

Lycopersicon esculentum Mill.'de Bazı Morfometrik Parametreler Üzerine Ca(NO₃)₂ ve MgSO₄ Tuzluluğunun Etkileri

Sabahat Töre YAMAN¹, Güler ÇOLAK^{2*}, Necmettin CANER³

¹Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi, Eskişehir

²Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir

³Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Eskişehir

Geliş Tarihi: 24.06.2008

Kabul Tarihi: 23.02.2009

ÖZET: Bu çalışmamızda, *Lycopersicon esculentum* Mill.'in ilk fide büyüme evrelerindeki bazı morfometrik parametreler üzerine Ca(NO₃)₂ ve MgSO₄ tipi tuzluluğun etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda, *L. esculentum* cv. 11D-230 fidelikleri Ca(NO₃)₂ (5-10000 ppm) ve MgSO₄ (5-5000 ppm) tipi tuz stresi altında inkübasyona alındıklarında, *L. esculentum* cv. H-2274 fidelikleri MgSO₄ tipi tuzluluğun etkilerine maruz bırakıldıklarında, hipokotil gelişimlerinde tuzun toksik etkilerine derhal tanık olunmuştur. Ca(NO₃)₂ ve MgSO₄ tipi tuz stresi *L. esculentum* cv. H-2274 fideliklerinde, Ca(NO₃)₂ tipi tuz stresi *L. esculentum* cv. 11D-230 fideliklerinde ana kök gelişimlerinin de inhibisyonuyla sonuçlanmıştır. 11D-230 fidelikleri MgSO₄ tipi tuz stresi altında inkübasyona alındıklarında, benzer inhibisyonlar 200 ppm MgSO₄ konsantrasyonuyla başlamıştır. Ca(NO₃)₂ tipi tuzluluğun hiçbir derişimde (5-10000 ppm) lateral kök gelişimlerini teşvik edici özellikleri belirlenemezken, MgSO₄ tipi tuzluluğun lateral kök gelişimlerinde toksik etkileri 500 ppm MgSO₄ konsantrasyonuyla başlamıştır. 20-50 ppm MgSO₄ konsantrasyonlarının 11D-230 fideliklerinin, 5-50 ppm MgSO₄ konsantrasyonlarının H-2274 fideliklerinin kotiledon gelişimlerini teşvik edici özellikleri saptanırken, Ca(NO₃)₂ tipi tuzluluğun hiçbir konsantrasyon değeri için (5-10000 ppm), 11D-230 fideliklerinde kotiledon gelişimlerini teşvik edici özellikleri yoktur. Literatür çalışmalarında Na⁺ katyonu kaynaklı tuzluluğa karşı orta derecede tolerant olarak tanımlanan *L. esculentum*'un bizim inceleme kapsamına aldığımız iki genotipinin genç fidelik evrelerinde Ca(NO₃)₂ ve MgSO₄ tipi tuzluluğa karşı orta derecede tolerant olarak tanımlanamayacakları, tuza olağanüstü duyarlı oldukları sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fide büyümesi, *Lycopersicon esculentum* Mill., tuz stresi, tuzluluk.

The Effects of Ca(NO₃)₂ and MgSO₄ Salinity on Some Morphometric Parameters of *Lycopersicon esculentum* Mill.

ABSTRACT: In this study we aimed to analyse the effects of the Ca(NO₃)₂ and MgSO₄ type salinity on some morphometrical parameters of *Lycopersicon esculentum* Mill. during phases of first seedling growth. When *L. esculentum* cv. 11D-230 seedlings were incubated under the effects of Ca(NO₃)₂ (5-10000 ppm) and MgSO₄ (5-5000 ppm) type salinity, *L. esculentum* cv. H-2274 seedlings were exposed to the effects of MgSO₄ type salinity, toxic effects of salt were immediately witnessed for hypocotyl developments. The main root developments were observed to be inhibited in *L. esculentum* cv. H-2274 under Ca(NO₃)₂ and MgSO₄ type salt stress and in *L. esculentum* cv. 11D-230 under Ca(NO₃)₂ type salt stress. When 11D-230 seedlings were incubated under MgSO₄ type salt stress, similar inhibitions were initiated at 200 ppm MgSO₄ concentration. While Ca(NO₃)₂ type salinity had no identified aspects encouraging lateral root development in any concentration (5-10000 ppm), the toxic effects of MgSO₄ type salinity on lateral root development started with 500 ppm MgSO₄ concentration. While it was observed that 20-50 ppm MgSO₄ concentrations and 5-50 ppm MgSO₄ concentrations had identified aspects encouraging the cotyledon development of 11D-230 seedlings and H-2274 seedlings, respectively; Ca(NO₃)₂ type salinity had no aspects encouraging the cotyledon developments of 11D-230 seedlings in any concentration value (5-10000 ppm). It was concluded that two genotypes of *L. esculentum* within the scope of our study, which are defined to be tolerant at medium level especially against Na⁺ cation-based salinity in literature, can not be defined as tolerant at medium level against Ca(NO₃)₂ and MgSO₄ type salinity during young seedling phases and they were extraordinarily susceptible.

Key Words: Seedling growth, *Lycopersicon esculentum* Mill., salt stress, salinity

* Sorumlu Yazar: Çolak, G., gulercolak@ttmail.com

GİRİŞ

Çevresel abiyotik stres şartları özellikle kuraklık ve tuzluluk halen bütün dünyada ürün verimliliğinin başlıca sınırlayıcı faktörleri olarak değerlendirilmektedir (Sosa ve ark., 2005). Munns bir çalışmasında, tuzdan etkilenmiş toprakların 800 milyon hektarın üzerinde bir karasal alan olduğunu bildirmektedir (tuzlu 397 milyon hektar, tuzlu-alkali 434 milyon hektar). Bu değer dünya üzerindeki toplam karasal alanların % 6'sından fazla olmakla birlikte, tuzluluk dünya besininin yaklaşık üçte birini üreten sulama altındaki 230 milyon hektar karasal alan için çok daha kritik bir problem olarak algılanır (Munns, 2005). Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün bir çalışmasına göre (2003), Türkiye şartlarında da drenaj problemlili toprakların yarısından fazlası, toplam arazinin en az % 2 kadarı veya yaklaşık olarak 1.5 milyon hektar arazi tuz ve/veya alkalilik sorunundan etkilenmiş olarak kabul edilir (hafif tuzlu 615000 hektar, tuzlu 505000 hektar, hafif tuzlu-alkali 126000 hektar ve tuzlu-alkali 265000 hektar). Ancak aynı çalışmaya göre, aslında Türkiye topraklarındaki tuzluluk ve alkalilik problemleri de çok daha yaygın ve çok daha ciddi boyutlardadır.

Bir görüşe göre, tuz stresi altında bitki büyüme inhibisyonları değiştirilmiş su ilişkileri, osmotik etkiler, spesifik iyon etkileri ve enerji mevcudiyeti ile ilişkilendirilebilir (Bernstein ve ark., 2001). Bir diğer görüşe göre, tuzluluk stresi tüm bitki seviyesinde, makro seviyede indirgenmiş tohum çimlenmesi ve fidecik tesisi, zayıf fidecik kuvveti, kök uzunluğunda azalma, yaprak kıvrılması, indirgenmiş polen hayatta kalımı, yaprak senesensi, eksik dane dolumu ve dane veriminde azalmalar yoluyla sebep olunan yaygın etkiler içerebilir (Grover ve ark., 2001). Toprak suyundaki tuz bitki büyümesini iki sebepten dolayı inhibe eder (Munns, 2002): İlk olarak bitkilerin su alımını yeteneğini azaltır ve su stresi tarafından sebep olunanlara benzer bir takım metabolik değişimlerle birlikte büyüme oranlarında hızlı azalmalara sebebiyet verir. Bu tuzluluğun osmotik etkisidir. İkincisi tuzlar transpirasyon akışına dahil olabilir ve neticede transpirasyon yapan yapraklarda er geç toksik seviyelere ulaşarak hücrelere hasar verir, prematüre senesense neden olarak bitkinin fotosentetik yaprak alanını büyümeyi uzun süre muhafaza edemeyen bir seviyeye indirir. Bu da tuzluluğun tuza spesifik veya iyon toksisitesi etkileridir (Munns, 2002). Bitki büyümesini azaltan tuz substratları yoluyla osmotik ve spesifik iyon etkileri her ne kadar en sıklıkla bahsedilen mekanizmalar olsalar da, özellikle tohum çimlenmesi ve bitki başlangıç büyümesinde gözlenen tüm bu etkiler bitki türleri, tuzluluk seviyesi, toprak çözeltisindeki tuz mevcudunun iyonik kompozisyonu ile araştırma materyalini teşkil eden bitkinin kuraklık ve/veya tuz toleransına bağlı olarak değişebilir (Mozafar ve Goodin, 1986; Iqbal ve ark., 2002). Büyüme ile ilgili olaylar, tuza olağanüstü duyarlılık gösterdiğinden, büyüme oranları ve biokütle üretimi, tuz stresinin derecesini ve bitkinin buna dayanma yeteneğini belirlemek için son

derece güvenilir parametreler olarak değerlendirilebilmekte, bitkilerin tuzluluğa toleransı mutlak bitki büyümesi yanında tuzlu olmayan topraklarla karşılaştırılan nispi büyüme ve verim dikkate alınarak da ölçülebilmektedir (Gürel ve Avcıoğlu, 2004).

Bu çalışma ile $MgSO_4$ ve $Ca(NO_3)_2$ tipi tuzluluğun başlangıç büyüme evrelerindeki *Lycopersicon esculentum*'un bazı morfometrik gelişim parametreleri üzerindeki etkileri belirlenmiş, bitkilerin $MgSO_4$ ve $Ca(NO_3)_2$ tipi tuzluluğa karşı olan hassasiyet veya toleranslarındaki varyasyonun genotipler düzeyinde ortaya koyulması amaçlanmıştır. $MgSO_4$ ve $Ca(NO_3)_2$ tuzlu toprakların doğal tuz bileşenlerinden oldukları gibi, tarla arazilerinde ve örtü altı sebze yetiştiriciliğinde gübreleme amaçlı olarak da tercih edilirler. Özellikle örtü altı sebze yetiştiriciliğindeki tuzlanma probleminin, açık tarım arazilerindeki tuzlanmaya göre çok daha sık ve çok daha çabuk meydana gelebilen son derece kritik bir olgu olarak tanımlanması yanında (Günay ve Okur, 1999), kozmopolit bir familyaya mensup *Lycopersicon esculentum*'un tüm dünya geneli ve ülkemiz şartları için bu üretim şeklindeki potansiyeli dikkate alındığında, ayrıca kültür bitkilerinde tuzluluk stresine yönelik araştırmaların daha çok sodyum katyonu kaynaklı tuzlanma etkileri üzerinde yoğunlaştığı gerçeği de göz önünde bulundurulduğunda, araştırmamız sonuçlarının kültür bitkilerinde tuzluluk stresine yönelik bilgi birikimine çok küçük de olsa bir katkı yapabileceği düşünülmüştür.

MATERYAL ve METOT

Çalışmamızın araştırma materyalini *Solanaceae* familyası üyelerinden olan *L. esculentum* oluşturmaktadır. Tuzluluğa gösterilen reaksiyonlarda genotipler düzeyinde ortaya çıkabilecek varyasyonları test etmek amacıyla *L. esculentum*'un 2 farklı kültür varyetesi inceleme kapsamına alınmıştır. Çalışmanın araştırma materyalini teşkil eden bütün bitki genotiplerine ait tohumlar (*L. esculentum* cv. H-2274 ve 11D-230) Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Çalışmanın tüm deneysel aşamaları Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesindeki Doku Kültürü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Araştırma materyalini teşkil eden bitki tohumlarının sterilizasyon, ekim ve inkübasyon işlemleri için standart doku kültürleri prosedürlerinde izlenen ve önerilen teknikler (Başaran, 1990; Babaoğlu ve ark., 2004) modifiye edilerek uygulanmıştır. Sterilant olarak % 96'lık etil alkol ve % 5'lik sodyum hipoklorit çözeltileri tercih edilirken, inkübasyon süreleri de % 96'lık etil alkol için 1 dakika, % 5'lik sodyum hipoklorit için 30-35 dakika olarak belirlenmiştir. Sterilizasyon süreleri sona eren bitki tohumları daha sonra bir seri steril saf su banyolarından geçirilmek suretiyle sodyum hipokloritten arındırılıp, içlerinde steril filtre kağıtları bulunan steril petri kaplarına, steril bir ortamda ve steril pensler yardımıyla 50'şer adet olmak üzere

ekilmişlerdir. Çalışmada her genotip ve her bir konsantrasyon değeri için 50'şerli gruplar halinde 200'er adet tohumun ekimi sağlanmıştır. Ancak inkübasyon süreleri sona erdiğinde, her genotip ve her bir konsantrasyon değeri için tamamen tesadüfi olarak seçilen 50'şerli gruplar halinde toplam 100'er adet tohum değerlendirme kapsamına alınmıştır.

Çimlenme ve başlangıç büyüme dönemleri için $MgSO_4$ tipi tuzluluk, bitki tohumlarının inkübasyon ortamlarında $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ formunda ve toplam 7 farklı konsantrasyonda (5, 20, 50, 200, 500, 2000 ve 5000 ppm) hazırlanan çözeltiler kullanılmak suretiyle oluşturulmuştur. $Ca(NO_3)_2$ tipi tuzluluk $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ formunda ve toplam 8 farklı konsantrasyonda (5, 20, 50, 200, 500, 2000, 5000 ve 10000 ppm) hazırlanan çözeltiler uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her iki uygulamada kontrol grup oluşturulmuştur. Kontrol grubuna araştırma süresince yalnızca steril saf su verilmiştir. Sterilizasyon ve ekim işlemleri tamamlanan bitki tohumları 25 ± 1 °C sıcaklığı olan bir kültür odasında 16 saat ışık/8 saat karanlık şeklinde düzenlenen bir fotoperiyodik induksiyona 12 gün süre ile maruz bırakılmıştır. Bu esnada petri kapları düzeyindeki ışık şiddetinin de 11000 ± 100 lüks civarında olmasına özen gösterilmiştir. Başlangıç büyüme dönemleri için on ikişer gün olarak tespit edilen inkübasyon süreleri sonunda, genç fidecik komponentleri kesilerek birbirlerinden izole edilmiştir. Her bir serideki gelişme gösteren fideciklerin kök boyu, hipokotil boyu, kotiledon boyu ve kotiledon eni uzunlukları kaydedilmiştir. Fideciklerin köklerindeki lateral kök sayıları belirlenmiştir. Kökçük, hipokotil ve kotiledonlarda makromorfolojik gözlemler gerçekleştirilmiştir. Ancak tek bir petrideki işlemler uzun sürdüğü için, 12 günlük inkübasyon süreleri sona erdiğinde, çalışılacak diğer petriyerler buzdolabında $+4$ °C'de muhafaza edilmiştir.

Morfometrik gözlemler için verilerin analizi bilgisayarda SPSS paket programında yapılmıştır. Ortalamalar, standart hatalar ve yüzdelik değerler hesaplanmıştır. Grupların karşılaştırılmasında istatistiki testlerden ANOVA tek yönlü varyans analizi ve Student's t testi uygulanmıştır.

BULGULAR

$Ca(NO_3)_2$ Tipi Tuz Stresi Altında *L. esculentum* Fideciklerinde Morfometrik Değişimler

Çalışmamızda *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinin hipokotil gelişimleri artan $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonlarına bağlı olarak incelendiğinde, 5 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonundaki uygulamada serinin en yüksek hipokotil boyu ortalama uzunluklarına (3.4381 cm) ulaşıldığı görülmüştür. 20 ppm değeri de istatistiki açıdan 5 ppm değerine benzerdir. 50 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonundan itibaren de fideciklerin hipokotil boyu ortalama uzunluklarında düşüşler izlenmiştir.

Düşüşler 500 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonuyla birlikte kontrol grup için de istatistiki öneme sahiptir ($p < 0.001$) (Çizelge 1).

$Ca(NO_3)_2$ tipi tuz stresi altında *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde en yüksek kök boyu ortalama uzunluklarına kontrol grupla ulaşılmıştır ($p < 0.001$). Artan $Ca(NO_3)_2$ tuzluluğunun fideciklerin lateral kök gelişimlerine olan etkileri incelendiğinde ise 5, 20 ve 50 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonlarında kontrol grubuna yakın değerler elde edilirken, 200 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonundan itibaren de lateral kök gelişimlerinde kontrole göre düşüşler başlamıştır. 200, 500 ve 2000 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonlarında benzer lateral kök gelişimleri izlenirken, 5000 ppm'de yeniden başlayan düşüş 10000 ppm'de de benzer bir ortalama değerle devam etmiştir ($p < 0.001$) (Çizelge 1).

Artan konsantrasyonlarda $Ca(NO_3)_2$ uygulanan *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde en yüksek değerleri veren kotiledon boyu ortalama uzunlukları kontrol grubunda elde edilmiştir (0.8875 cm). Ancak 5 ve 20 ppm değerleri de kontrol grup değerine benzerdir. 50 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonu fideciklerin kotiledon boyu ortalama uzunluklarında kontrole göre istatistiki anlamlılık veren bir düşme oluşturmuştur. 200, 500 ve 2000 ppm değerleri de 50 ppm değerine benzer ortalamalar vermiştir. 5000 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonundan itibaren de (0.7033 cm) tüm gruplardan istatistiki anlamlılık gösteren düzenli düşüşler başlamıştır ($p < 0.001$) (Çizelge 1).

Fideciklerin kotiledon eni ortalama uzunluklarında 5 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonu ile başlayan düşüş 5000 ppm'e kadar benzer değerlerle devam etmiştir. 5000 ppm'de yeniden tüm gruplardan istatistiki önemi olan bir düşüş gerçekleşirken ($p < 0.001$), 10000 ppm değeri düzensiz artış eğilimi olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

L. esculentum cv. 11D-230 fidecikleri artan $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonlarının etkilerine maruz bırakıldıklarında, en yüksek değerlerle temsil edilen hipokotil boyu ortalama uzunlukları kontrol grubunda elde edilmiştir. Kontrol grup değeri istatistiki anlamda diğer tüm serilerden farklıdır. $Ca(NO_3)_2$ uygulanan tüm serilerin hipokotil boyu ortalama uzunluklarında kontrole göre düşüşler sergilenmiştir ($p < 0.001$) (Çizelge 2).

L. esculentum cv. 11D-230 fideciklerinde en yüksek değerlerle temsil edilen kök boyu ortalama uzunlukları da kontrol grubunda elde edilmiştir (4.6158 cm). Kontrol grup değeri inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden istatistiki anlamda farklıdır. Kök boyu ortalama uzunluklarında 5 ppm $Ca(NO_3)_2$ konsantrasyonu ile başlayan düşüş 20 ppm'de de devam etmiştir. 50 ve 200 ppm değerleri 20 ppm değerine benzer ortalamalar vermiştir. 500 ve 2000 ppm'lerdeki düşük ancak benzer değerler 5000 ve 10000 ppm'lerdeki (1.1588 cm) çok daha belirgin düşüşlerle takip edilmiştir ($p < 0.001$) (Çizelge 2).

Çizelge 1. *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinin hipokotil, ana kök, lateral kök ve kotiledon gelişimleri üzerine $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tipi tuzluluğun etkileri

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ Konsantrasyonu	<i>Lycopersicon esculentum</i> cv. H-2274				
	Hipokotil Boyu Uzunluğu (cm)	Kök Boyu Uzunluğu (cm)	Lateral Kök Sayısı (adet)	Kotiledon Boyu Uzunluğu (cm)	Kotiledon Eni Uzunluğu (cm)
Kontrol	2.9771±0.1309	3.8583±0.1568	5.5729±0.2705	0.8875±0.0050	0.1896±0.0031
5 ppm	3.4381±0.1376	3.2278±0.1359	5.5567±0.2868	0.8763±0.0086	0.1763±0.0043
20 ppm	3.1344±0.1319	2.9126±0.1490	5.1222±0.3116	0.8674±0.0085	0.1739±0.0046
50 ppm	3.0022±0.1352	3.4553±0.1841	5.2791±0.3348	0.8576±0.0100	0.1718±0.0049
200 ppm	2.7153±0.1291	2.8697±0.1880	4.6410±0.3097	0.8507±0.0134	0.1720±0.0052
500 ppm	2.5882±0.1200	2.6455±0.1439	4.6486±0.3290	0.8622±0.0107	0.1730±0.0052
2000 ppm	2.4366±0.1208	2.5716±0.1657	4.0000±0.3154	0.8444±0.0113	0.1651±0.0061
5000 ppm	1.6113±0.0960	1.4482±0.0918	1.8966±0.2006	0.7033±0.0260	0.1133±0.0063
10000 ppm	0.8679±0.0860	0.6657±0.0741	2.3333±0.3333	0.4667±0.0333	0.2333±0.1333
İstatistiki değerlendirme	F= 22.363; p< 0.001	F= 25.670; p< 0.001	F= 8,001; p< 0.001	F= 20.062; p< 0.001	F= 9.451; p< 0.001

L. esculentum cv. 11D-230 fideciklerinde en yüksek değerlerle temsil edilen lateral kök gelişimleri de kontrol grubunda elde edilmiştir (7.4105 adet). Kontrol grup değeri inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden istatistiksel anlamda farklıdır. 5 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulaması fideciklerin lateral kök gelişimlerinde belirgin bir düşüşe neden olmuş, 20, 50 ve 200 ppm değerleri de 5 ppm değerine benzer lateral kök gelişimleri sergilemiştir. Fideciklerin lateral kök gelişimlerinde 500 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonu ile yeniden başlayan düşüş (4.8219 adet) daha yüksek konsantrasyonlarda da belirginleşerek devam etmiştir (p< 0.001) (Çizelge 2).

L. esculentum cv. 11D-230 fideciklerinde en yüksek değerlerle temsil edilen kotiledon boyu ortalama uzunlukları da kontrol grubunda elde edilmiştir (0.9158 cm). Kontrol grup değeri inceleme kapsamına alınan

diğer tüm serilerden istatistiksel anlamda farklıdır. 5 ve 20 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonlarında kontrole göre düzenli düşme eğilimleri gösteren ortalamalar ile karşılaşmış, 50 ve 200 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonları da 20 ppm değerine benzer ortalamalar vermiştir. Fideciklerin kotiledon boyu ortalama uzunluklarında 500 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonu ile yeniden başlayan düşüş 2000 ve 5000 ppm'lerde de benzer değerlerle devam etmiştir. 10000 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonundaki düşüşün derecesi ise (0.7667 cm) dikkat çekicidir (p< 0.001) (Çizelge 2).

5 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulaması fideciklerin kotiledon eni ortalama uzunluklarında kontrole benzer bir ortalama değer elde edilmesine neden olmuştur. İnceleme kapsamına alınan ve $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulanan diğer tüm seriler kontrole göre istatistiki anlamlılık veren düşüşler sergilemiştir (p< 0.001) (Çizelge 2).

Çizelge 2. *L. esculentum* cv. 11D-230 genç fideciklerinin hipokotil, ana kök, lateral kök ve kotiledon gelişimleri üzerine $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tipi tuzluluğun etkileri

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ Konsantrasyonu	<i>Lycopersicon esculentum</i> cv. 11D-230				
	Hipokotil Boyu Uzunluğu (cm)	Kök Boyu Uzunluğu (cm)	Lateral Kök Sayısı (adet)	Kotiledon Boyu Uzunluğu (cm)	Kotiledon Eni Uzunluğu (cm)
Kontrol	3.3832±0.1296	4.6158±0.1434	7.4105±0.2683	0.9158±0.0067	0.1968±0.0018
5 ppm	2.9560±0.1192	3.7264±0.1378	5.5934±0.2890	0.8835±0.0074	0.1879±0.0034
20 ppm	2.4989±0.1042	3.2915±0.1418	4.9659±0.2668	0.8554±0.0097	0.1675±0.0052
50 ppm	2.6723±0.1100	3.5105±0.1478	5.3111±0.2497	0.8685±0.0087	0.1730±0.0047
200 ppm	2.8698±0.1350	3.2511±0.1736	5.6203±0.3163	0.8813±0.0102	0.1747±0.0051
500 ppm	2.4679±0.1466	2.6345±0.1722	4.8219±0.2719	0.8262±0.0136	0.1574±0.0064
2000 ppm	2.4085±0.1325	2.9093±0.1632	4.4769±0.2740	0.8367±0.0114	0.1600±0.0064
5000 ppm	1.8776±0.1247	2.2534±0.1614	3.1429±0.2182	0.8027±0.0175	0.1432±0.0083
10000 ppm	1.0333±0.0835	1.1588±0.0978	2.8462±0.4058	0.7667±0.0310	0.1250±0.0131
İstatistiki değerlendirme	F= 18.113; p< 0.001	F= 28.425; p< 0.001	F= 16.899; p< 0.001	F= 12.061; p< 0.001	F= 11.689; p< 0.001

MgSO₄ Tipi Tuz Stresi Altında *L. esculentum* Fideciklerinde Morfometrik Değişimler

Çalışmamızda artan konsantrasyonlarda MgSO₄ uygulanan *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde en yüksek değerleri veren hipokotil boyu uzunluğu kontrol

grubunda elde edilmiştir. Kontrol grup değeri inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden istatistiksel anlamda farklıdır (p< 0.001) (Çizelge 3).

L. esculentum cv. H-2274 fideciklerinde en yüksek değerleri veren kök boyu ortalama uzunlukları da

kontrol grubunda elde edilmiştir. Kontrol grup değeri inceleme kapsamına alınan diğer tüm uygulamalardan yüksek bulunmuştur. 5, 20 ve 50 ppm MgSO₄ konsantrasyonlarında benzer değerler izlenirken, 200 ppm'de yeniden başlayan düşüş daha yüksek konsantrasyonlarda da devam etmiştir. Buna karşın fideciklerin lateral kök gelişimlerinde 5 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile (6.1340 adet) kontrole göre istatistiki anlamlılık veren bir artış elde edilmiştir. Her ne kadar 20 ppm'den itibaren düşüşler başlasa da 20 ppm'de de kontrol grubundan daha yüksek lateral kök sayıları elde edilmiştir. 50 ve 200 ppm'lerde kontrole benzer lateral kök gelişimleri izlenirken, 500 ppm'den itibaren de

(2.7647 adet) kontrole göre istatistiki değeri olan düzenli düşüşler başlamıştır (p< 0.001) (Çizelge 3).

L. esculentum cv. H-2274 fideciklerinde 5 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile elde edilen kotiledon eni ortalama uzunluklarının kontrol grup değerinden yüksek olduğu görülmüş, 20 ve 50 değerleri de 5 ppm değerine benzer kotiledon gelişimleri sergilemiştir. Daha yüksek konsantrasyonlarda izlenen düşük ancak benzer değerler kontrole göre istatistiki anlamlılık vermemiştir. 5-50 ppm MgSO₄ konsantrasyonlarında fideciklerin kotiledon boyu ortalama uzunluklarının da kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir (p< 0.001). 5000 ppm MgSO₄ konsantrasyonunda ise kotiledon açılma frekans pozitifliği sıfırdır (Çizelge 3).

Çizelge 3. *L. esculentum* cv. H-2274 genç fideciklerinin hipokotil, ana kök, lateral kök ve kotiledon gelişimleri üzerine MgSO₄ tipi tuzluluğun etkileri

MgSO ₄ Konsantrasyonu	<i>Lycopersicon esculentum</i> cv. H-2274				
	Hipokotil Boyu Uzunluğu (cm)	Kök Boyu Uzunluğu (cm)	Lateral Kök Sayısı (adet)	Kotiledon Boyu Uzunluğu (cm)	Kotiledon Eni Uzunluğu (cm)
Kontrol	3.5109±0.1820	5.2685±0.1920	4.2609±0.2318	0.8163±0.0139	0.1543±0.0052
5 ppm	2.4131±0.1149	4.2485±0.1855	6.1340±0.2507	0.9273±0.0145	0.2030±0.0044
20 ppm	2.1948±0.0775	4.1237±0.1516	5.2727±0.2508	0.9076±0.0127	0.2033±0.0033
50 ppm	2.2747±0.0938	4.0000±0.1519	4.6744±0.2533	0.9093±0.0137	0.1942±0.0025
200 ppm	1.7618±0.0673	3.1055±0.1660	4.0000±0.2753	0.8211±0.0157	0.1658±0.0055
500 ppm	2.1614±0.0982	2.0360±0.1251	2.7647±0.1992	0.7754±0.0173	0.1600±0.0061
2000 ppm	2.0926±0.1214	2.5673±0.1559	2.2500±0.2603	0.7750±0.0211	0.1542±0.0104
5000 ppm	1.5071±0.1128	1.3839±0.1458	2.0000±0.5774	-	-
İstatistiki değerlendirme	F= 23.953; p< 0.001	F= 48.365; p< 0.001	F= 17.744; p< 0.001	F= 14.543; p< 0.001	F= 18.972; p< 0.001

L. esculentum cv. 11D-230 fidecikleri artan MgSO₄ konsantrasyonlarının etkilerine maruz bırakıldıklarında, en yüksek değerlerle temsil edilen hipokotil boyu ortalama uzunlukları kontrol grubunda elde edilmiştir. Kontrol grup değeri inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden istatistiki anlamda farklıdır. MgSO₄ uygulanan tüm serilerin hipokotil boyu ortalama uzunluklarında kontrole göre düşüşler sergilenmiştir (p< 0.001) (Çizelge 4).

L. esculentum cv. 11D-230 fideciklerinde 5, 20 ve 50 ppm MgSO₄ konsantrasyonları ile elde edilen kök boyu ortalama uzunluklarının kontrol grup değerine benzer olduğu görülmüştür. 200 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile başlayan düşüş, 500 ve 2000 ppm'lerde de benzer değerlerle devam etmiş, 5000 ppm MgSO₄ konsantrasyonundaki düşüşle de tüm gruplardan istatistiki açıdan farklı bir ortalama değer elde edilmiştir (p< 0.001) (Çizelge 4).

L. esculentum cv. 11D-230 fideciklerinin lateral kök gelişimlerinde 20 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile kontrole göre istatistiki anlamlılık veren bir artış elde edilmiş, 5 ppm değerinin ise kontrol grup değerine benzer olduğu görülmüştür. Fideciklerin lateral kök gelişimlerinde 50 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile başlayan düşüş daha yüksek konsantrasyonlarda da devam etmiş, ancak 50 ppm MgSO₄ konsantrasyonundaki lateral kök gelişimlerinin de kontrolden daha iyi olduğu

gözlenmiştir. Lateral kök gelişimlerinde kontrole göre istatistiki anlamlılık veren düşüşler 500 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile başlamıştır (p< 0.001) (Çizelge 4).

L. esculentum cv. 11D-230 fideciklerinin kotiledon boyu ortalama uzunluklarında 5 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile kontrole benzer bir ortalama değer elde edilmiştir. 20 ppm'deki yükseliş 50 ppm'de de devam etmiş, 50 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile serinin en yüksek kotiledon boyu ortalama uzunluklarına ulaşılmıştır (0.9231 cm). Fideciklerin kotiledon gelişimlerinde 200 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile başlayan düşüş 500 ve 2000 ppm'lerde de benzer değerlerle izlenmiş, 5000 ppm MgSO₄ konsantrasyonundaki düşüşle de tüm gruplardan istatistiki açıdan farklı bir ortalama değer (0.6000 cm) elde edilmiştir (p< 0.001) (Çizelge 4).

L. esculentum cv. 11D-230 fideciklerinin kotiledon eni ortalama uzunluklarında da 5 ppm MgSO₄ konsantrasyonu kontrole göre istatistiki önemi olan bir değişim oluşturamazken, 20 ppm MgSO₄ konsantrasyonu (0.1855 cm) artışlara neden olmuştur. 50 ppm değeri de 20 ppm değerine benzerdir. Fideciklerin kotiledon eni ortalama uzunluklarında 200 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile başlayan düşüş 500 ppm'de de benzer bir ortalama değerle devam etmiştir. 2000 ppm'den itibaren de (0.1375 cm) düşüşlerin derecesi çok daha dikkat çekicidir (p< 0.001) (Çizelge 4).

Çizelge 4. *L. esculentum* cv. 11D-230 genç fidiciklerinin hipokotil, ana kök, lateral kök ve kotiledon gelişimleri üzerine MgSO₄ tipi tuzluluğun etkileri

MgSO ₄ Konsantrasyonu	<i>Lycopersicon esculentum</i> cv. 11D-230				
	Hipokotil Boyu Uzunluğu (cm)	Kök Boyu Uzunluğu (cm)	Lateral Kök Sayısı (adet)	Kotiledon Boyu Uzunluğu (cm)	Kotiledon Eni Uzunluğu (cm)
Kontrol	3.4344±0.1575	3.6667±0.1576	3.6444±0.2281	0.8478±0.0114	0.1600±0.0052
5 ppm	2.6325±0.1163	3.3443±0.1581	4.0694±0.2743	0.8456±0.0155	0.1696±0.0052
20 ppm	2.9624±0.1387	4.0165±0.2113	5.4217±0.3004	0.9060±0.0145	0.1855±0.0039
50 ppm	2.9891±0.1376	3.9337±0.1800	4.6180±0.2330	0.9231±0.0133	0.1846±0.0038
200 ppm	2.2536±0.0794	2.4742±0.1169	4.0000±0.2666	0.7866±0.0146	0.1552±0.0061
500 ppm	2.1000±0.1276	2.2592±0.1671	2.4524±0.2214	0.7608±0.0182	0.1471±0.0071
2000 ppm	2.1458±0.1330	2.0349±0.1383	2.0556±0.1688	0.7575±0.0175	0.1375±0.0078
5000 ppm	1.1607±0.1028	1.0226±0.1061	1.6250±0.2631	0.6000±0.0577	0.1143±0.0143
İstatistiki değerlendirme	F= 19.814; p< 0.001	F= 30.063; p< 0.001	F= 14.638; p< 0.001	F= 19.995; p< 0.001	F= 10.348; p< 0.001

Ca(NO₃)₂ ve MgSO₄ Uygulamalarına Bağlı Olarak Morfometrik Gözlemlerin Genotipler Düzeyinde Karşılaştırmalı Analizleri

Çalışmamızda Ca(NO₃)₂ uygulamalarına bağlı olarak, *L. esculentum*'un hipokotil boyu, kotiledon eni ve boyu ortalama uzunluklarında genotipler düzeyinde saptanan değişimler istatistiksel anlamda bir genetik varyabiliteye işaret edebilecek düzeylerde değilken (hipokotil boyu, kotiledon eni ve boyu ortalama uzunlukları için sırasıyla: p= 0.058, p= 0.545 ve p= 0.097), fidiciklerin ana kök ve lateral kök gelişimlerinin 11D-230 genotipinde daha iyi olduğu gözlenmiştir. 11D-230 fidicikleri artan Ca(NO₃)₂ konsantrasyonlarında daha yüksek değerlerle temsil

edilen kök boyu ortalama uzunlukları sergilemişler (p< 0.001) ve daha fazla sayıda lateral kök gelişimleri gerçekleştirmişlerdir (p= 0.005).

Artan MgSO₄ tuzluluğunda *L. esculentum*'un hipokotil, ana kök, lateral kök ve kotiledon gelişimlerinde genotipler düzeyinde istatistiksel önemi olan farklılıklarla karşılaşılmıştır. 11D-230 genotipi ele alınan morfometrik parametrelerden yalnızca hipokotil boyu ortalama uzunluklarında daha yüksek ortalama değerlere sahiptir (p< 0.001). Ana kök (p< 0.001), lateral kök (p< 0.001) ve kotiledon gelişimleri ise (p= 0.038 ve p< 0.001) H-2274 genotipinde daha yüksek ortalama değerlerle temsil edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. *L. esculentum*'da hipokotil, ana kök, lateral kök ve kotiledon gelişimlerinin genotipler düzeyinde karşılaştırmalı analizleri

Parametreler	<i>Lycopersicon esculentum</i> (Ca(NO ₃) ₂ uygulaması)		<i>Lycopersicon esculentum</i> (MgSO ₄ uygulaması)	
	H-2274	11D-230	H-2274	11D-230
Hipokotil Boyu Uzunluğu ± Standart Hata	2.8212±0.0494	2.6918±0.0469	2.3273±0.0466	2.6259±0.0526
İstatistiki değerlendirme	t = 1.901; p= 0.058		t = 4.245; p< 0.001	
Kök Boyu Uzunluğu ± Standart Hata	2.9675±0.0609	3.3479±0.0603	3.5926±0.0740	3.0675±0.0692
İstatistiki değerlendirme	t = 4.441; p< 0.001		t = 5.184; p< 0.001	
Lateral Kök Sayısı ± Standart Hata	4.9002±0.1160	5.3476±0.1070	4.6012±0.1102	3.9838±0.1081
İstatistiki değerlendirme	t = 2.836; p= 0.005		t = 4.000; p< 0.001	
Kotiledon Boyu Uzunluğu ± Standart Hata	0.8575±0.0039	0.8665±0.0037	0.8614±0.0062	0.8431±0.0062
İstatistiki değerlendirme	t = 1.659; p= 0.097		t = 2.079; p= 0.038	
Kotiledon Eni Uzunluğu ± Standart Hata	0.1722±0.0018	0.1738±0.0018	0.1805±0.0020	0.1657±0.0021
İstatistiki değerlendirme	t = 0.605; p= 0.545		t = 5.045; p< 0.001	

TARTIŞMA ve SONUÇ

Değişik çalışmalarda süratle artan toprak tuzluluğunun yol açtığı tuz stresinin bitki büyüme ve ürün verimliliği üzerinde çok çeşitli olabilen etkileri bildirilmektedir (Ahmad ve ark., 2005). Örneğin; Van Zandt ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, tuzluluk (bir fosfatsız sentetik deniz suyu karışımı) *Iris hexagona* biokütlesini 2 ve 4 µg⁻¹ tuzluluk düzeylerinde % 20 ve % 48 düzeylerine kadar azaltırken, tuzlulukla hem toprak üstü hem de toprak altı dokularında azalma

eğilimleri saptanmış, toprak üstü: toprak altı dokuları yerleşim oranlarında ise artışlar görülmüştür (Van Zandt ve ark., 2003). Alam ve arkadaşlarının çalışmalarında, 3 farklı tuzluluk seviyesi sergileyen 3 kıyasal tuzlu toprak 1:5 Na:Ca oranını muhafaza etmek şartıyla nitrat, klorür, sülfat ve fosfat formunda kalsiyum tuzları etkilerine maruz bırakıldıklarında, kalsiyum klorür ve kalsiyum nitrat tuzları kuru madde verimlerinde azalmalara sebebiyet vermişlerdir (Alam ve ark., 2002). *P. vulgaris*, *P. angustissimus*, *P. filiformis*, *P.*

leptostachyus ve *P. microcarpus* türlerinin başlangıç büyüme dönemlerinde radikula ve hipokotil biyokütle değerlerinde artan tuzlulukla birlikte azalma eğilimleri sergilenmiştir (Bayuelo-Jimenez ve ark., 2002). NaCl ve CaCl₂ ilaveleriyle oluşturulan, elektriksel iletkenlik değerleri 1.9-11.5 dSm⁻¹ arasında değişen tuz çözeltilerinde inkübasyona alınan *Oryza sativa*'da en düşük tuzluluk uygulaması olan 1.9 dSm⁻¹'de dahi fide büyümesi azalırken, 3.4 dSm⁻¹ ve daha yüksek elektriksel iletkenlik değerlerinde fide hayatta kalımlarında da azalışlardan bahsedilmiştir (Zeng ve Shannon, 2000). MgSO₄, Na₂SO₄, NaCl ve CaCl₂ ilaveleriyle sağlanan, elektriksel iletkenlik değerleri 3-19 dSm⁻¹ arasında değişen tuzluluk stresi etkilerine maruz bırakılan *Triticum aestivum*'da bitki taze ve kuru ağırlıkları, bitki boyu ve yaprak alanı 7 dSm⁻¹'de gelişen bitkilerde kontrol grup özelliklerinden farklılaşma eğilimleri göstermezken, bu başlangıcın ötesindeki elektriksel iletkenlik değerlerinde bitki büyümesi süratle kötüye gitmiştir (Wilson ve ark., 2002). NaCl, CaCl₂ ve MgSO₄ ilaveleriyle oluşturulan, elektriksel iletkenlik değerleri 2.6-20.1 dSm⁻¹ arasında değişen tuzluluk stresi *Vigna unguiculata* fideciklerinde yaprak alanı, yaprak kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlıklarında düşüslere neden olurken (Wilson ve ark., 2006), nispeten tuza hassas ve nispeten tuza dayanıklı olarak tanımlanan iki ayrı *L. esculentum* genotipi ile yapılan bir başka araştırmada, NaCl uygulamaları (80 mM) hassas genotipin büyümesini % 30 ve % 70 nispi nem düzeylerinde % 34 ve % 21 düzeylerine kadar azaltabilmiştir (An ve ark., 2005). Na⁺, K⁺, Ca²⁺ ve Mg²⁺'un klorür ve sülfat tuzlarından oluşan, elektriksel iletkenlik değerleri 4.1-12.2 dSm⁻¹ arasında değişen tuzluluk, bir çalışmada *Acacia catechu* fideciklerinin başlangıç büyüme dönemlerinde değerlendirildiğinde, gövde ve kök uzaması artan tuz stresiyle geciktirilirken (Ramoliya ve ark., 2004), aynı tuzluluk stresi 5.1-13.3 dSm⁻¹ elektriksel iletkenlik değerlerinde *Prosopis cineraria* başlangıç büyüme dönemlerinde değerlendirildiğinde de benzer bulgularla karşılaşılmıştır (Ramoliya ve ark., 2006).

Prasad ve arkadaşlarının çalışmalarında (1998), tuz uygulanmış *Artemisia annua*'da tuzluluk stresi artarken, bitki boyları azaldığı halde, gövdeye nispetle yaprak oranı genellikle artışlar göstermiş, tuzluluk stresinin 6.0 dSm⁻¹'e artışı ile vegetatif verimde anlamlı şekillerde artarken, tuzluluktaki daha öte artışların ise verimi azalttığı bildirilmiştir. Yüksek düzeylerde çözünebilir tuzların ve özellikle kök bölgesindeki yüksek magnezyumun *Lactuca sativa* fideciklerinde kök büyümesi için inhibitör olduğu kaydedilirken (Montgomery ve Wien, 2004), 20-50 molm⁻³'in üzerindeki CaCl₂ konsantrasyonlarının da *Gossypium hirsutum* büyümesi için inhibitör olduğu belirlenmiştir (Gorham ve Bridges, 1995). *Sporobolus ioclados*'da NaCl tipi tuz stresi sürgün kuru ağırlıklarını, sürgün taze ağırlıklarını, sürgün ve kök uzunluklarını ve yaprak sayılarını indirgerken, dokuların su ve osmotik potansiyelleri ile bitkilerin basınç potansiyelleri de

tuzluluktaki artışlarla azalma eğilimleri sergilemiştir (Gulzar ve ark., 2005). Yüksek substrat tuzluluğuna (0.301-16.499 g/l) maruz bırakılan *Aster laurentianus*'ta, tuzluluk toplam bitki biyokütlesini kök, gövde ve yaprak kütesini olumsuz yönde etkileyerek azaltmıştır (Houle ve ark., 2001). 6 farklı *L. esculentum* genotipinin başlangıç büyüme dönemlerinde artan tuz konsantrasyonlarının (0.7-10 mS/cm) etkilerini belirlemeye yönelik bir araştırmada, tuz konsantrasyonu artışlarıyla fide boyu, gövde kuru ve yaş ağırlıkları, kök kuru ve yaş ağırlıklarında düşüsler kaydedilmiş, ancak tuz konsantrasyonu artışlarına koşut olarak fideciklerin kök boylarında anlamlı herhangi bir değişimden bahsedilmemiştir (Yıldız ve ark., 2002). Tuza toleransı farklı 2 ayrı *Poa pratensis* genotipi ile yapılan çalışmada ise, tuzluluğun (2.2-14.2 dSm⁻¹) toplam kök kütesini kontrole nispetle hassas genotipte yaklaşık % 55, tolerant genotipte ise % 45 düzeylerine kadar azaltabildiği ispatlanmıştır (Qian ve ark., 2001).

Bizim çalışmamızda da, *L. esculentum* cv. 11D-230 fidecikleri Ca(NO₃)₂ ve MgSO₄ tipi tuz stresi altında inkübasyona alındıklarında, *L. esculentum* cv. H-2274 fidecikleri MgSO₄ tipi tuzluluk etkilerine maruz bırakıldıklarında, hipokotil gelişimlerinde tuzun toksik etkilerine derhal tanık olunmuştur. Nitekim bu serilerde en yüksek değerlerle temsil edilen hipokotil boyu ortalama uzunlukları daima kontrol gruplarda elde edilmiştir. Kontrol grup değerlerinin istatistiksel anlamda diğer tüm serilerden farklı olduğu görülmüştür. Uygulanan Ca(NO₃)₂ ve MgSO₄ tipi tuz stresi *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde, Ca(NO₃)₂ tipi tuz stresi *L. esculentum* cv. 11D-230 fideciklerinde ana kök gelişimlerinin de derhal inhibisyonuyla sonuçlanmıştır. Nitekim bu serilerde de en yüksek değerleri veren ana kök gelişimleri kontrol gruplarda elde edilmiştir. 11D-230 fidecikleri MgSO₄ tipi tuz stresi altında inkübasyona alındıklarında, benzer inhibisyonlar 200 ppm MgSO₄ konsantrasyonuyla başlamıştır. 5, 20 ve 50 ppm MgSO₄ konsantrasyonlarındaki ana kök gelişimleri ise kontrol grup özelliklerinden belirgin farklılıklar sergileyememiştir. Çalışmamızda, Ca(NO₃)₂ tipi tuzluluğun hiçbir derişimde lateral kök gelişimlerini teşvik edici özellikleri yoktur. Her iki genotipte de lateral kök gelişimlerinde Ca(NO₃)₂ tipi tuzluluğun toksik etkilerine tanık olunmuştur. Ancak bu etkiler 11D-230 genotipinde daha da dikkat çekicidir. Çünkü inceleme kapsamına alınan en düşük tuz konsantrasyonu dahi (5 ppm Ca(NO₃)₂) fideciklerin lateral kök gelişimlerinde belirgin bir inhibisyonla sonuçlanmıştır. Bu genotipte en yüksek değerlerle temsil edilen lateral kök gelişimleri kontrol grubunda elde edilmiştir. Kontrol grup değeri Ca(NO₃)₂ uygulanan diğer tüm serilerden istatistiksel olarak farklıdır. *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinin ise düşük Ca(NO₃)₂ konsantrasyonlarına (5, 20 ve 50 ppm) daha toleranslı davranabildiği görülmüştür. Nitekim bu konsantrasyonlarda kontrol grup özelliklerinden farklı bir özellikle karşılaşılmazken, aynı genotipin lateral kök gelişimlerinde kontrole göre istatistiksel değeri olan

düşüşler 200 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonuyla başlamıştır.

Bir görüşe göre, tuzlu topraklar her biri bitkilerin başlangıç büyümesi üzerinde farklı bir etkiye sahip olabilen çözünebilir tuz bileşenlerinin birçok tipini içerebilirken, bu tuz bileşenleri arasında Ca^{+2} hem başlangıç büyümedeki hem de sonraki gelişim evrelerinde diğer tuzların toksik etkilerini dikkate değer ölçüde hafifletebilme ve bitkilerin tuzluluğa tepkilerini önemli ölçüde etkileyebilme özelliklerinden dolayı kayda değer olmakta (Tobe ve ark., 2003, 2004), bazı çalışmalarda ise tuzluluğun bitki gelişiminin uyarımını işaret eden görünüşleriyle de karşılaşılabilmektedir. Nitekim Egan ve arkadaşlarının çalışmalarında, -0.75, -1.0, -1.5 MPa osmotik potansiyelli NaCl, KCl, Na_2SO_4 ve K_2SO_4 çözeltilerinde başlangıç büyüme dönemlerinde inkübasyona alınan *Atriplex prostrata*'da sürgün uzunlukları sadece en düşük osmotik potansiyel olan -1.5 MPa'da indirgenmiştir (Egan, ve ark., 1997). Bose ve Mishra'nın çalışmalarında, *Brassica juncea*'nın iki ayrı genotipine ait tohumlar $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ve MgSO_4 tipi tuzluluğun etkilerine (5-10 mM) 24 saat boyunca maruz bırakıldıktan sonra ekildiklerinde, bitki uzama büyümesi magnezyum tuzlarının ilavesiyle iyileştirilirken, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 'ın ele alınan tüm parametreler için çok daha tepkisel olduğu belirtilmiştir (Bose ve Mishra, 2001). Artan MgSO_4 tuzluluğunda (324 ve 1284 kg ha⁻¹) *Phaseolus vulgaris*'te bitki boyu, toplam kuru madde ağırlığı, kuru madde ağırlığı: foliar alan oranlarının kontrol gruplardan daha yüksek olduğu belirlenirken, MgSO_4 'ın bitki büyümesini foliar alan ve kuru madde üretimlerini arttırmak suretiyle ve kuru ağırlık: foliar alan oranları yoluyla etkilediği kanısına varılmıştır (Oliveira ve ark., 2000). İki ayrı *Triticum aestivum* genotipinin başlangıç büyüme dönemlerinde farklı Na^{+1} ve Ca^{+2} tuzlarının (0.02-0.32 molL⁻¹ NaCl, NaNO_3 , Na_2SO_4 , NaHCO_3 , Na_2CO_3 , CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) etkilerini inceleyen bir araştırmada da farklı tuzlara koleoptil ve kök dokularının farklı şekillerde hassas olduğu görülmüş, kuraklığa daha fazla dayanıklı genotipin kök büyümesi için Na_2SO_4 ve CaCl_2 'e, kuraklığa daha az dayanıklı genotipin koleoptil büyümesi için NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ve NaHCO_3 'e çok daha toleranslı davranabildiği saptanmıştır (Mozafar ve Goodin, 1986). Bizim çalışmamızda da, 5 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonu *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinin hipokotil gelişimlerinde artışlara neden olmuştur. Bu genotipte en yüksek hipokotil boyu ortalama uzunluklarına da 5 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonuyla ulaşılmıştır. 20 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonunda da 5 ppm değerine benzer hipokotil gelişimleri izlenmiştir. Ancak 500 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonuyla birlikte hipokotil gelişimlerinde tuzun sadece toksik etkileri söz konusudur. Çalışmamızda düşük MgSO_4 konsantrasyonlarının lateral kök gelişimlerini teşvik edici özellikleri saptanmıştır. Nitekim 5 ppm MgSO_4 konsantrasyonu *L. esculentum* cv. H-2274'ün lateral kök gelişimlerinde kontrole göre artışlar oluşturmuştur. 20 ppm MgSO_4

konsantrasyonundaki lateral kök gelişimleri de kontrolden yüksektir. 50 ve 200 ppm'lerde ise kontrole benzer lateral kök gelişimleri izlenmiştir. 5 ppm MgSO_4 konsantrasyonu inceleme kapsamına alınan diğer genotipin lateral kök gelişimlerinde de artışlara neden olmuştur. Ancak bu konsantrasyon değerindeki artışlar bu kez kontrole göre anlamlılık vermemiştir. Artışlar 20 ppm MgSO_4 konsantrasyonuyla istatistiksel değer taşımaktadır. 50 ppm MgSO_4 konsantrasyonundaki lateral kök gelişimlerinin kontrolden iyi, 200 ppm MgSO_4 konsantrasyonundaki lateral kök gelişimlerinin kontrole benzer olduğu görülmüştür. Ancak 500 ppm MgSO_4 konsantrasyonuyla birlikte fideciklerin lateral kök gelişimlerinde tuzun yine sadece toksik etkilerinden bahsetmek mümkündür.

Türkmen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2002), artan NaCl konsantrasyonlarının (25-100 mmol) *L. esculentum* cv. H-2274'ün kotiledon uzunluğu ve genişliğine olan etkileri çok önemli olarak nitelendirilirken, kalsiyum konsantrasyonlarının (100, 200, 400 mg/kg Ca^{+2} içeren CaSO_4) aynı parametrelerdeki etkileri önemsiz olarak değerlendirilmiştir. NaCl ve CaCl_2 'ün eşdeğer miktarlarının ilavesiyle elde edilen, elektriksel iletkenlik değerleri 2.3-3.6 dSm⁻¹ olan tuz çözeltilerinde inkübasyona alınan *L. esculentum*'da tuzluluk bitkilerin toplam yaprak alanını etkilemiş, ancak etkisi şiddetli görülmemiş ve zamanla azalmıştır (Katerji ve ark., 1998). NaCl tipi tuz stresi altında (4.0-12.0 dSm⁻¹) *Vigna radiata* genotiplerinde, bitki başına düşen toplam fotosentetik yaprak alanı genotipler arasında en az % 63, en fazla % 82 düzeylerinde azalma eğilimleri gösterirken (Ahmad ve ark., 2005), NaCl, CaCl_2 , MgSO_4 ilaveleriyle elde edilen osmotik potansiyelleri -0.075, -0.82 MPa arasında değişen tuzluluk *Vigna unguiculata* fideciklerinde de yaprak alanı ve yaprak kuru ağırlıklarını anlamlı şekillerde azaltma eğilimleri sergilemiştir (Wilson ve ark., 2006). Na^{+1} , K^{+1} , Ca^{+2} ve Mg^{+2} 'un klorür ve sülfat tuzlarının oluşturduğu stres 4.1, 6.3, 8.2, 10.1, 12.2 dSm⁻¹ elektriksel iletkenlik değerlerinde *Acacia catechu* tohumlarında (Ramoliya ve ark., 2004), 5.1, 7.2, 9.3, 11.5, 13.3 dSm⁻¹ elektriksel iletkenlik değerlerinde *Prosopis cineraria* tohumlarında (Ramoliya ve ark., 2006) çimlenme ve başlangıç büyüme dönemlerinde değerlendirildiğinde, bitki organları içinde özellikle yapraklar kuru kütle üretimlerindeki maksimum azalmalarla dikkati çekerlerken, *Persea americana*'da da NaCl tipi tuz stresi altında (4 mM Na^{+} ve 6 mM Cl^{-} ile 18 mM Na^{+} ve 20 mM Cl^{-}) inceleme kapsamına alınan yedi vegetatif klonun dördünde her bir dal için kümülatif yaprak taze ağırlığı, yaprak uzunluğu ve yaprak alanı üretimleri tuz stresi yoluyla indirgenmiştir (Bernstein ve ark., 2001). 50 farklı *Sesamum indicum* genotipinin CaCl_2 tipi tuzluluğa toleransını (0.5-7.0 dSm⁻¹) inceleyen bir araştırmada, ekimden sonraki 45 gün içinde kuru madde üretimleri için, 90 gün içinde yaprak alanı üretimleri için yüksek derecede anlamlı etkilerden bahsedilmiş (Ramirez ve ark., 2005), bir *L. sheesmanii*

ve üç *L. esculentum* genotipi kökler düzeyinde dört ayrı seviyede tuz stresi (0, 50, 100 ve 200 mM NaCl) etkilerine maruz bırakıldıklarında ise tuz konsantrasyonu artışlarıyla koşut olarak yaprak epinastisinde artışlar kaydedilmiştir (İklil ve ark., 2000). Bizim çalışmamızda *L. esculentum* cv. 11D-230 fideciklerinde, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tipi tuzluluğun inceleme kapsamına alınan hiçbir konsantrasyon değeri için kotiledon gelişimlerini teşvik edici özellikleri yoktur. Nitekim bu genotipte en yüksek değerlerle temsil edilen kotiledon boyu ortalama uzunlukları kontrol grubunda elde edilmiştir. Kontrol grup değerinin inceleme kapsamına alınan ve $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulanan diğer tüm serilerden farklı olduğu görülmüştür. Kotiledon eni ortalama uzunluklarında ise 5 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonu ile izlenen düşüş kontrole göre istatistiksel değer taşımamaktadır. Ancak inceleme kapsamına alınan ve $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulanan diğer tüm konsantrasyon serilerinde tuzun toksik etkilerine tanık olunmuştur. Çalışmamızda artan konsantrasyonlarda $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulanan *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde de en yüksek değerleri veren kotiledon boyu ortalama uzunlukları kontrol grubunda elde edilmiştir. Ancak 5 ve 20 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonlarındaki düşüşlerin bu kez kontrole göre istatistiksel önem taşımadığı, 5 ve 20 ppm değerlerinin kontrol grup değerine benzer olduğu görülmüştür. Daha yüksek tuz konsantrasyonlarında ve özellikle 2000 ppm'den itibaren de kotiledon boyu ortalama uzunluklarında çok belirgin ve düzenli düşüşler vardır. 5 ppm MgSO_4 konsantrasyonu kontrole göre önemli bir değişim oluşturamazken, 20 ve 50 ppm MgSO_4 konsantrasyonlarının 11D-230 fideciklerinin kotiledon gelişimlerini teşvik edici özellikleri saptanmıştır. Nitekim en yüksek kotiledon boyu ve eni ortalama uzunlukları da bu konsantrasyon değerlerinde elde edilmiştir. Daha yüksek konsantrasyon değerlerinde genç fidecik kotiledon gelişimlerinde tuzun sadece toksik etkileri söz konusudur. İnceleme kapsamına alınan diğer genotipte MgSO_4 tipi tuzluluğun 5000 ppm'e kadar olan konsantrasyon serilerinde kotiledon gelişimleri üzerinde herhangi bir toksik etkisi görülmemiştir. Aksine 5, 20 ve 50 ppm MgSO_4 konsantrasyonlarının kotiledon gelişimlerini teşvik edici özellikleri vardır. 5000 ppm MgSO_4 konsantrasyonunda kotiledon açılma frekans pozitifliği sıfırdır. Diğer konsantrasyon serilerinde ise kontrol grup özelliklerinden farklı bir özellikte karşılaşılmamıştır.

Vegetatif büyüme evreleri esnasındaki tuz toleransını, $0.5-20 \text{ dSm}^{-1}$ elektriksel iletkenlik değerlerine sahip tuz çözeltilerinde, çimlenme ve vegetatif büyüme evrelerinde tuza dayanıklı ve tüm gelişimsel evrelerde tuza hassas olarak tanımlanan 2 ayrı *L. esculentum* genotipi ile bunların F_1 ve F_2 generasyonlarında inceleyen bir çalışmada, tüm generasyonlarda sürgün büyümesi tuz stresiyle azalırken, en dikkat çekici azalmalar (% 56.1) hassas genotipte, daha sonra dayanıklı genotipte (% 32.3) izlenmiş, en hafif azalmalara F_1 generasyonunda (%

27.4) rastlanırken (Foolad, 1996), bu genetik materyallerde çimlenme ve vegetatif büyüme evrelerindeki tuz toleransının farklı mekanizmalarla kontrol edildiği sonucuna varılmıştır (Foolad ve Lin, 1997). NaCl ve CaCl_2 tipi tuz stresi altında ($0.05-27.0 \text{ dSm}^{-1}$) 12 farklı *Hordeum vulgare* genotipini çimlenme ve başlangıç büyüme evrelerinde tuz toleransı açısından değerlendiren bir çalışmada, ele alınan tüm parametrelerde genotipler düzeyinde büyük varyasyonlara tanık olduğu bildirilmiştir (Othman ve ark., 2006). Elkoca ve arkadaşları (2003), NaCl tipi tuz stresi altında çimlenme ve çıkış özellikleri açısından değerlendirme kapsamına aldıkları 95 farklı *Phaseolus vulgaris* genotipi arasında tuzluluğa dayanıklı genotiplerin ıslahı için gerekli olan potansiyel genetik varyasyonu belirlediklerini kaydetmekte, Ahmad ve arkadaşları (2005), NaCl tipi tuz stresi altında ($4.0, 8.0$ ve 12.0 dSm^{-1}) 4 ayrı *Vigna radiata* genotipini tuzluluk toleransı açısından değerlendiren çalışmalarında, tohum çimlenme oranlarında ve çimlenme sonrası fide hayatta kalımlarında, tuz hasarı semptomlarında önemli genotipik farklılıklar gözlediklerini bildirmekte, Wilson ve arkadaşları (2006), NaCl, CaCl_2 ve MgSO_4 tipi tuzluluk etkilerine maruz bırakılan 12 farklı *Vigna unguiculata* genotipinde yaprak alanı ve yaprak kuru ağırlıkları parametrelerinde anlamlı tuz x genotip interaksiyonlarından bahsetmektedirler. Bağcı ve arkadaşları (2003) *Hordeum vulgare*'de, Kaya ve arkadaşları (2003) *Carthamus tinctorius*'ta, Qian ve arkadaşları (2001) *Poa pratensis*'te tuzluluk stresiyle yönelik olarak yaptıkları çalışmalarda genotip faktörü üzerinde hassasiyetle durmaktadırlar. Bizim çalışmamızda da *L. esculentum* genotipleri MgSO_4 tipi tuz stresi altında ele alınan tüm morfolojik parametrelerde önemli genotipik farklılıklar sergilemişlerdir. Buna karşın artan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tuzluluğunda hipokotil ve kotiledon gelişimlerinde genotipler düzeyinde saptanan değişimler istatistiksel anlamda bir genetik varyabiliteye işaret edebilecek düzeylerde değildir.

Sonuç olarak, çalışmamızda *L. esculentum* cv. 11D-230 fideciklerinde $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ve MgSO_4 tipi, *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde ise MgSO_4 tipi tuz stresi altında, inceleme kapsamına alınan tüm konsantrasyon değerleri için hipokotil gelişimlerinde tuzun sadece toksik etkilerinden bahsetmek mümkündür. Her ne kadar 5 ve 20 ppm gibi düşük konsantrasyon değerleri için $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tipi tuzluluğun H-2274 fideciklerinin hipokotil gelişimlerini teşvik edici özellikleri saptansa da, 500 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonu ile birlikte hipokotil gelişimlerinde tuzun yine sadece toksik etkileri söz konusudur. Çalışmamızda $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tipi tuzluluğun hiçbir derişimde lateral kök gelişimlerini teşvik edici etkileri gözlenmediği gibi, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ve MgSO_4 tipi tuz stresi *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tipi tuz stresi *L. esculentum* cv. 11D-230 fideciklerinde değerlendirme kapsamına alınan tüm konsantrasyon serileri için ana kök gelişimlerinin de derhal

inhibisyonuyla sonuçlanmıştır. MgSO₄ tipi tuzluluğun 500 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile birlikte her iki genotipin lateral kök gelişimlerinde, 200 ppm MgSO₄ konsantrasyonu ile birlikte *L. esculentum* cv. 11D-230'un ana kök gelişimlerinde de sadece toksik etkileri söz konusudur. Çalışmamızda Ca(NO₃)₂ tipi tuzluluğun inceleme kapsamına alınan hiçbir konsantrasyon değeri için, 11D-230 fideciklerinde kotiledon gelişimlerini teşvik edici özellikleri belirlenmemiştir. H-2274 fideciklerinde ise 5 ve 20 ppm Ca(NO₃)₂ konsantrasyonlarındaki düşüşlerin kontrole göre istatistiksel değer taşımadığı görülmüş, ancak daha yüksek tuz konsantrasyonlarında ve özellikle 2000 ppm'den itibaren de kotiledon boyu ortalama uzunluklarında tuzun yine sadece toksik etkilerine tanık olunmuştur.

Her ne kadar 5 ve 20 ppm gibi düşük MgSO₄ konsantrasyonlarının *L. esculentum* cv. H-2274'de, 20 ve 50 ppm MgSO₄ konsantrasyonlarının *L. esculentum* cv. 11D-230'da lateral kök gelişimlerini teşvik edici özellikleri belirlense de, 20 ve 50 ppm MgSO₄ konsantrasyonlarının *L. esculentum* cv. 11D-230 fideciklerinin, 5, 20 ve 50 ppm MgSO₄ konsantrasyonlarının *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinin kotiledon gelişimlerini teşvik edici özellikleri saptansa da, tüm bulgularımız birlikte, bir bütünlük içinde değerlendirildiğinde, literatürde özellikle Na⁺ katyonu kaynaklı tuzluluğa karşı orta derecede tolerant olarak tanımlanan (Cuartero ve Munoz, 1999; Katerji ve ark., 1998) *Lycopersicon esculentum*'un bizim inceleme kapsamına aldığımız genotiplerinin genç fidecik evrelerinde Ca(NO₃)₂ ve MgSO₄ tipi tuzluluğa tolerant olamadıkları, aksine her iki genotipin de başlangıç büyüme dönemlerinde bizim ele aldığımız büyüme parametreleri açısından tuza olağanüstü duyarlı oldukları görülmüştür. *Lycopersicon esculentum*'un bizim inceleme kapsamına aldığımız iki genotipinin başlangıç büyüme dönemlerinde Ca(NO₃)₂ ve MgSO₄ tipi tuzluluğa karşı orta derecede tolerant olarak tanımlanamayacakları sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamızın istatistiksel analiz ve yorumlarının yapılmasındaki çok değerli katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Selma Metintaş'a ve çalışmamızın araştırma materyalini teşkil eden bitki tohumlarını temin ettiğimiz Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsüne şükranlarımızı sunarız.

KAYNAKLAR

Ahmad, S., Wahid, A., Rasul, E., Wahid, A. 2005. Comparative Morphological and Physiological Responses of Green Gram Genotypes to Salinity Applied at Different Growth Stages. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 46: 135-142.

Alam, S., Imamul-Hug, S.M., Kawai, S., Islam, A. 2002. Effects of Applying Calcium Salts to Coastal Saline Soils on Growth and Mineral Nutrition of Rice Varieties. Journal of Plant Nutrition, 25 (3): 561-576.

An, P., Inanaga, S., Li, X.J., Eneji, A.E., Zhu, N.W. 2005. Interactive Effects of Salinity and Air Humidity on Two Tomato Cultivars Differing in Salt Tolerance. Journal of Plant Nutrition, 28 (3): 459-473.

Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S. 2004. Bitki Biyoteknolojisi, Doku Kültürü ve Uygulamaları, Selçuk Üniversitesi, Konya, 374s.

Bağcı, S.A., Ekiz, H., Yılmaz, A. 2003. Determination of the Salt Tolerance of Some Barley Genotypes and the Characteristics Affecting Tolerance. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27 (5): 253-260.

Başaran, D. 1990. Bitki Doku Kültürü. Dicle Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Yayın No: 14, Diyarbakır, 208s.

Bayuelo-Jimenez, J.S., Craig, R., Lynch, J.P. 2002. Salinity Tolerance of *Phaseolus* Species During Germination and Early Seedling Growth. Crop Science, 42: 1584-1594.

Bernstein, N., Ioffe, M., Zilberstaine, M. 2001. Salt Stress Effects on Avacado Rootstock Growth. 1.Establishing Criteria for Determination of Shoot Growth Sensitivity to the Stress. Plant and Soil, 233: 1-11.

Bose, B., Mishra, T. 2001. Effect of Seed Treatment with Magnesium Salts on Growth and Chemical Attributes of Mustard. Indian Journal of Plant Physiology, 6 (4): 431-434.

Cuartero, J., Munoz, R.F. 1999. Tomato and Salinity. Scientia Horticulturae, 78: 83-125.

Egan, T.P., Ungar, I.A., Meekins, J.F. 1997. The Effect of Different Salts of Sodium and Potassium on the Germination of *Atriplex prostrata* (*Chenopodiaceae*). Journal of Plant Nutrition, 20 (12): 1723-1730.

Elkoca, E., Kantar, F., Güvenç, İ. 2003. Değişik NaCl Konsantrasyonlarının Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Çimlenme ve Fide Gelişmesine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (1): 1-8.

Foolad, M.R. 1996. Genetic Analysis of Salt Tolerance During Vegetative Growth in Tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Plant Breeding, 115 (4): 245-250.

Foolad, M.R., Lin, G.Y. 1997. Absence of a Genetic Relationship Between Salt Tolerance During Seed Germination and Vegetative Growth in Tomato. Plant Breeding, 116 (4): 363-367.

Gorham, J., Bridges, J. 1995. Effects of Calcium on Growth and Leaf Ion Concentrations of *Gossypium hirsutum* Grown in Saline Culture. Plant and Soil, 176 (2): 219-227.

Grover, A., Kapoor, A., Lakshmi, O.S., Agarwal, S., Sahi, C., Agarwal, S.K., Agarwal, M., Dubey H. 2001. Understanding Molecular Alphabets of the Plant Abiotic Stress Responses. Current Science, 80 (2): 206-216.

Gulzar, S., Khan, M.A., Ungar, I.A., Liu, X. 2005. Influence of Salinity on Growth and Osmotic Relations of *Sporobolus ioclados*. Pakistan Journal of Botany, 37 (1): 119-129.

- Günay, A., Okur, B. 1999. Sera Toprağı. Ege Üniversitesi, Bergama Meslek Yüksek Okulu, Yayın No: 1, İzmir, 92s.
- Gürel, A., Avcıoğlu, R. 2004. Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi. (Bitki Biyoteknolojisi, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, Selçuk Üniversitesi, Konya: Ed. Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M.) 288-326.
- Houle, G., Morel, L., Reynolds, C.E., Siegel, J. 2001. The Effect of Salinity on Different Developmental Stages of an Endemic Annual Plant, *Aster laurentianus* (Asteraceae). American Journal of Botany, 88 (1): 62-67.
- İklil, Y., Karrou, M., Benichou, M. 2000. Salt Stress on Epinasty in Relation to Ethylene Production and Water Relations in Tomato. Agronomie, 20: 399-406.
- Iqbal, M.Z., Yasmin, N., Shafiq, M. 2002. Salt Tolerance Variation in Some Common Trees. Acta Botanica Hungarica, 44 (1-2): 67-74.
- Katerji, N., Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastroilli, M. 1998. Response of Tomatoes A Crop of Indeterminate Growth to Soil Salinity. Agricultural Water Management, 38: 59-68.
- Kaya, M.D., İpek, A., Öztürk, A. 2003. Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27 (4): 221-227.
- Montgomery, J.A., Wien, H.C. 2004. Evaluation of Solid Artificial Media on Lettuce Seedling Germination and Growth. ASGSB Annual Meeting Abstracts, 28.
- Mozafar, A., Goodin, J.R. 1986. Salt Tolerance of Two Differently Drought Tolerant Wheat Genotypes During Germination and Early Seedling Growth. Plant and Soil, 96 (3): 303-316.
- Munns, R. 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. Plant, Cell and Environment, 25 (2): 239-250.
- Munns, R. 2005. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. New Phytologist, 167 (3): 645-663.
- Oliveira, I.P., Asher, C.J., Edwards, D.G., Santos, R.S.M. 2000. Magnesium Sulphate and the Development of the Common Bean Cultivated in An Ultisol of Northeast Australia. Scientia Agricola, 57 (1): 153-157.
- Othman, Y., Karaki, G., Tawaha, A.R., Horani, A. 2006. Variation in Germination and Ion Uptake in Barley Genotypes Under Salinity Conditions. World Journal of Agricultural Sciences, 2 (1): 11-15.
- Prasad, A., Kumar, D., Anwar, M., Singh, D.V., Jain, D.C. 1998. Response of *Artemisia annua* L. to Soil Salinity. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 5 (2): 49-55.
- Qian, Y.L., Wilhelm, S.J., Marcum, K.B. 2001. Comparative Responses of Two Kentucky Bluegrass Cultivars to Salinity Stress. Crop Science, 41: 1895-1900.
- Ramirez, R., Gutierrez, D., Villafane, R., Lizaso, J.I. 2005. Salt Tolerance of Sesame Genotypes at Germination, Vegetative and Saturity Stages. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36 (17-18): 2405-2419.
- Ramoliya, P.J., Patel, H.M., Joshi, J.B., Pandey, A.N. 2006. Effect of Salinization of Soil on Growth and Nutrient Accumulation in Seedlings of *Prosopis cineraria*. Journal of Plant Nutrition, 29 (2): 283-303.
- Ramoliya, P.J., Patel, H.M., Pandey, A.N. 2004. Effect of Salinization of Soil on Growth and Macro and Micro Nutrient Accumulation in Seedlings of *Acacia catechu* (Mimosaceae). Annals of Applied Biology, 144 (3): 321-332.
- Sosa, L., Llanes, A., Reinoso, H., Reginato, M., Luna, V. 2005. Osmotic and Specific Ion Effects on the Germination of *Prosopis strombulifera*. Annals of Botany, 96: 261-267.
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2003. Türkiye Toprak Su Kaynakları ve Çölleşme. Ankara, 285s.
- Tobe, K., Li, X., Omasa, K. 2004. Effects of Five Different Salts on Seed Germination and Seedling Growth of *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae). Seed Science Research, 14: 345-353.
- Tobe, K., Zhang, L., Omasa, K. 2003. Alleviatory Effects of Calcium on the Toxicity of Sodium, Potassium and Magnesium Chlorides to Seed Germination in Three Non Halophytes. Seed Science Research, 13: 47-54.
- Türkmen, Ö., Şensoy, S., Erdal, İ., Kabay, T. 2002. Kalsiyum Uygulamalarının Tuzlu Fide Yetiştirme Ortamlarında Domateste Çıkış ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (2): 53-57.
- Van Zandt, P.A., Tobler, M.A., Mouton, E., Hasenstein, K.H., Mopper, S. 2003. Positive and Negative Consequences of Salinity Stress for the Growth and Reproduction of the Clonal Plant *Iris hexagona*. Journal of Ecology, 91: 837-846.
- Wilson, C., Liu, X., Lesch, S.M., Suarez, D.L. 2006. Growth Response of Major U.S. Cowpea Cultivars. 1. Biomass Accumulation and Salt Tolerance. Hort. Science, 41 (1): 225-230.
- Wilson, C., Read, J.J., Abo-Kassem, E. 2002. Effect of Mixed Salt Salinity on Growth and Ion Relations of A Quinoa and Wheat Variety. Journal of Plant Nutrition, 25 (12): 2689-2704.
- Yıldız, Y., Bozokalfa, M.K., Turhan, K. 2002. Bazı Sanayi Domatesi Çeşitlerinin Fide Döneminde Tuza Dayanıklılığı ve Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Fide Gelişimine Etkisi. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 17-20 Eylül, Bursa.
- Zeng, L., Shannon, M.C. 2000. Salinity Effects on Seedling Growth and Yield Components of Rice. Crop Science, 40: 996-1003.