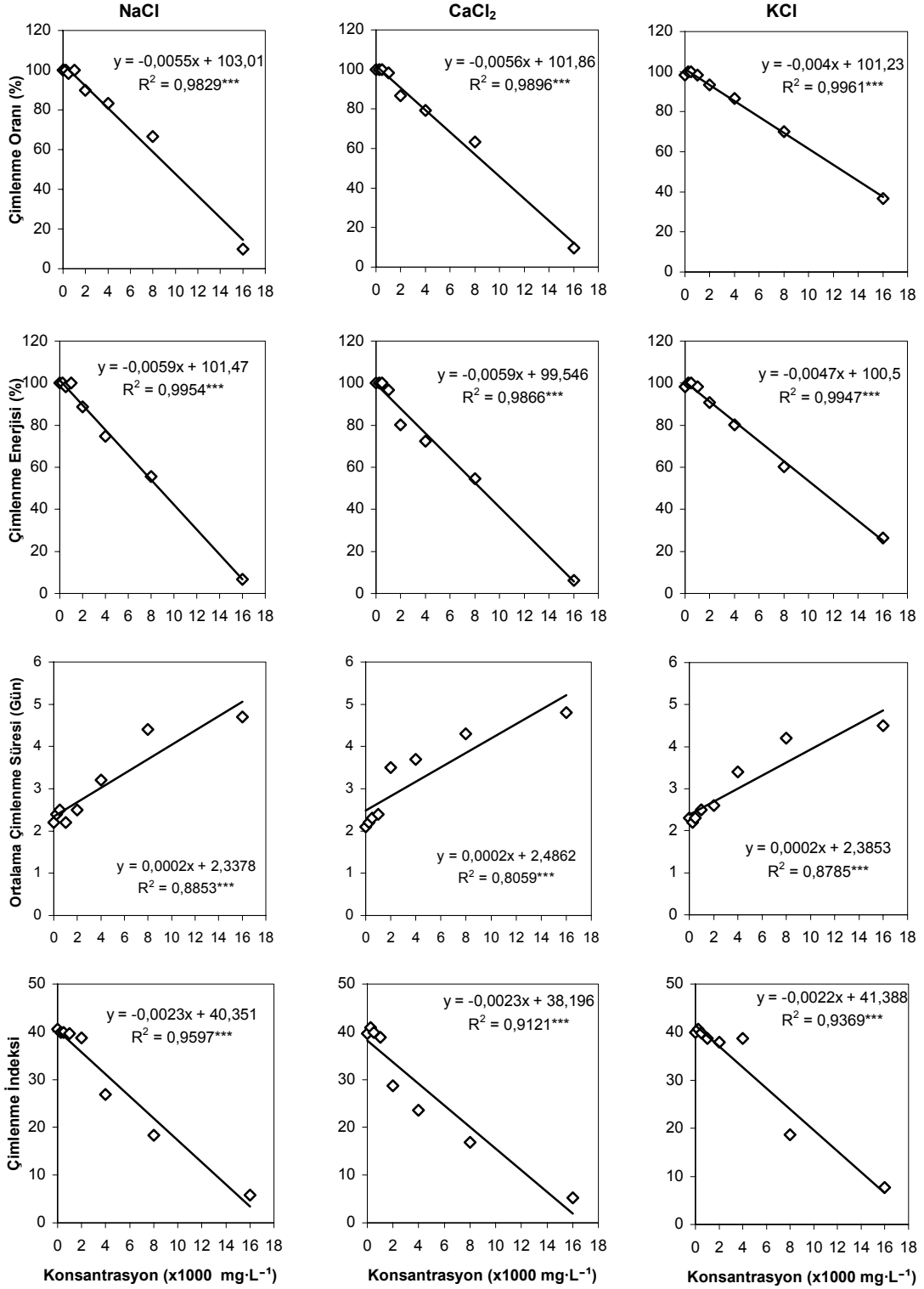
Bu çalışmadan elde edilen bulgular toplu olarak değerlendirildiğinde; net olarak görülmektedir ki; Levitt (1980)'in değerlendirme ve sınıflandırma ölçütleri dikkate alındığında *L. varius* çimlenme ve erken fide evresindeki büyüme özellikleri açısından bir halofid (tuzcul) bitki özelliği göstermemektedir. Bu türün nihai çimlenme oranı, çimlenme enerjisi, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme indeksi gibi çimlenme

özellikleri 2000 mg·L⁻¹'ye kadar olan NaCl, CaCl₂ ve KCl konsantrasyonlarında olumsuz yönde etkilenmemekte, bu özelliklerde konsantrasyonlara bağlı istatistiksel anlamda önemli ilk etkilenmeler 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında ortaya çıkmakta ve değerler bu noktadan itibaren konsantrasyon artışına bağlı olarak hızla olumsuz yönde değişmektedir (Şekil 1, Şekil 2, Çizelge 1, Çizelge 2). Yine bulgular *L. varius* türünün tuzluluğa karşı sürgün ve kök uzunluk ve kuru ağırlık değerleri gibi erken fide evresindeki büyüme özellikleri açısından çimlenme özelliklerine göre daha duyarlı olduğunu ve bu özellikler için 1000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarının sınır değerleri oluşturduğunu göstermiştir (Şekil 3, Çizelge 1, Çizelge 2). Ayrıca, KCl kullanılan tuz bileşikleri arasında en düşük riskli bileşik olarak saptanmış, NaCl ve CaCl₂ *L. varius*'un çimlenme ve erken fide evresi büyüme özellikleri açısından daha duyarlı olduğu bileşikler olarak saptanmıştır (Çizelge 1, Çizelge 2).

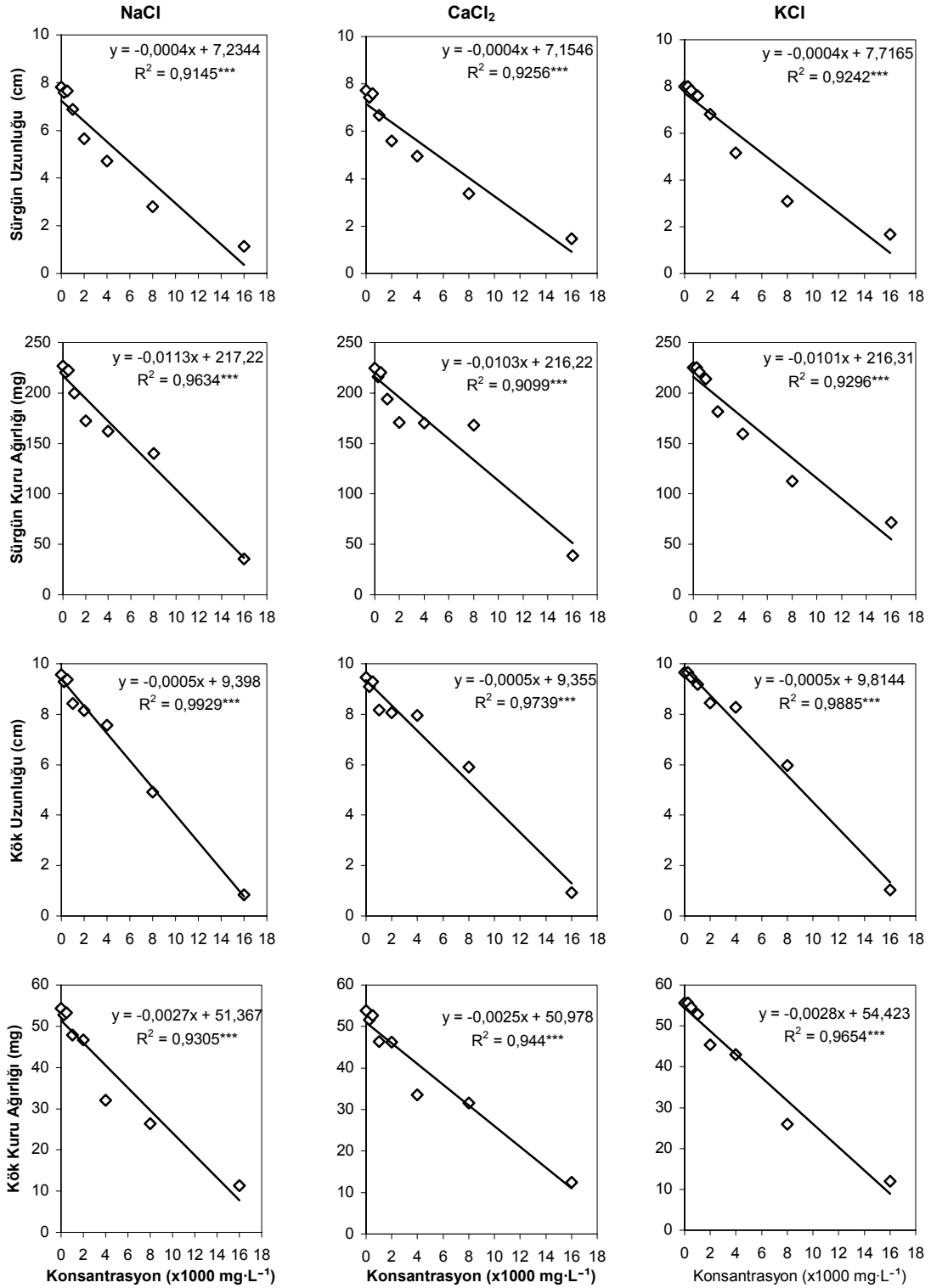
Uygulanan konsantrasyonlar molar değer olarak ele alındığında; *L. varius*'un çimlenme özellikleri için 34,2 mM NaCl, 18 mM CaCl₂ ve 26,8 mM KCl'ün sınır değerleri oluşturduğu, erken fide büyüme özellikleri için ise 17,1 mM NaCl, 9 mM CaCl₂ ve 13,4 mM KCl'ün sınırlayıcı etki gösterdiği belirlenmiştir.

24,4±1,8°C sıcaklıkta gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında; *L. varius*'un bazı yonca ve sorgum (Rizk ve ark., 1978; Pocsai ve Szabo, 1983; Al Niemi ve ark., 1992; Malibari ve ark., 1993), bazı buğday ve çavdar (Begum ve Begum, 1996) ve hatta bazı patlıcan (Chartzoulakis ve Loupassaki, 1997) çeşitlerine göre tuzluluğa daha duyarlı olduğunu göstermiştir. Yine Shaddad ve ark. (1990) ile Ahmed ve El Sayed (1997)'in elde ettikleri sonuçlara göre aynı cins üyelerinden ve benzer doğal yayılış alanları içinde bulunan *L. termis* (*L. albus*) türünün de tuzluluğa karşı hem çimlenme ve hem de büyüme özellikleri açısından *L. varius*'a göre daha dayanıklı olduğu görülmektedir.

Ayrıca bu çalışmada kullanılan tuz bileşiklerinden KCl'ün etkisinin özellikle yüksek konsantrasyonlarda NaCl ve CaCl₂'e göre daha düşük olması, Levitt (1980)'in



Şekil 2. *L. varius* Tohumlarında NaCl, CaCl₂ and KCl Konsantrasyonları ile Çimlenme Oranları, Çimlenme Enerjisi, Ortalama Çimlenme Süresi ve Çimlenme İndeksi Arasındaki İlişkiler. Değerler 12 günlük test süresi sonunda alınmıştır. (***:P<0.001).



Şekil 3. *L. varius* Tohumlarında NaCl, CaCl₂ and KCl Konsantrasyonları ile Sürgün Uzunluğu, Sürgün Kuru Ağırlığı, Kök Uzunluğu ve Kök Kuru Ağırlığı Arasındaki İlişkiler. Değerler 12 günlük test süresi sonunda alınmıştır. (***:P<0.001).

Çizelge 1. NaCl, CaCl₂ ve KCl'ün *L. varius* Tohumlarının Çimlenme Özelliklerine Ana Etkisi ve Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları.

Tuz Kaynağı	Çimlenme Oranı (%) ^Z	Çimlenme Enerjisi (%) ^Z	Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	Çimlenme İndeksi	Sürgün Uzunluğu (cm)	Sürgün Kuru Ağırlığı (mg)	Kök Uzunluğu (cm)	Kök Kuru Ağırlığı (mg)
NaCl	81.0 b ^Y	78.0 b	3.0	31.2 b	5.7 b	172.4	7.3 b	40.6 b
CaCl ₂	79.6 b	76.3 b	3.2	29.2 b	5.6 b	175.2	7.4 b	41.1 b
KCl	85.4 a	81.6 a	3.0	32.9 a	6.1 a	176.3	7.7 a	43.1 a
<i>Varyans analizi (ANOVA) sonuçları</i>								
Tuz (T)	**	***	ÖD	*	**	ÖD	***	*
Kons.(K)	***	***	***	***	***	***	***	***
T x K	*	***	**	***	ÖD	**	ÖD	ÖD

ÖD, *, **, ***: Önemli değil veya sırasıyla $P < 0.05$, 0.01 ve 0.001 düzeyinde önemli.

^Z: Değerler açı değerlerine dönüştürülerek analiz edilmiştir (Gomez ve Gomez, 1984).

^Y: Sütunlarda aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 2. NaCl, CaCl₂ ve KCl'ün Farklı Konsantrasyonlarının *L. varius* Tohumlarının Çimlenme Özelliklerine Etkisi.

Özellik	Tuz	Konsantrasyon (mg·L ⁻¹)							
		0	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
<i>Çimlenme oranı (%)^Z</i>									
	NaCl	100,0 a ^Y	100,0 a	98,3 a	100,0 a	90,0 b	83,3 c	66,7 d	10,0 e
	CaCl ₂	100,0 a	100,0 a	100,0 a	98,3 a	86,7 b	79,2 bc	63,3 c	9,5 d
	KCl	98,3 a	100,0 a	100,0 a	98,3 a	93,3 a	86,7 b	70,0 c	36,7 d
<i>Çimlenme enerjisi (%)^Z</i>									
	NaCl	100,0 a	100,0 a	98,2 a	100,0 a	88,6 b	74,8 c	55,7 d	6,7 e
	CaCl ₂	100,0 a	100,0 a	100,0 a	96,7 b	80,2 c	72,4 d	54,6 e	6,3 f
	KCl	98,3 a	100,0 a	100,0 a	98,3 a	90,7 b	80,2 c	60,2 d	26,4 e
<i>Ortalama çimlenme süresi (gün)</i>									
	NaCl	2,2 d	2,4 d	2,5 d	2,2 d	2,5 d	3,2 c	4,4 b	4,7 a
	CaCl ₂	2,1 d	2,2 d	2,3 d	2,4 d	3,5 c	3,7 c	4,3 b	4,8 a
	KCl	2,3 d	2,2 d	2,3 c	2,5 c	2,6 c	3,4 b	4,2 a	4,5 a
<i>Çimlenme indeksi</i>									
	NaCl	40,5 a	39,8 a	39,9 a	39,6 a	38,7 a	26,9 b	18,3 c	5,8 d
	CaCl ₂	39,6 a	40,9 a	39,9 a	38,9 a	28,7 b	23,6 c	16,9 d	5,3 e
	KCl	39,9 a	40,7 a	39,9 a	38,7 a	37,9 a	38,7 a	19,7 b	7,7 c
<i>Sürgün uzunluğu (cm)</i>									
	NaCl	7,8 a	7,6 a	7,7 a	6,9 b	5,7 c	4,7 d	2,8 e	1,1 f
	CaCl ₂	7,7 a	7,4 a	7,6 a	6,7 b	5,6 c	5,0 c	3,4 d	1,5 e
	KCl	8,0 a	7,9 a	7,8 a	7,6 a	6,8 b	5,2 c	3,1 d	1,7 e
<i>Sürgün kuru ağırlığı (mg/bitki)</i>									
	NaCl	227,0 a	220,2 a	222,5 a	199,8 b	172,7 c	162,0 c	140,0 d	35,3 e
	CaCl ₂	224,7 a	215,8 a	220,2 a	193,8 b	170,9 c	170,1 c	168,0 c	38,9 d
	KCl	225,3 a	225,1 a	220,8 a	214,1 a	181,3 b	159,7 c	112,7 d	71,7 e
<i>Kök uzunluğu (cm)</i>									
	NaCl	9,6 a	9,3 a	9,4 a	8,4 b	8,1 bc	7,6 c	4,9 d	0,8 e
	CaCl ₂	9,5 a	9,1 a	9,3 a	8,2 b	8,1 b	8,0 b	5,9 c	0,9 d
	KCl	9,7 a	9,7 a	9,5 a	9,2 a	8,5 b	8,3 b	6,0 c	1,0 d
<i>Kök kuru ağırlığı (mg/bitki)</i>									
	NaCl	54,3 a	52,7 ab	53,3 ab	47,8 bc	46,7 c	32,0 d	26,3 e	11,3 f
	CaCl ₂	53,8 a	51,7 ab	52,7 a	46,4 b	46,2 b	33,6 c	31,6 c	12,5 d
	KCl	55,7 a	55,6 a	54,6 a	52,9 a	45,3 b	43,0 b	26,0 c	12,0 d

^Z: Değerler açı değerlerine dönüştürülerek analiz edilmiştir (Gomez ve Gomez, 1984).

^Y: Aynı tuz kaynağı (satur) altında ve aynı özellik içinde aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

fizyolojik temelli açıklama ve bildirişleriyle benzerlik ve uyum göstermektedir. Erken fide evresinde tuza duyarlılığın daha yüksek olması ve sınır değerlerin düşüklüğüne ilişkin bulgular ise tuz bileşikleri ve büyüme özellikleri ilişkisinin incelendiği önceki çalışmaların bir çoğuyla paralellik içindedir.

Bu çalışmada *L. varius*'un farklı tuz bileşikleri ve konsantrasyonlarına verdiği tepkiler, çimlenme özellikleri ve erken fide evresindeki etkilenmeler düzeyinde belirlenmiş ve bazı sınır değerler elde edilmiştir. Bu değerler, *L. varius*'un tuzluluğa *L. termis*'e göre daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Ancak çalışmada kullanılan materyal bu bağlamda selekte edilen bir populasyon değildir. Tuzların en yüksek konsantrasyonlarında çimlenen tohumlar populasyonda bu anlamda bir varyasyon olasılığını kuvvetlendirmektedir. Kendine tozlanabilen bu türde tuza dayanım açısından seleksiyon çalışmalarının olumlu sonuçlar vermesi beklenebilir. Ayrıca toprak koşullarında tuza tepkilerin daha karmaşık bir süreç olduğu dikkate alınarak gelecekte *L. varius*'un tuzdan etkilenme derecelerini tüm hayat evreleri için açıklayan çalışmalar sürdürülmelidir.

Kaynaklar

- Al Niemi, T.S., Campbell, W.F. and Rubough, M.D., 1992. Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and post germination growth. *Crop Science* 32(4): 976-980.
- Alvarado, A.D., Bradford, K.J. and Hewitt, J.D., 1987. Osmotic priming of tomato seeds. Effects on germination, field emergence, seedling growth and fruit yield. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 112: 427-432.
- Begum, B. and Begum, F., 1996. A comparative study of the effect of NaCl salinity on germination of wheat and triticale. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* 31(1): 43-51.
- Blamey, M., and Grey-Wilson, C., 1999. *Mediterranean Wild Flowers*. HarperCollins Publishers, Great Britain, 560 p.
- Burnie, D., 2000. *Wild flowers of the Mediterranean*. DK Publishing, London, 320 p.
- Catalan, L., Balzarini, M., Taleisnik, E., Sreno, R. and Karlin, U., 1994. Effect of salinity on germination and seedling growth of *Prosopis flexuosa* (D.C.). *Forest Ecology and Management* 63(2-3): 347-357.
- Chamberlain, D. F. 1965. *Lupinus*. In: Davis, P.H. (Ed.), *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Vol. 3, Edinburgh University,

- Edinburgh. pp. 38-40.
- Chartzoulakis, K.S. and Loupassaki, M.H., 1997. Effect of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agricultural Water Management* 32(3): 215-225.
- Delesalle, V.A. and Blum, S., 1994. Variation in germination and survival among families *Sagittaria latifolia* in response to salinity and temperature. *International Journal of Plant Sciences* 155(2): 187-195.
- Esechie, H.A., 1994. Interaction of salinity and temperature on germination of sorghum. *Journal of Agronomy and Crop Science* 172(3): 194-199.
- Gomez, K.A. and Gomez, A.A., 1984. *Statistical procedures for agricultural research*. Second Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Karagüzel, O., Baktır, İ., Çakmakçı, S., Ortaçşeme, V., Aydınoglu, B. ve Atik, M. 2001. Gün Uzunluğu Ekim Tarihleri ve Paclobutrazolun Gazipaşa Yöresi Doğal Acıbaklalarının (*Lupinus varius* L.) Büyüme ve Çiçeklenmelerine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. (Sonuç Raporu) TÜBİTAK Proje No. TARP-1814, 65 s.
- Karagüzel, O., Baktır, İ., Çakmakçı, S., Ortaçşeme, V., Aydınoglu, B. ve Atik, M., 2002. Skarifikasyon Yöntemleri, Sıcaklık ve Ekim Zamanlarının *Lupinus varius* L.'un Bazı Çimlenme Özelliklerine Etkileri. II. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, s. 40-47, Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü Yayını, Antalya.
- Levitt, J., 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses: Volume II- Water, radiation, salt and other stresses*. Academic Press, New York, pp. 365-488.
- Malibari, A.A., Zidan, M.A., Heikal, M.M. and El Shamary, S., 1993. Effect of salinity on germination and growth of alfalfa, sunflower and sorghum. *Pakistan Journal of Botany* 25(2): 156-160.
- Pocsai, K. and Szabo, L., 1983. The effect of NaCl salinity on germination and development of fababean varieties. *Novenytermeles* 32(4): 307-313.
- Rizk, T.Y., Al Hasan, A.M., El Tekriti, R.A. and Alawi, B.J., 1978. Effect of salinity on germination and seedling vigor of some annual medics *Medicago* spp. *Mesopotamia Journal of Agriculture* 13(2): 105-121.
- Ruan, S., Xue, Q. and Tytkowska, K., 2002. The influence of priming on germination of rice (*Oryza sativa* L.) seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. *Seed Science & Technology*, 30:61-67.
- Tan, A., 1998. Current status of plant genetic resources conservation in Turkey. The Proceedings of International symposium on In Situ Conservation of Plant Genetic Diversity (Ed. Zencirci et al.), Ankara, pp. 5-16.
- Turhan, H. ve Başer, İ., 2001. Toprak Tuzluluğu ve Bitki Gelişimi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 14(1): 171-179.
- Yaltrık, F. ve Efe, A., 1996. *Otsu Bitkileri Sistematigi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No 10, İstanbul, II. Baskı, 518 s.