

Tuza Toleransı Farklı İki Kültür Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Makromorfolojik Parametreler Üzerine Na₂CO₃ Tipi Tuz Stresi Etkileri

Öznur KESER¹, Güler ÇOLAK^{2*}, Necmettin CANER³

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Yüksek Lisans Mezununu,

² Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

³ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü

Özet

Fotoperiyodik indüksiyon altında ve karanlık şartlarda tuza orta derecede tolerant ve hassas olarak tanımlanan iki farklı kültür bitkisinin (*Lycopersicon esculentum* Mill. ve *Raphanus sativus* L.) çimlenme ve ilk fide büyüme evrelerindeki bazı fizyolojik ve makromorfolojik parametreler üzerine Na₂CO₃ tipi tuz stresi etkilerini incelemeyi amaçlayan çalışmada, fotoperiyot şartlarında *L. esculentum* Mill. cv. H-2274'de 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonundan itibaren fideliklerin hipokotil boyu ortalama uzunluklarında düşüşler gözlenirken, *R. sativus* L. cv. 8TR-17-8TR-18 hipokotillerinde en fazla gelişme kontrol grupla sağlandı. Fotoperiyot şartlarında *L. esculentum* Mill. cv. H-2274 fideliklerinin kök boyu ortalama uzunluklarında 500 ppm, *R. sativus* L. cv. 8TR-17 fideliklerinin kök boyu ortalama uzunluklarında 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarından itibaren düşüşler saptanırken, *R. sativus* L. cv. 8TR-18'de en yüksek kök boyu ortalama uzunluklarına kontrol grupla ulaşıldı. Fotoperiyot ve karanlık uygulamalarında *R. sativus* L. cv. 8TR-17 ve 8TR-18'de, karanlık uygulamalarında *L. esculentum* Mill. cv. H-2274'de 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında fideliklerde lateral kök gelişimleri olmadı.

Anahtar Kelimeler: Tuz stresi, Na₂CO₃, *L. esculentum* Mill., *R. sativus* L.

Effects of Na₂CO₃ Type Salt Stress on Some Physiological and Macromorphological Parameters of Two Different Culture Plants Which Have Different Salt Tolerant

Abstract

The aim of this study is to examine effects of Na₂CO₃ type salt stress on some physiological and macromorphological parameters during germinating and first seedling growth phases of two different culture plants (*Lycopersicon esculentum* Mill. and *Raphanus sativus* L.) which are defined as moderately tolerant and sensitive to salt under photoperiodic induction and dark conditions. While mean hypocotyl lengths of seedlings of *L. esculentum* Mill. cv. H-2274 decreased starting from 2000 ppm Na₂CO₃ concentration under photoperiod conditions, maximum progress in *R. sativus* L. cv. 8TR-17-8TR-18 hypocotyls was attained by the control group. While decreases were observed in mean root lengths of *L. esculentum* Mill. cv. H-2274 seedlings starting from 500 ppm and of *R. sativus* L. cv. 8TR-17 seedlings starting from 200 ppm Na₂CO₃ concentrations under photoperiod conditions, the highest average root lengths were obtained in *R. sativus* L. cv. 8TR-18 by the control group. No lateral root development of seedlings occurred with *R. sativus* L. cv. 8TR-17 and 8TR-18 in photoperiod and dark applications, and with *L. esculentum* Mill. cv. H-2274 in 2000 and 5000 ppm Na₂CO₃ concentrations.

Keywords: Salt stress, Na₂CO₃, *L. esculentum* Mill., *R. sativus* L.

* Sorumlu Yazar: Güler ÇOLAK, gcolak@ogu.edu.tr, Tel: (222) 2291718

1. Giriş

Çoğunlukla doğal proseslerden yada zayıf drenaj şartları altında tuzlu sulama suları ile ürünlerin sulanmasından kaynaklanabilen aşırı toprak tuzluluğu [1], toprakta sodyum, kalsiyum ve magnezyum tuzlarının klorürler, sülfatlar ve karbonatlar halinde birikimi olarak tanımlanmakta [2], eğer esansiyel olan yada olmayan mineral tuzlar toprakta aşırı miktarlarda mevcutsa bu durumun bitkiler için tuz stresi ile sonuçlanabileceği ifade edilmektedir [3].

Su alınımını engelleyen osmotik potansiyeller yaratmak suretiyle yada spesifik iyonların toksik etkileri yoluyla özellikle bitkilerin çimlenme ve başlangıç büyümesi üzerinde etkili olan ve çevresel abiyotik stres şartları içinde değerlendirilen tuzluluk dünyanın her yerinde toprak ve ürün verimliliği üzerinde olumsuz etkileri olan bir stres faktörü olarak bildirilse de [4], özellikle toprak tuz içeriğinin doğal olarak yüksek ve yağışların filtrasyon için yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde çok daha kritik bir öneme sahiptir [5]. Modern tarımsal tekniklerin gelişimi tuz stresini tarımın belli başlı en büyük problemlerinden biri haline getirmiştir [6]. Nitekim günümüzde tuz stresi dünyanın birçok verimli bölgesinde tarımın geleceği açısından önemli bir tehdit olarak değerlendirilmekte, özellikle Avustralya ve Pakistan gibi ülkelerde tuzluluk halen ulusal bir sorun olarak kabul edilmektedir [7]. Örneğin, Munns ve arkadaşları'nın bir çalışmalarında, ANRA 2001 (Australian Natural Resources Atlas, 2001) raporlarına dayanılarak, 2050 yılına kadar Avustralya'da 17 milyon hektar alanın tuzlanabileceğine veya tuzluluk riski altına girebileceğine işaret edilmektedir ki, bu boyuttaki bir yüzölçümü Avustralya'nın tarıma uygun karasal alanlarının üçte birini temsil etmekte [8], Türkiye, Portekiz, İspanya ve İsrail'in ortaklaşa yürüttükleri bir araştırmanın Türkiye bölümünü gerçekleştiren Aksoy ve arkadaşları'nın çalışmalarında da Akdeniz kuşağında deniz sularının yeraltı sularına girişimi, bizim ülkemiz için de geçerli büyük bir çevre sorunu olarak vurgulanmakta, bu yüzden de ülkemizde özellikle kıyı bölgelerde bazı bitki türlerinin üretiminin tuzluluk tehdidi altında olduğu bildirilmektedir [9]. Bunun yanı sıra özellikle bilinçsiz sulamanın beraberinde getirdiği tuzlanma olgusunun GAP bölgesi için de mutlaka kritik bir sorun olarak değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmekte ve ülkemizde yaklaşık olarak 1.5 milyon hektar tuzlu veya tuzlu-alkali arazi (hafif tuzlu 615000 hektar, tuzlu 505000 hektar, hafif tuzlu-alkali 126000 ve tuzlu alkali 265000 hektar) varlığından bahsedilmektedir [10-12].

Değişik çalışmalarda süratle artan toprak tuzluluğunun yol açtığı tuz stresinin bitki büyüme ve ürün verimliliği üzerinde çok çeşitli olabilen etkilerinden, hem toprak altı hem de toprak üstü dokuların tuzdan etkilenemediğinden bahsedilmektedir [13,14]. Oniki farklı *Vigna unguiculata* genotipinin büyüme tepkilerini inceleyen bir çalışmada, 2.6-20.1 dSm⁻¹ arasında değişen tuzluluğun bitkilerde yaprak alanı, yaprak kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığını anlamlı şekilde azalttığı bildirilmiştir [15]. Bir çalışmada, sulama suyu tuzluluğunun domates verimini önemli ölçüde etkilediği görülmüş, özellikle tuzluluğun yüksek olduğu 8.39-8.80 dSm⁻¹ elektriksel iletkenlik değerine sahip grup ile kontrol grubu oluşturan 1.15-1.41 dSm⁻¹ elektriksel iletkenlik değerine sahip sulama suları arasındaki verim farklılıklarının % 30'lara kadar ulaşabildiği kaydedilmiştir [16]. Pamuk ve buğday bitkilerinde tolerans sınırları üzerindeki tuzluluk değerlerinin bitkilerin nispi verimlerinde azalmalara neden olduğu belirtilmiş, 9.2 dSm⁻¹ elektriksel iletkenlik değeri toplam pamuk ve buğday verimlerini sırasıyla % 7.8 ve % 13.5 düzeylerinde azaltırken, toplam verim azalmaları 13.4 dSm⁻¹

elektriksel iletkenlik değerinde pamuk için % 29.6, buğday için % 35.4 düzeylerinde gerçekleşmiştir [17]. Tohum çimlenme evresi süresince 12 farklı *Hordeum vulgare* genotipini farklı konsantrasyonlarda ve farklı elektriksel iletkenlik değerlerine sahip solüsyonlarda tuz toleransı açısından değerlendiren bir çalışmada, tohum çimlenmesi tuz seviyelerinin artışıyla birlikte anlamlı olarak azalmış, çimlenme yüzdeleri açısından tuzluluğa gösterilen reaksiyonlarda genotipler düzeyinde büyük varyasyonlar gözlemlendiği de bildirilmiştir [18]. *Vigna radiata* genotiplerini tuzluluk toleransı açısından değerlendiren bir başka çalışmada, tüm genotiplerin çimlenme sonrası fide hayatta kalımları tuz stresi yoluyla azalmış, vegetatif ve reproduktif evrelerde yapraklar ve gövdeler üzerinde tuz hasarı semptomları kaydedilmiştir [13]. Bizim araştırmamızda ise ülkemiz için tarımsal değeri büyük olan ve tuza orta derecede dayanıklı ve hassas olarak tanımlanan [19] 2 farklı kültür bitkisinin, bitkinin toplam hayat döngüsü içinde tuzluluğa en hassas dönem olarak tanımlanan [20,21] çimlenme ve ilk fide büyüme evrelerindeki bazı fizyolojik ve makromorfolojik parametreler üzerine tuzlu, tuzlu-alkali toprakların önemli tuz bileşenlerinden biri olan Na₂CO₃'ün etkilerini araştırmak, bitkilerin Na₂CO₃ tipi tuzluluğa karşı olan hassasiyet veya toleranslarındaki varyasyonu genotipler düzeyinde ortaya koymak amaçlanmıştır. Bizim yapmış olduğumuz incelemelerde özellikle kültür bitkilerinde Na₂CO₃ tipi tuz stresi etkilerini belirlemeye yönelik sadece birkaç araştırmaya rastlanmıştır. Tüm dünya geneli ve ülkemiz topraklarında tarımsal üretim yapılan alanlarda ve özellikle örtü altı sebze yetiştiriciliğinde toprak tuzluluğunun giderek artan oranlarda kritik bir problem oluşturması [22,23] olgusu da dikkate alındığında, Na₂CO₃ tipi tuz stresini tuza toleransı farklı ve tarımsal önemi büyük olan iki ayrı kültür bitkisinde, tuza en hassas olunan dönemde ve genotipler düzeyinde ele alınan bitkilerde Na⁺ katyonu kaynaklı tuzluluk stresine yönelik çalışmalara bir katkı yapabileceğini düşündük.

2. Materyal ve metodlar

Çalışmanın araştırma materyalini *Solanaceae* familyası üyelerinden olan ve tuza orta derecede tolerant olarak tanımlanan *Lycopersicon esculentum* Mill. (domates) ve *Brassicaceae* (*Cruciferae*) familyası üyelerinden olan ve tuza hassas olarak tanımlanan [19] *Raphanus sativus* L. (turp) oluşturdu. Çalışmanın araştırma materyalini teşkil eden bütün bitki genotiplerine ait tohumlar (*L. esculentum* Mill. cv. H-2274, *R. sativus* L. cv. 8TR-17 ve 8TR-18) Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edildi.

Çalışmanın başlangıcında bitki tohumları öncelikle uzun süreli musluk suyunda yıkandılar, daha sonra bir seri yüzeysel sterilizasyon işlemlerine maruz bırakıldılar. Bitki tohumlarının sterilizasyonu için standart doku kültürleri prosedürlerinde izlenen ve önerilen teknikler [24,25] modifiye edilerek uygulandı. Bu amaçla bitki tohumları öncelikle % 96'lık etil alkolde 1 dakika süreyle bekletilip, daha sonra % 5'lik sodyum hipoklorit çözeltileri içerisine alındılar. Sterilizasyon çözeltileri içerisinde bekletilme süresi domates tohumları için 30-35 dakika, turp tohumları için 20-25 dakika arasında değişti. Sterilizasyon süreleri sona eren bitki tohumları 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 ekildiler. Çalışmada her genotip ve her uygulama için 50'şerli gruplar halinde 400'er adet tohumun ekimi sağlandı. Ancak inkübasyon süreleri sona erdiğinde, her genotip ve her uygulama için tamamen tesadüfi olarak seçilen 50'şerli gruplar halinde toplam 200'er adet tohum, fotoperiyot ve karanlık

uygulamaları bünyesinde değerlendirme kapsamına alındı. Çalışmada araştırma materyalini teşkil eden bitki tohumlarına, Na₂CO₃ 7 farklı konsantrasyonda uygulandı. Bu konsantrasyonlar 5, 20, 50, 200, 500, 2000 ve 5000 ppm şeklinde idi. Ayrıca bütün serilerde bir de kontrol grup bulunduruldu. Kontrol grubu oluşturan bitki tohumlarına araştırma süresince yalnızca steril saf su verildi (0 ppm). Böylelikle her bir seri için toplam 8 farklı uygulama gerçekleştirilmiş oldu. Sterilizasyon ve ekim işlemleri tamamlanan bitki tohumlarında iki farklı inkübasyon ortamı tercih edildi. Bunun için aynı genotipe ait olan ve her bir konsantrasyon serisi için 50'şerli gruplar halinde 400'er adet olarak ekimi yapılan tohumların yarısı 25±1 °C sıcaklığı olan bir kültür odasında 16 saat ışık, 8 saat karanlık şeklinde düzenlenen bir fotoperiyodik indüksiyona maruz bırakıldılar. Burada petri kapları düzeyindeki ışık şiddetinin 11000±100 lüks civarında olmasına özen gösterildi. Aynı genotipe ait olan ve aynı deneysel işlemlerden geçen bitki tohumlarının diğer yarısı ise 25 °C sıcaklığı olan bir etüvde karanlık şartlarda inkübasyona alındılar.

On ikişer gün olarak tespit edilen inkübasyon süreleri sonunda tohumlarda öncelikle çimlenme oranları açısından bir değerlendirme yapıldı. Çimlenme 12 günlük inkübasyon süresi boyunca her 24 saatte bir kaydedildi. Bu aşamada tohumun testasından radikulanın kendini göstermesini Başaran [26] ve Önder [27] gibi biz de çimlenmenin başlangıcı için yeterli kriter olarak değerlendirdik. Sonraki aşamada çimlenen tohumlarda kotiledon açılma frekans pozitifliği belirlendi. Fideciklerin kökçük, hipokotil ve kotiledonları kesilerek birbirlerinden izole edildi. Her bir serideki gelişme gösteren fideciklerin kök boyu, hipokotil boyu, kotiledon eni ve kotiledon boyu uzunlukları kaydedildi. Fideciklerin köklerindeki lateral kök sayıları belirlendi. Kökçük, hipokotil ve kotiledonlarda makromorfolojik gözlemler gerçekleştirildi. Ancak tek bir petrideki işlemler uzun sürdüğü için, 12 günlük inkübasyon süreleri sona erdiğinde çalışılacak diğer petriler buzdolabında +4 °C'de muhafaza edildi.

Çimlenme oranlarını belirlemeye yönelik fizyolojik çalışmalarda istatistiksel bir değerlendirme yapabilmek için, çeşitli konsantrasyon değerlerindeki çimlenme sayılarına kontenjans tabloları yapılarak, non-parametrik testlerden X² testi uygulandı. Makromorfolojik gözlemler için verilerin değerlendirilmesi bilgisayarda SPSS paket programında yapıldı. Ortalamalar, standart hatalar ve yüzdelik değerler hesaplandı. Grupların karşılaştırılmasında istatistiki testlerden ANOVA tek yönlü varyans analizi ve Student's t testi uygulandı.

3. Bulgular

3.1. Çimlenme deneyleri

Fotoperiyodik indüksiyona maruz bırakılan *L. esculentum* cv. H-2274 tohumlarının çimlenme özelliklerine artan konsantrasyonlarda uygulanan Na₂CO₃'ün etkileri incelendiğinde, tohumların çimlenme oranlarında 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan anlamlı düşüşün 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda belirginleştiği görüldü. 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda ise çimlenme gerçekleşmedi. Karanlık şartlarda inkübasyona alınan tohumların çimlenme oranlarında 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan anlamlı düşüş özellikle 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda daha da belirginleşti. Bu genotipte 2000 ppm ve daha yüksek Na₂CO₃ uygulamalarına tohumların karanlık şartlarda daha toleranslı davranması dikkat çekiciydi. Fotoperiyodik indüksiyon altında *R. sativus* cv. 8TR-17 tohumlarında en

yüksek çimlenme oranları kontrol grup ve 5 ppm Na₂CO₃ uygulanan serilerde elde edildi. Tohumların çimlenme oranlarında 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan anlamlı düşüşün daha yüksek konsantrasyonlarda da belirginleşerek devam ettiği görüldü. Aynı genotipin karanlık uygulanan serilerinde en yüksek çimlenme oranlarına 20 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla ulaşılırken, fotoperyot serilerinde izlenene benzer nitelikteki anlamlı düşüşler 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başladı. 2000 ppm'de çimlenme oranlarındaki düşüşün derecesi dikkat çekici iken, 5000 ppm'de tohumlarda çimlenme görülmedi. Fotoperyodik indüksiyona maruz bırakılan *R. sativus* cv. 8TR-18 tohumlarının çimlenme oranlarında sadece 2000 ve özellikle 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında izlenen düşüşlerin istatistiki açıdan farklı olduğu tespit edildi. Kontrol grup dahil tuz uygulanan diğer tüm serilerde elde edilen değerler benzerdi. Aynı genotipin tohumları karanlık şartlarda inkübasyona alındığında da sadece 2000 ve özellikle 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında saptanan düşüşlerin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlendi (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. *L. esculentum* cv. H-2274, *R. sativus* cv. 8TR-17 ve *R. sativus* cv. 8TR-18 tohumlarında artan Na₂CO₃ konsantrasyonlarına bağlı olarak çimlenme oranları.

Na ₂ CO ₃	<i>L. esculentum</i> cv. H-2274 Çimlenme Oranları		<i>R. sativus</i> cv. 8TR-17 Çimlenme Oranları		<i>R. sativus</i> cv. 8TR-18 Çimlenme Oranları	
	Fotoperyot	Karanlık	Fotoperyot	Karanlık	Fotoperyot	Karanlık
0 ppm	90	97	90	47	88	71
5 ppm	97	94	90	43	89	61
20 ppm	87	95	78	55	79	61
50 ppm	96	96	78	40	75	69
200 ppm	85	95	76	38	81	54
500 ppm	84	88	49	29	84	68
2000 ppm	32	75	32	17	47	43
5000 ppm	0	26	23	0	33	23
İstatistiki Analiz	x ² = 432.864 p= 0.000	x ² = 294.85 p= 0.000	x ² = 210.329 p= 0.000	x ² = 99.105; p= 0.000	x ² = 147.520 p= 0.000	x ² = 75.154 p= 0.000

3.2. Morfometrik gözlemler

Çalışmamızda fotoperyodik indüksiyona maruz bırakılan *L. esculentum* cv. H-2274 fidecikleri 5 ve 20 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında kontrol grup özelliklerine benzer hipokotil gelişimleri sergilediler. 50 ve 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında belirgin ve istatistiki anlamlılık veren artışlar gerçekleşti ve 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile serinin en yüksek hipokotil boyu ortalama uzunluklarına ulaşıldı. 200 ppm değeri inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden farklı idi. 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda elde edilen hipokotil boyu ortalama uzunlukları da kontrol grup değerinden anlamlı farklılıklar yaratacak kadar yüksekti. 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonundaki anlamlı düşüşle elde edilen ortalama değer ise inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden farklı olduğu görüldü. Karanlık şartlarda inkübasyona alınan fideciklerin 5 ppm Na₂CO₃ uygulanan serilerinde kontrol grup değerine benzer bir ortalama değer tespit edildi. 20 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonundaki anlamlı yükselişle serinin en yüksek hipokotil boyu ortalama uzunlukları elde edildi. 20 ve 50 ppm değerleri istatistiki açıdan benzerdi. Fideciklerin hipokotil boyu ortalama uzunluklarında 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile başlayan anlamlı düşüş daha yüksek konsantrasyonlarda da belirginleşerek devam etti. Ancak kontrole göre anlamlı farklılık yaratacak düşüşler 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başladı (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde artan Na₂CO₃ konsantrasyonlarına bağlı olarak hipokotil ve ana kök gelişimleri (cm).

Na ₂ CO ₃	Hipokotil Boyu Ortalama Uzunluğu		Kök Boyu Ortalama Uzunluğu	
	Fotoperyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması	Fotoperyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması
0 ppm	1,2605±0,036	2,9714±0,098	3,4442±0,288	3,1755±0,170
5 ppm	1,3052±0,037	2,9106±0,093	3,7866±0,192	3,6032±0,171
20 ppm	1,2448±0,040	3,2768±0,106	2,7149±0,138	3,9105±0,194
50 ppm	1,4156±0,020	3,2115±0,097	3,4729±0,174	3,5677±0,195
200 ppm	1,5976±0,048	2,9126±0,126	3,3659±0,207	2,5158±0,158
500 ppm	1,4012±0,027	2,4636±0,100	1,5310±0,098	2,0034±0,119
2000 ppm	1,0687±0,052	0,9573±0,041	1,8594±0,173	0,3133±0,016
5000 ppm		0,3346±0,041		0,2231±0,024
İstatistiki Analiz	F= 15,378; p < 0.001	F= 72,580; p < 0.001	F= 17,934; p < 0.001	F= 57,434; p < 0.001

Fotoperyot uygulanan *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinin ana kök gelişimlerinde 5, 50 ve 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında kontrol grup değerine benzer değerler elde edildi. 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan anlamlı düşüş 2000 ppm'de de benzer bir ortalama değerle devam etti. Bu seride 20 ppm değeri düzensiz düşme eğilimi olarak değerlendirildi. 5, 20 ve 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında karanlık şartlarda inkübasyona alınan fideciklerin kök boyu ortalama uzunluklarında kontrol grup değerinden yüksek ortalama değerler elde edildi. Ancak 5 ve 50 ppm'lerdeki artışlar kontrole göre istatistiki anlamlılık vermedi. Kök boyu ortalama uzunluklarında 200 ppm'de başlayan anlamlı düşüş daha yüksek konsantrasyonlarda da belirginleşerek devam etti (Tablo 2.1).

Fotoperyodik indüksiyon altındaki *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde 5 ve 20 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında elde edilen kotiledon boyu ortalama uzunlukları kontrol grup değerine benzerdi. 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonundaki anlamlı artışla serinin en yüksek kotiledon boyu ortalama uzunluklarına ulaşıldı. 200 ve 500 ppm değerlerinin de 50 ppm değerine benzer olduğu görüldü. Fideciklerin kotiledon boyu ortalama uzunluklarında 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda izlenen anlamlı düşüşle de inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden farklı bir ortalama değer elde edildi (Tablo 2.2). Aynı genotip karanlık şartlarda inkübasyona alındığında, 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında kotiledon açılma frekans pozitifliği sıfırdı. Diğer konsantrasyon serilerinde ise çok anlamlı değişimler izlenemedi (F= 2,049; p= 0,047).

Fotoperyodik indüksiyon altında fideciklerde en yüksek değerlerle temsil edilen kotiledon eni ortalama uzunlukları 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda elde edildi. 50 ppm değeri inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden farklı idi. İstatistiki açıdan 20, 200 ve 500 ppm değerleri kontrol grup değerine benzerdi. 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonundaki anlamlı azalışla da serinin en düşük kotiledon eni ortalama uzunlukları elde edildi (Tablo 2.2). Karanlık şartlarda artan Na₂CO₃ konsantrasyonları fideciklerin kotiledon eni ortalama uzunluklarında anlamlı değişimler oluşturamadı (F= 1,857; p= 0,074).

Tablo 2.2. *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde artan Na₂CO₃ konsantrasyonlarına bağlı olarak kotiledon (cm) ve lateral kök gelişimleri (adet).

Na ₂ CO ₃	Kotiledon Boyu		Lateral Kök Sayısı	
	Fotoperyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması	Fotoperyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması
0 ppm	0,6430±0,039	0,1512±0,010	2,8140±0,2036	0,2653±0,062
5 ppm	0,7309±0,043	0,1814±0,011	2,9588±0,1955	0,6277±0,100
20 ppm	0,6379±0,044	0,1402±0,010	1,2069±0,2194	0,4000±0,121
50 ppm	0,8688±0,023	0,2083±0,006	3,6042±0,1888	0,5000±0,081
200 ppm	0,7776±0,041	0,1729±0,010	2,2235±0,2321	0,5053±0,088
500 ppm	0,7845±0,034	0,1750±0,008	2,4286±0,2249	0,2386±0,063
2000 ppm	0,4656±0,059	0,1063±0,015	0,5313±0,1904	
5000 ppm				
İstatistiki Analiz	F= 7,694; p < 0.001	F= 8,250; p < 0.001	F= 18,559; p < 0.001	F= 5,898; p < 0.001

Fotoperyodik indüksiyona maruz bırakılan *L. esculentum* cv. H-2274'ün 5 ppm Na₂CO₃ uygulanan serilerinde kontrol grup özelliklerine benzer lateral kök gelişimleri elde edildi. 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda serinin en yüksek ortalamasını veren lateral kök gelişimleri izlendi. 50 ppm değeri inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden farklı idi. Fideciklerin lateral kök gelişimlerinde 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan düşüş 500 ppm'de de benzer bir ortalama değerle devam etti. 2000 ppm'deki düşüşün derecesi ise dikkat çekiciydi. Bu seride 20 ppm değeri düzensiz düşme eğilimi olarak değerlendirildi. Karanlık şartlarda en yüksek değerleri veren lateral kök gelişimlerine 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla ulaşıldı. 20, 50 ve 200 ppm değerleri istatistiki olarak benzer ve yine kontrolden yüksek ortalama değerlerdi. 500 ppm'de anlamlı bir düşüşle karşılaşıldı. 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında ise lateral kök gelişimleri olmadı (Tablo 2.2).

Tablo 2.3. *R. sativus* cv. 8TR-17 fideciklerinde artan Na₂CO₃ konsantrasyonlarına bağlı olarak hipokotil ve ana kök gelişimleri (cm).

Na ₂ CO ₃	Hipokotil Boyu Ortalama Uzunluğu		Kök Boyu Ortalama Uzunluğu	
	Fotoperyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması	Fotoperyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması
0 ppm	1,7130±0,074	1,6522±0,099	2,2623±0,170	1,1022±0,091
5 ppm	1,4344±0,070	1,9023±0,092	2,0467±0,186	1,1698±0,124
20 ppm	1,4923±0,082	1,8600±0,119	2,3436±0,221	1,1655±0,135
50 ppm	1,5372±0,096	1,4150±0,096	2,3628±0,223	0,9500±0,099
200 ppm	1,1684±0,061	1,5079±0,118	1,4289±0,150	0,9605±0,127
500 ppm	1,2163±0,077	1,5379±0,134	1,1490±0,098	0,6759±0,108
2000 ppm	0,9188±0,068	1,5824±0,159	0,7813±0,054	0,7235±0,106
5000 ppm	0,6826±0,082		0,6000±0,056	
İstatistiki Analiz	F= 11,672; p < 0,001	F= 2,781; p = 0,012	F= 9,858; p < 0,001	F= 2,237; p = 0,040

Fotoperyot uygulanan *R. sativus* cv. 8TR-17 fideciklerinin hipokotil gelişimlerine artan Na₂CO₃ konsantrasyonlarının etkileri incelendiğinde, en fazla gelişme kontrol grupta tespit edildi. 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda kontrole göre istatistiki anlamlılık veren bir düşme belirlendi. 20 ve 50 ppm değerlerinin de 5 ppm değerine benzediği görüldü. Hipokotil boyu ortalama uzunluklarında özellikle 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan, 500 ppm'de de benzer değerlerle devam eden düşüşler dikkat çekiciydi. 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında ise çok daha düşük

ortalama değerler elde edildi. Karanlık uygulanan fidiciklerin hipokotil boyu ortalama uzunluklarında 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla sağlanan artış kontrole göre istatistiki anlamlılık vermezken, 20 ppm değerinin de 5 ppm değerine benzediği görüldü. Hipokotil boyu ortalama uzunluklarında 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile anlamlı bir düşüş başladı. 5000 ppm'e kadar olan diğer konsantrasyon serilerinde 50 ppm değerine benzer değerler elde edilirken, 5000 ppm'de çimlenme gerçekleşmediği için hipokotil gelişimleri de değerlendirilemedi (Tablo 2.3).

Ana kök gelişimleri açısından yapılan incelemelerde 5, 20 ve 50 ppm değerlerinin kontrol grup değerine benzer olduğu görüldü. Kök boyu ortalama uzunluklarında 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan düşüşler özellikle 2000 ve 5000 ppm'lerde belirginleşti. Aynı genotip karanlık şartlarda inkübasyona alındığında, 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla sağlanan artış kontrole göre istatistiki anlamlılık vermezken, 20, 50 ve 200 ppm değerlerinin de 5 ppm değerine benzediği görüldü. Fidiciklerin kök boyu ortalama uzunluklarında 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan anlamlı düşüş 2000 ppm'de de benzer bir ortalama değerle devam etti (Tablo 2.3).

5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile *R. sativus* cv. 8TR-17 fidiciklerinde serinin en yüksek değerlerini veren kotiledon boyu ortalama uzunlukları elde edildi. 2000 ppm'e kadar olan diğer tüm konsantrasyon serileriyle elde edilen değerlerin kontrol grup değerine ve birbirine benzer olduğu görüldü. 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonundan itibaren de fidiciklerin kotiledon boyu ortalama uzunluklarında düşüşler başladı. Kotiledon eni ortalama uzunlukları açısından yapılan değerlendirmelerde, sadece 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda elde edilen düşüşün kontrol grup değerinden anlamlı farklılık yarattığı görüldü. Na₂CO₃ uygulanan diğer tüm serilerde elde edilen değerler kontrol grup değerine benzerdi (Tablo 2.4). Karanlık şartlarda Na₂CO₃ uygulamaları fidiciklerin kotiledon gelişimlerinde anlamlı değişimler oluşturamadı (kotiledon boyu ve eni ortalama uzunlukları için sırasıyla: F= 1,581; p= 0,153 ve F= 1,395; p= 0,217).

Tablo 2.4. *R. sativus* cv. 8TR-17 fidiciklerinde artan Na₂CO₃ konsantrasyonlarına bağlı olarak kotiledon (cm) ve lateral kök gelişimleri (adet).

Na ₂ CO ₃	Kotiledon Boyu	Kotiledon Eni	Lateral Kök Sayısı	
	Fotoperyot Uygulaması	Fotoperyot Uygulaması	Fotoperyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması
0 ppm	0,3409±0,013	0,6513±0,024	6,3636±0,8176	2,0000±0,3919
5 ppm	0,3756±0,008	0,6700±0,016	4,8333±0,9608	1,4186±0,2789
20 ppm	0,3558±0,012	0,6635±0,025	5,2692±0,9043	0,9636±0,2770
50 ppm	0,3635±0,011	0,6596±0,020	5,5513±0,9087	0,7000±0,2242
200 ppm	0,3480±0,010	0,6355±0,018	1,7763±0,4439	0,3947±0,1868
500 ppm	0,3592±0,018	0,6969±0,029	1,2449±0,3344	
2000 ppm	0,2938±0,017	0,5781±0,030		
5000 ppm	0,2435±0,031	0,4761±0,058		
İstatistiki Analiz	F= 6,231; p < 0,001	F= 4,089; p < 0,001	F= 7,614; p < 0,001	F= 6,188; p < 0,001

Fotoperyodik indüksiyon altında *R. sativus* cv. 8TR-17'de en yüksek değerleri veren lateral kök gelişimlerine kontrol grupla ulaşıldı, ancak 5, 20 ve 50 ppm değerlerinin de kontrol grup değerine benzediği görüldü. Fidiciklerin lateral kök gelişimlerinde 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan hızlı düşüş, 500 ppm'de de devam etti. 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında fidiciklerde lateral kök gelişimleri olmadı.

R. sativus cv. 8TR-17 karanlık şartlarda inkübasyona alındığında da en yüksek değerleri veren lateral kök gelişimleri kontrol grupla elde edildi. Her ne kadar 5 ppm'deki düşüş istatistiki anlamlılık vermese de daha yüksek konsantrasyonlarda kontrole göre düzenli düşüşler söz konusuydu. 500 ppm'den itibaren de fideliklerde lateral kök gelişimleri olmadı (Tablo 2.4).

R. sativus cv. 8TR-18'de Na₂CO₃ uygulamalarının hipokotil gelişimlerine olan etkileri incelendiğinde, fotoperyodik indüksiyon altında en yüksek hipokotil boyu ortalama uzunluklarına kontrol grup ile ulaşıldığı tespit edildi. İnceleme kapsamına alınan seriler içinde yalnızca 5 ppm değerindeki düşüş kontrole göre istatistiki anlamlılık vermedi. Karanlık şartlarda en yüksek hipokotil boyu ortalama uzunluklarının kontrol grup ile elde edildiği görüldü. Bu kez kontrol grup değeri tuz uygulanan diğer tüm serilerden farklı idi (Tablo 2.5).

Fotoperyodik indüksiyona maruz bırakılan *R. sativus* cv. 8TR-18'de en yüksek kök boyu ortalama uzunluklarına kontrol grupla ulaşıldı. Ancak 5 ve 20 ppm değerleri de kontrol grup değerine benzerdi. Fideliklerin kök boyu ortalama uzunluklarında 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile başlayan hızlı düşüş 2000 ppm'e kadar devam etti. 5000 ppm değeri de istatistiki açıdan 2000 ppm değerine benzerdi. Karanlık şartlarda da en yüksek kök boyu ortalama uzunlukları kontrol grupla elde edildi. 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda anlamlı bir düşüş belirlendi. İstatistiki açıdan 2000 ppm'e kadar olan Na₂CO₃ konsantrasyonlarıyla elde edilen ortalama değerler 5 ppm değerine benzerdi. 2000 ppm'de yeniden başlayan anlamlı düşüş 5000 ppm'de de benzer bir ortalama değerle devam etti (Tablo 2.5).

Tablo 2.5. *R. sativus* cv. 8TR-18 fideliklerinde artan Na₂CO₃ konsantrasyonlarına bağlı olarak hipokotil ve ana kök gelişimleri (cm).

Na ₂ CO ₃	Hipokotil Boyu Ortalama Uzunluğu		Kök Boyu Ortalama Uzunluğu	
	Fotoperyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması	Fotoperyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması
0 ppm	2,0426±0,091	2,1042±0,084	2,9564±0,180	1,2125±0,099
5 ppm	1,9591±0,088	1,4410±0,078	2,8091±0,198	0,8754±0,068
20 ppm	1,7949±0,090	1,5033±0,080	2,6962±0,164	0,9180±0,076
50 ppm	1,7867±0,083	1,4786±0,076	2,0933±0,126	1,0486±0,094
200 ppm	1,7037±0,079	1,3074±0,076	1,6753±0,132	0,7519±0,078
500 ppm	1,6202±0,074	1,7221±0,075	1,6583±0,116	0,8235±0,063
2000 ppm	0,8872±0,053	1,2256±0,079	0,5447±0,035	0,5698±0,064
5000 ppm	0,7576±0,064	1,1130±0,112	0,6485±0,046	0,4348±0,044
İstatistiki Analiz	F= 20,912; p < 0,001	F= 14,014; p < 0,001	F= 27,717; p < 0,001	F= 7,190; p < 0,001

R. sativus cv. 8TR-18 fideliklerinin kotiledon boyu ortalama uzunluklarının 200, 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonları dışındaki tüm serilerde kontrol grup değerine benzer olduğu görüldü. Kotiledon boyu ortalama uzunluklarında 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile başlayan anlamlı düşüşler 5000 ppm'de de devam etti. Karanlık şartlarda 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile sağlanan hafif düşüşün kontrole göre istatistiki anlamlılık vermediği görüldü. 5000 ppm'e kadar olan diğer konsantrasyon serilerinde elde edilen değerler de 5 ppm değerine benzerdi. 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonundaki anlamlı azalışla serinin en düşük kotiledon boyu ortalama uzunlukları elde edilirken, 5000 ppm değerinin inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden farklı olduğu görüldü (Tablo 2.6).

R. sativus cv. 8TR-18 fideciklerinin kotiledon eni ortalama uzunluklarına artan konsantrasyonlarda uygulanan Na₂CO₃ in etkileri değerlendirildiğinde, fotoperiyodik indüksiyon altında yalnızca 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda elde edilen düşüşün kontrol grup değerinden farklı olduğu belirlendi. Tuz uygulanan diğer tüm serilerde elde edilen değerler kontrol grup değerine ve birbirine benzerdi. Karanlık şartlarda 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla elde edilen hafif düşüşün kontrole göre anlamlı farklılık yaratmadığı görüldü. İstatistiki açıdan 5000 ppm'e kadar olan diğer serilerle elde edilen değerler de 5 ppm değerine benzerdi. Fotoperiyot serilerinde olduğu gibi bu grupta da 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda sağlanan düşüşün derecesi dikkat çekiciydi (Tablo 2.6).

Tablo 2.6. *R. sativus* L. cv. 8TR-18 fideciklerinde artan Na₂CO₃ konsantrasyonlarına bağlı olarak kotiledon (cm) ve lateral kök gelişimleri (adet).

Na ₂ CO ₃	Kotiledon Boyu		Kotiledon Eni		Lateral Kök Sayısı	
	Fotoperiyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması	Fotoperiyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması	Fotoperiyot Uygulaması	Karanlık Uygulaması
0 ppm	0,4000±0,012	0,3514±0,009	0,7404±0,019	0,5292±0,011	10,8404±1,013	0,6667±0,176
5 ppm	0,3705±0,012	0,3344±0,013	0,7267±0,023	0,5115±0,017	6,1705±0,733	0,2623±0,114
20 ppm	0,3715±0,012	0,3082±0,016	0,7196±0,022	0,4721±0,025	6,3038±0,793	0,4918±0,127
50 ppm	0,3720±0,013	0,3186±0,017	0,7233±0,022	0,4743±0,025	3,8933±0,512	0,7714±0,173
200 ppm	0,3469±0,012	0,3352±0,013	0,6821±0,024	0,5000±0,019	2,6543±0,426	0,3333±0,115
500 ppm	0,4101±0,019	0,3368±0,011	0,7506±0,032	0,5426±0,015	5,6667±0,707	0,2206±0,069
2000 ppm	0,3085±0,017	0,3558±0,019	0,7096±0,119	0,4953±0,026		
5000 ppm	0,2788±0,019	0,2522±0,038	0,4818±0,029	0,4043±0,059		
İstatistiki Analiz	F= 6,766; p < 0,001	F= 2,624; p = 0,012	F= 3,064; p = 0,004	F= 2,640; p = 0,011	F= 21,303; p < 0,001	F= 3,980; p < 0,001

Fotoperiyodik indüksiyon altında *R. sativus* cv. 8TR-18'de en yüksek değerleri veren lateral kök gelişimleri kontrol grupla elde edildi. Kontrol grup değeri inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden farklı idi. 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında fideciklerde lateral kök gelişimleri olmadı. Karanlık şartlarda en yüksek değerleri veren lateral kök gelişimleri 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla sağlanırken, kontrol grup ve 20 ppm değerlerinin de 50 ppm değerine benzer olduğu görüldü. Lateral kök gelişimlerinde 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonuyla başlayan düşüşler, 500 ppm'de de devam etti. Daha yüksek Na₂CO₃ konsantrasyonlarında fideciklerde lateral kök gelişimleri gözlenmedi. Bu seride 5 ppm değeri düzensiz düşme eğilimi olarak değerlendirildi. (Tablo 2.6).

4. Tartışma

Toprakta çok fazla mineraller mevcut olduğu zaman toprak tuzlu olarak nitelendirilir ve eğer bu tuzlar toksik seviyelerde ise bitki büyümesinin sınırlandırılmış olabileceği düşünülür [28]. Tuzların çimlenme ve bu fizyolojik sürece ilişkin özelliklerde de, yüksek tuz konsantrasyonlarının toprak çözeltilisinde yaratmış olduğu olağanüstü yüksek osmotik basınç ve bunun doğal sonucu olan fizyolojik kuraklık etkileri nedeniyle bazı genotiplerde osmotik, bazı genotiplerde ise toksik olabilen etkileri bildirilmekte [29], toprakta yüksek milimolar konsantrasyonlarda sodyum da çoğu yüksek bitki türü için toksik olarak değerlendirilmektedir [30]. Nitekim farklı NaCl konsantrasyonları içeren

besin çözeltilerinde 8 farklı *Hordeum vulgare* genotipinin tuza toleranslarındaki genetik varyasyonlar ve toleransı etkileyen özellikleri belirlemeye yönelik bir çalışmada, tohumların çimlenme yüzdeleri 216.6 ve 314.5 mM NaCl uygulamalarında şiddetle azalmış, 314.5 mM NaCl konsantrasyonunda inceleme kapsamına alınan bir genotipte hiç çimlenme gözlenmediği bildirilmiştir [31].

Elkoca ve arkadaşlarının bir çalışmalarında *Phaseolus vulgaris*'in toplam 95 farklı genotipinin tohumları NaCl'ün değişik osmotik potansiyele sahip solüsyonlarında ve karanlıkta çimlendirme denemelerine alındığında, genotiplerin çimlenme yüzdeleri tuz konsantrasyonlarındaki artışlarla birlikte azalmış, kontrol uygulamasında (0.0 MPa) % 94.1 olan çimlenme yüzdesi, -0.9 MPa'da % 73.2'ye, -1.5 MPa'da ise % 26.9'a düşmüştür [32]. Çimlenme ve genç fide dönemlerindeki 9 farklı buğday genotipinin tuza toleranslarını saptamak amacıyla, sera şartlarında farklı tuz konsantrasyonlarında yapılan bir çalışmada, kontrol uygulamasında ortalama % 94.4 olarak tespit edilen sürme gücü değeri tuz konsantrasyonlarının artışına koşut olarak elektriksel iletkenlik değeri 16 mmhos/cm olan tuz konsantrasyonunda % 64.26'ya, 24 mmhos/cm olan tuz konsantrasyonunda ise % 29.55'e gerilemiştir [33]. 5 farklı sulama suyu tuzluluk seviyesi, 3 farklı sodyum adsorbsiyon oranı ve 3 değişik Ca: Mg oranı değerlerine sahip sulama sularının *Spinacia oleracea*'nın çimlenme ve verimlilik düzeylerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, sulama suyu tuzluluğunun artması tohumların çimlenme yüzdelerinin azalmasına neden olmuş, topraktaki sodyum ve magnezyum miktarları arttıkça çimlenen tohum sayılarının da azaldığı bildirilmiştir [34]. Prado ve arkadaşları'nın, *Chenopodium quinoa* tohumlarının çimlenme karakterleri üzerine NaCl tipi tuz stresi etkilerini inceledikleri çalışmalarında da, tuzlu ortamda çimlenme sadece % 14 düzeylerinde gerçekleşirken, aynı süre içinde kontrol grupta maksimum çimlenmeye (% 87) ulaşılmıştır [35]. Tobe ve arkadaşları bir çalışmalarında, *Kalidium caspicum*'da tohum çimlenmesi ve radikula hayatta kalımı üzerine sodyum, kalsiyum ve magnezyum katyonu kaynaklı tuzluluğun etkilerini değerlendirdiklerinde, Na^{+1} ve Mg^{+2} 'nin radikula üzerinde toksik etkilerini belirlemişlerdir [36]. Bizim çalışmamızda da Na_2CO_3 tipi tuzluluğun *L. esculentum* cv. H-2274 ve *R. sativus* cv. 8TR-17'nin fotoperiyodik indüksiyona maruz bırakılan tohumlarında 200 ppm, karanlık şartlarda inkübasyona alınan tohumlarında 500 ppm Na_2CO_3 konsantrasyonuyla birlikte toksik etkileri belirlendi. *R. sativus* cv. 8TR-18 artan Na_2CO_3 konsantrasyonlarında inkübasyona alındığında, benzer nitelikteki toksik etkiler sadece 2000 ve özellikle 5000 ppm Na_2CO_3 konsantrasyonlarında izlenebilirken, 5000 ppm Na_2CO_3 konsantrasyonunda karanlık şartlarda *R. sativus* cv. 8TR-17'de, fotoperiyodik indüksiyon altında *L. esculentum* cv. H-2274'de çimlenme tamamen engellendi.

Glycine max'ın tohum çimlenmesi ve ilk fide büyüme evresi özelliklerini bir seri NaCl çözeltilerinde ve etiolasyonun teşvik edildiği inkübasyon ortamlarında inceleyen bir çalışmada, 160 mMolale kadar olan NaCl konsantrasyonlarının ortalama çimlenme süreleri veya final çimlenme yüzdeleri üzerine çok önemsiz düzeylerde etkileri söz konusuyken, karanlık şartlarda 160 mMolal NaCl konsantrasyonunda *Glycine max* tohumlarının % 97'sinde çimlenme görülmüş, buna karşın 330 mMolal NaCl konsantrasyonunda tohumların % 81'i, 420 mMolal NaCl konsantrasyonunda % 39'u çimlenebilirken, 500 mMolal NaCl konsantrasyonunda tohumlarda çimlenme görülmemiştir [37]. *Kalidiopsis wagenitzii* tohumlarının çimlenme özellikleri üzerine NaCl tipi tuz stresi etkilerini inceleyen bir çalışmada, 200 mM'dan düşük NaCl konsantrasyonlarında 24 saat karanlığa maruz bırakılan bitki tohumlarında çimlenme

yüzdeleri, 12 saat ışık/12 saat karanlık şeklinde fotoperyot uygulananlardan daha yüksek düzeylerde iken, 200 mM'ın üstündeki NaCl konsantrasyonlarında ışıkta ve karanlıkta çimlenen tohumların çimlenme yüzdeleri arasında herhangi bir farklılıktan bahsedilmemiştir [38]. Bizim çalışmamızda 12 günlük inkübasyon süresi boyunca 16 saat ışık/8 saat karanlık şeklinde düzenlenen bir fotoperyodik indüksiyona maruz bırakılan *L. esculentum* cv. H-2274 tohumlarının 5000 ppm Na₂CO₃ uygulanan serilerinde çimlenme gerçekleşmezken, tohumların özellikle 2000 ppm ve daha yüksek Na₂CO₃ konsantrasyonlarına karanlık şartlarda daha toleranslı davranması dikkat çekiciydi. Çalışmamızda *R. sativus* cv. 8TR-17 tohumlarının çimlenme oranları üzerinde fotoperyodik indüksiyonun olumlu yönde çok belirgin etkileri tespit edildi. Nitekim 8TR-17 genotipinin 5000 ppm Na₂CO₃ uygulanan serilerinde karanlıkta çimlenme gerçekleşmezken, fotoperyot serilerinde aynı konsantrasyondaki çimlenme oranları % 23 idi. Fotoperyodik indüksiyonun çimlenme oranları üzerindeki olumlu etkisi *R. sativus* cv. 8TR-18'de de izlendi. Ancak etki 8TR-17'deki kadar dikkat çekici değildi. Her iki seride de tohumların çimlenme oranlarında anlamlı düşüşlerin görüldüğü 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonları için çimlenme oranları fotoperyot serilerinde sırasıyla % 47-33, karanlık serilerinde % 43-23 düzeylerinde idi.

Bernstein ve arkadaşlarına göre, tuz stresi bitkilerde farklı büyüme prosesleri üzerinde farklı etkilere sahiptir, nitekim vegetatif ve reprodüktif büyüme tuzluluktan farklı şekillerde etkilenebilirken, sürgün vegetatif büyümesi de tuzluluğa çoğu kez kök büyüme ve gelişiminden çok daha hassas bir parametre olarak değerlendirilmelidir [39]. Cuartero ve Munoz'a göre ise, bitkilerin tuz stresine maruz kalması genellikle köklerin strese maruz kalmasıyla başlar, tuz stresi su ve iyonların alınımını ve sürgünlere bilgi iletebilen sinyallerin üretimini sırasıyla değiştirerek, köklerin büyüme, morfoloji ve fizyolojilerinde değişimlere neden olur ve gelişimin bütün evrelerinde tuz stresi altında büyüyen domates bitkilerinde kök/sürgün kuru ağırlık oranları kontrol bitkilerden daha yüksektir [21]. Buna karşın *Carthamus tinctorius*'ta 3 farklı genotipin çimlenme ve fide gelişimleri üzerine farklı toprak tuzluluk seviyelerinin etkilerini inceleyen bir çalışmada, kök uzunluğu tuz stresi için en önemli parametrelerden biri olarak algılanmıştır. Aynı çalışmada genellikle artan tuzluluk seviyeleri bitki kök boylarını azaltırken, kök boylarındaki azalma oranlarının özellikle çalışılan 2 genotipte % 72.4 ve % 87.9 ile daha dikkat çekici olduğu kaydedilmiştir [40]. Beş farklı tuz konsantrasyonunda 8 farklı *Hordeum vulgare* genotipinin tuza toleranslarını inceleyen bir çalışmada, artan NaCl konsantrasyonları sürgün uzamasında anlamlı düşüşler ile sonuçlanırken, sürgün uzamasındaki azalmaların 59.3 mM NaCl konsantrasyonundan itibaren başladığı belirlenmiş, sürgün uzamasına benzer şekilde sürgün ağırlıkları da 59.3 mM NaCl konsantrasyonundan başlayarak azalma eğilimleri göstermiştir. Buna karşın çalışmada kontrol bitkiler ile kıyaslandığında, 314.5 mM NaCl konsantrasyonu hariç, diğer tuz konsantrasyonlarında daha uzun kök boyları kaydedilirken, 314.5 mM NaCl konsantrasyonunda kök boyları yanında kök kuru madde üretiminde de şiddetli azalmalardan bahsedilmiştir [31]. Bizim çalışmamızda fotoperyodik indüksiyona maruz bırakılan *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinin hipokotil gelişimlerinde Na₂CO₃ tipi tuzluluğun toksik etkilerine sadece 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda rastlandı. 50 ve 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonları ise hipokotil gelişimlerinde belirgin artışlara neden oldu. 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda elde edilen hipokotil boyu ortalama uzunlukları da kontrol grup değerinden anlamlı farklılıklar yaratacak kadar yüksekti. 20 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunun, karanlık şartlarda inkübasyona alınan fideciklerde hipokotil gelişimlerini teşvik edici özellikleri vardı. 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda da 20 ppm değerine benzer neticeler elde edildi. Her ne kadar 200 ppm Na₂CO₃

konsantrasyonu ile düşüşler görülse de, kontrole göre anlamlı farklılık yaratacak toksik etkiler 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile başladı. Buna karşın çalışmamızda, fotoperyot uygulanan *R. sativus* cv. 8TR-17 hipokotillerinde en fazla gelişme kontrol grupta belirlenirken, karanlık uygulanan fideciklerin hipokotil boyu ortalama uzunluklarında 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile anlamlı bir düşüş başladı. 5000 ppm'e kadar olan diğer konsantrasyon serilerinde de 50 ppm değerine benzer ortalamalar elde edildi. Fotoperyot uygulanan *R. sativus* cv. 8TR-18 fideciklerinde de en yüksek hipokotil boyu ortalama uzunluklarına kontrol grup ile ulaşıldı, inceleme kapsamına alınan seriler içinde yalnızca 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonundaki düşüş kontrole göre istatistiki anlamlılık vermedi. Aynı genotip karanlık şartlarda inkübasyona alındığında da en yüksek hipokotil boyu ortalama uzunluklarının kontrol grup ile elde edildiği, kontrol grup değerinin tuz uygulanan diğer tüm serilerden farklı olduğu belirlendi.

Çalışmamızda fotoperyot uygulanan *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinin kök boyu ortalama uzunluklarında 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile anlamlı düşüşler başladı. 2000 ppm'de de benzer kök gelişimlerine rastlandı. Karanlık şartlarda ana kök gelişimindeki toksik etkiler 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile başladı. Daha yüksek konsantrasyonlarda da belirginleşerek devam etti. Karanlık şartlarda 20 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunun ana kök gelişimlerini teşvik edici özellikleri de belirlendi. Na₂CO₃ tipi tuzluluğun fotoperyot şartlarında 200 ppm, karanlık şartlarda 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile birlikte *R. sativus* cv. 8TR-17'nin ana kök gelişimlerinde de toksik etkileri söz konusuydu. *R. sativus* cv. 8TR-18'de benzer nitelikteki toksik etkiler çok daha düşük Na₂CO₃ konsantrasyonlarıyla başladı. Nitekim fotoperyodik indüksiyon altında 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile tuzun toksik etkileri izlenebilirken, karanlık şartlarda en yüksek kök boyu ortalama uzunluklarına kontrol gruba ulaşıldı.

Çalışmamızda 50 ppm Na₂CO₃ uygulaması, fotoperyot şartlarında inkübasyona alınan *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinde en yüksek değerleri veren lateral kök gelişimlerinin izlenmesine neden oldu. 50 ppm'de saptanan lateral kök gelişimleri inceleme kapsamına alınan diğer tüm serilerden istatistiksel anlamda farklı idi. Fideciklerin lateral kök gelişimlerinde 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile anlamlı düşüşler başladı. Özellikle 2000 ppm'deki düşüşün derecesi dikkat çekiciydi. Karanlık şartlarda 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında fideciklerde lateral kök gelişimleri olmadı. Daha düşük Na₂CO₃ konsantrasyonlarında tuzun toksik etkileri gözlenmediği gibi, 5-200 ppm değerleri kontrolden yüksekti. *R. sativus* cv. 8TR-17 fideciklerinin lateral kök gelişimlerinde 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile hızlı düşüşler başladı, 500 ppm'de de devam etti. 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında ise fideciklerde lateral kök gelişimleri görülmedi. Aynı genotip karanlık şartlarda inkübasyona alındığında her ne kadar 5 ppm'deki düşüş istatistiki anlamlılık vermese de daha yüksek konsantrasyonlarda düzenli düşüşler söz konusuydu. 500 ppm'den itibaren de fideciklerde lateral kök gelişimleri olmadı. *R. sativus* cv. 8TR-18 fotoperyodik indüksiyon altında en yüksek değerlerle temsil edilen lateral kök gelişimlerini kontrol grupta verdi. 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında ise fideciklerde lateral kök gelişimleri görülmedi. Aynı genotip karanlık şartlarda inkübasyona alındığında, fideciklerin lateral kök gelişimlerinde 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile düşüşler başladı, 500 ppm'de de devam etti. Daha yüksek Na₂CO₃ konsantrasyonlarında fideciklerde lateral kök gelişimleri görülmedi.

Üç farklı tuzluluk oranına sahip sulama suyu ile sulanan (3.7 meq Cl/I içeren ve EC: 0.9 dSm⁻¹ olan tatlı su ile, tatlı suya NaCl ve CaCl₂'ün eşdeğer miktarlarının ilavesi ile elde edilen 15 ve 30 meq Cl/I içeren ve EC: 2.3 ve 3.6 dSm⁻¹ olan tuz solüsyonları) ve iki farklı tekstür tipini içeren topraklarda yetismeye terk edilen *Lycopersicon esculentum*'da tuzluluk bitkilerin toplam yaprak alanını etkilemiş, ancak etkisi şiddetli görülmemiş ve zamanla azalmıştır [41]. *Solanum melongena* ile yapılan bir çalışmada ise bitki tohumları 0, 35, 70 ve 140 mM NaCl tipi tuz stresi etkilerine maruz bırakıldıklarında, çalışmada fide evresinin tuz stresine çimlenme evresinden çok daha hassas olduğu görülmüş, tuzluluk fide büyümesini toplam çimlenme yüzdesinden çok daha şiddetle etkilerken, 70 ve 140 mM gibi yüksek NaCl konsantrasyonlarında fide gelişimindeki gerilemeden sorumlu esas iki anomaliden birisi kotiledon açılmasındaki başarısızlık olarak gösterilmiştir [42]. Bizim çalışmamızda ise 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu fotoperyot uygulanan *L. esculentum* cv. H-2274'ün kotiledon gelişimlerinde anlamlı bir artışa neden oldu. 200 ve 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarındaki kotiledon boyu ortalama uzunluklarının da 50 ppm özelliklerinden farklı olmadığı görüldü. 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda ise kotiledon gelişimlerinde çok belirgin düşüşler söz konusuydu. Aynı genotip karanlık şartlarda inkübasyona alındığında, 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında, kotiledon açılma frekans pozitifliği sıfırdı. Fotoperyodik indüksiyon altında *R. sativus* cv. 8TR-17'nin kotiledon boyu ortalama uzunluklarında 2000 ppm, kotiledon eni ortalama uzunluklarında 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile birlikte tuzun toksik etkileri söz konusuydu. 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu fideciklerin kotiledon boyu ortalama uzunluklarında anlamlı bir artışa neden oldu ve serinin en yüksek değerlerle temsil edilen kotiledon boyu ortalama uzunluklarına ulaşıldı. Diğer tuz uygulanan serilerde ise kontrol grup özelliklerinden farklı bir özellik karşılaşılmadı.

Fotoperyot şartlarında *R. sativus* cv. 8TR-18'in kotiledon boyu ortalama uzunluklarında özellikle 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile dikkat çeken düşüşler 5000 ppm'de de devam etti. Kotiledon eni ortalama uzunluklarında da sadece 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile elde edilen düşüşün kontrol grup özelliklerinden farklı olduğu görüldü. Tuz uygulanan diğer tüm serilerde elde edilen değerler kontrol grup değerine ve birbirine benzerdi. Aynı genotip karanlık şartlarda inkübasyona alındığında da, 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonundaki düşüşlerin derecesi dikkat çekiciydi.

Sonuç olarak, çalışmamızda fotoperyodik indüksiyona maruz bırakılan *L. esculentum* cv. H-2274 fideciklerinin hipokotil gelişimlerinde Na₂CO₃ tipi tuzluluğun toksik etkilerine sadece 2000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunda rastlanırken, *R. sativus* cv. 8TR-18 fideciklerinde 20 ppm'den itibaren hipokotil gelişimleri indirgendi, *R. sativus* cv. 8TR-17 hipokotillerinde ise en fazla gelişme kontrol grupta belirlendi.

Çalışmamızda fotoperyot uygulanan *L. esculentum* cv. H-2274'ün kök boyu ortalama uzunluklarında 500 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile anlamlı düşüşler başladı. Na₂CO₃ tipi tuzluluğun aynı inkübasyon koşullarında 200 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile birlikte *R. sativus* cv. 8TR-17'nin, 50 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonu ile birlikte *R. sativus* cv. 8TR-18'in ana kök gelişimlerinde de toksik etkileri söz konusuydu. Karanlık şartlarda 500 ppm'den itibaren *R. sativus* cv. 8TR-17'de lateral kök gelişimleri olmadı. Fotoperyodik indüksiyon altında *R. sativus* cv. 8TR-17'de, karanlık şartlarda *L. esculentum* cv. H-2274'de ve her iki inkübasyon ortamı için *R. sativus* cv. 8TR-18'de 2000 ve 5000 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonlarında fideciklerde lateral kök gelişimleri görülmedi.

Çalışmamızda Na₂CO₃'ün inceleme kapsamına alınan hiçbir konsantrasyon değeri için *R. sativus* genotiplerinin hipokotil, ana kök ve lateral kök gelişimlerinde büyümeyi teşvik edici özellikleri gözlenmedi. Yalnızca 5 ppm Na₂CO₃ konsantrasyonunun 8TR-17'nin kotiledon boyu ortalama uzunluklarında anlamlı bir artışa neden olduğu saptandı. Oysa, Na₂CO₃'ün bazı konsantrasyon değerleri için *L. esculentum* cv. H-2274'de hipokotil, ana kök ve lateral kök gelişimlerini teşvik edici özellikleri vardı. Bütün verilerimiz birlikte değerlendirildiğinde, Na₂CO₃ tipi tuzluluğun *R. sativus* cv. 8TR-17 ve *R. sativus* cv. 8TR-18'in genç fidecik dönemleri için çok daha toksik olduğu sonucuna varıldı.

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 Enstitüsü'ne şükranlarımızı sunarız.

Kaynaklar

- [1].Neumann, P., Salinity resistance and plant growth revisited, **Plant Cell and Environment**, 20, 1193-1198, (1997).
- [2].Kantarci, M. D., **Toprak ilmi**, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, (2000).
- [3].Taiz, L., Zeiger, E., **Plant physiology**, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California, (1991).
- [4].Sosa, L., Llanes, A., Reinoso, H., Reginato, M. ve Luna, V., Osmotic and specific ion effects on the germination of *Prosopis strombulifera*, **Annals of Botany**, 96, 261-267, (2005).
- [5].Qian, Y.L., Wilhelm, S.J. ve Marcum, K.B., Comparative responses of two Kentucky Bluegrass cultivars to salinity stress, **Crop Science**, 41, 1895-1900, (2001).
- [6].Rivero, M.R., Ruiz, J.M. ve Romero, L., Role of grafting in horticultural plants under stress conditions, **Food, Agriculture and Environment**, 1, 1, 70-74, (2003).
- [7].Serrano, R., Rodriguez, P. L., Plants, genes and ions, **EMBO Reports**, 31, 21, 116-119, (2002).
- [8].Munns, R., Husain, S., Rivelli, A.R., James, R.A., Condon, A.G., Lindsay, M.P., Lagudah, E.S., Schachtman, D.P. ve Hare, R.A., Avenues for increasing salt tolerance of crops and the role of physiologically based selection traits, **Plant and Soil**, 247, 93-105, (2002).
- [9].Aksoy, U., Hepaksoy, S., Can, H.Z., Anaç, D., Okur, B., Kılıç, C.C., Anaç, S., Ul, M. A. ve Kukul, Y., Akdeniz havzasında çölleşme ve tuzlanma problemine karşı yeni tekniklerin geliştirilmesi, **Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu Bildirileri**, 126-137, İzmir, (1998).
- [10].Ashraf, M.M., Açıkgöz, N., Arpada tuza dayanıklı genotiplerin seleksiyonu için uygun yöntem saptanması üzerine bir araştırma, **Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu Bildirileri**, 55-59, İzmir, (1998).
- [11].**Türkiye toprak su kaynakları ve çölleşme**, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, (2003).

- [12].Johnson, G.V., Dizdar, M.Y. ve Raun, W.R., Soil Management Report, GAP-Şanlıurfa Harran Plains on Farm and Village Development Project, Ankara, (1998). In: **Türkiye Toprak Su Kaynakları ve Çölleşme**, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, (2003).
- [13].Ahmad, S., Wahid, A., Rasul, E. ve Wahid, A., Comparative morphological and physiological responses of green gram genotypes to salinity applied at different growth stages, **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, 46, 135-142, (2005).
- [14].Van Zandt, P.A., Tobler, M.A., Mouton, E., Hasenstein, K.H. ve Mopper, S., Positive and negative consequences of salinity stress for the growth and reproduction of the clonal plant *Iris hexagona*, **Journal of Ecology**, 91, 837-846, (2003).
- [15].Wilson, C., Liu, X., Lesch, S.M. ve Suarez, D.L., Growth response of major U.S. cowpea cultivars. 1. Biomass accumulation and salt tolerance" **Hort. Science**, 41, 1, 225-230, (2006).
- [16].Yurtsever, E., Sönmez, B., The effect of irrigation water salinity on the yield of tomato and soil salinization, **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 20, 1, 27-33, (1996).
- [17].Çullu, M.A., Estimation of the effect of soil salinity on crop yield using remote sensing and geographic information system, **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 27, 1, 23-28, (2003).
- [18].Othman, Y., Karaki, G., Tawaha, A.R. ve Horani, A., Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions, **World Journal of Agricultural Sciences**, 2, 1, 11-15, (2006).
- [19].Ellialtıoğlu, Ş., Tıprıdamaz, R., Doku kültürünün tuz stresine dayanıklılıkta kullanımı, **Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu Bildirileri**, 70-81, İzmir, (1998).
- [20].Özdemir, S., Engin, M., Nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinin çimlenme ve fide büyümesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi, **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 18, 323-328, (1994).
- [21].Cuartero, J., Munoz, R.F., Tomato and salinity, **Scientia Horticulturae**, 78, 83-125, (1999).
- [22].Türkmen, Ö., Şensoy, S., Erdal, İ. ve Kabay, T., Kalsiyum uygulamalarının tuzlu fide yetiştirme ortamlarında domateste çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri, **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 12, 2, 53-57, (2002).
- [23].Günay, A., Okur, B., **Sera toprağı**, Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir, (1999).
- [24].Başaran, D., **Bitki doku kültürü**, Dicle Üniversitesi Yayınları, Diyarbakır, (1990).
- [25].Babaoğlu, M., Gürel, E. ve Özcan, S., **Bitki biyoteknolojisi, doku kültürü ve uygulamaları**, Selçuk Üniversitesi Yayınları, Konya, (2001).
- [26].Başaran, D., **Modern genel botanik**, Dicle Üniversitesi Yayınları, Diyarbakır, (1990).
- [27].Önder, N., **Genel bitki fizyolojisi**, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, (1985).
- [28].Taiz, L., Zeiger, E., **Plant physiology**, Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts, (2002).
- [29].Tobe, K, Zhang, L. ve Omasa, K., 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, (2003).
- [30].Rubio, F., Gassmann, W. ve Schroeder, J.I., Sodium driven potassium uptake by the plant potassium transporter HKT1 and mutations conferring salt tolerance, **Science**, 270, 5242, 1660-1663, (1995).

- [31].Bağcı, S.A., Ekiz, H. ve Yılmaz, A., Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance, **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 27, 5, 253-260, (2003).
- [32].Elkoca, E., Kantar, F. ve Güvenç, İ., Değişik NaCl konsantrasyonlarının kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme ve fide gelişmesine etkileri, **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 34, 1, 1-8, (2003).
- [33].Konak, C., Yılmaz, R. ve Arabacı, O., Salt tolerance in Eagean Region's wheats, **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 23, 5, 1223-1230, (1999).
- [34].Çizikçi, S., **Değişik tuzluluk, SAR ve Ca:Mg oranlarına sahip sulama sularının ispanağın çimlenme ve verimine olan etkileri**, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, (1998).
- [35].Prado, F.E., Boero, C., Gallardo, M. ve Gonzales, J.A. Effect of NaCl on germination, growth and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* Willd. seeds, **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, 41, 27-34, (2000).
- [36].Tobe, K., Li, X. ve Omasa, K., Effects of sodium, magnesium and calcium salts on seed germination and radicle survival of a halophyte, *Kalidium caspicum* (*Chenopodiaceae*), **Australian Journal of Botany**, 50, 163-169, (2002).
- [37].Hosseini, M.K., Powell, A.A. ve Bingham, I.J., Comparison of the seed germination and early seedling growth of soybean in saline conditions, **Seed Science Research**, 12, 165-172, (2002).
- [38].Sekmen, A. H., Özdemir, F. ve Türkan, İ., Effects of salinity, light and temperature on seed germination in a Turkish endangered halophyte, *Kalidiopsis wagenitzii* (*Chenopodiaceae*), **Israel Journal of Plant Sciences**, 52, 21-30, (2004).
- [39].Bernstein, N., Ioffe, M. ve Zilberstaine, M., 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, (2001).
- [40].Kaya, M.D., İpek, A. ve Öztürk, A., 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, (2003).
- [41].Katerji, N., Hoorn, J.W., Hamdy, A. ve Mastroilli, M., Response of tomatoes a crop of indeterminate growth to soil salinity, **Agricultural Water Management**, 38, 59-68, (1998).
- [42].Demir, İ., Mavi, K., Özçoban, M. ve Okçu, G., Effect of salt stress on germination and seedling growth in serially harvested aubergine (*Solanum melongena* L.) seeds during development, **Israel Journal of Plant Sciences**, 51, 125-131, (2003).