



Araştırma Makalesi

www.ziraat.selcuk.edu.tr/ojs
Selçuk Üniversitesi
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
25 (1): (2011) 1-9
ISSN:1309-0550



Tritikale Genotiplerinde Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Tuzluluğun (NaCl) Etkisi¹

Burhan KARA^{2,3}, İlnur AKGÜN², Demet ALTINDAL²

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü-Isparta

(Geliş Tarihi: 03.03.2010, Kabul Tarihi: 23.11.2010)

Özet

Araştırma Tritikalede çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuz konsantrasyonlarının etkisini belirlemek amacıyla, 2008 yılında SDÜ Ziraat Fakültesi Laboratuvar ve Seralarında yürütülmüştür. Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde iki faktörlü ve 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada, Karma-2000 çeşidi ve CIMMYT kaynaklı Tritikale hatları deneme materyali olarak kullanılmıştır. Farklı tuz konsantrasyonlarının (kontrol, EC değeri 3.9, 6.1, 8.3, 10.5, 14.9, 19.3, 25.0 dS/m) zamana bağlı çimlenme oranı, fide boyu, kök uzunluğu, toprak üstü ve kök kuru ağırlığı, protein içeriği üzerine etkileri incelenmiştir.

Tritikale çeşitlerinin tuz konsantrasyonlarına gösterdikleri tepkiler farklı olmuştur. Tüm çeşitlerde artan tuz içeriğindeki artışa bağlı olarak zamana göre çimlenme oranı, fide boyu, kök uzunluğu, toprak üstü ve kök kuru ağırlıkları ile bitki toprak üstü ve kökte protein içeriklerinde kontrole göre önemli azalmalar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tritikale, tuza tolerans, çimlenme, fide gelişimi

Effects of Salinity (NaCl) on Germination and Seedling Growth in Triticale Genotypes

Abstract

The research was carried out at the laboratory and Research Greenhouses of Agriculture Faculty of Süleyman Demirel University in 2008 year. The study was conducted with the aim to determination effects of salt applications on germination and seedling growth in Triticale genotypes. The experiment was arranged as randomized plots design with two factors and four replications. Triticale cultivar Karma-2000 and Triticale lines obtained from CIMMYT were used as experimental materials. The study was conducted to observe effects of different salt concentrations (control, EC value: 3.9, 6.1, 8.3, 10.5, 14.9, 19.3, 25.0 dSm⁻¹) on emergence rate depend on time, seedling length, root length, dry weights and protein content of green parts and roots.

Response of Triticale cultivars was significantly different to salt concentrations. Emergence rate depend on time, seedling length, root length, dry weights of green parts and roots, protein content of roots and leaves were significant decreased according to control depend on increasing salt concentrations.

Key Words: Triticale, salt tolerance, germination, seedling growth

Giriş

Tarımı yapılan alanlarda verimliliği etkileyen faktörlerden birisi tuzluluktur. Türkiye geliştirilmiş toprak haritası etüdlerinde kullanılan tuzluluk ve alkalilik ölçütlerine göre 1,518 722 ha alanda tuzluluk ve alkalilik (çoraklık) sorunu tespit edilmiştir. Bu verilere göre çorak araziler ülkemiz yüzölçümünün % 2'sine, toplam işlenen arazilerinin (27 699 003 ha) %5,48'ine, 8,5 milyon hektarlık ekonomik sulanabilir arazinin % 17'sine eşdeğer büyüklüktedir. Toplam çorak alanların % 74'ü tuzlu, % 25,5'i tuzlu-alkali ve % 0,5'i alkali (sodyumlu) topraklardan oluşmaktadır. Çorak toprakların büyük bir kısmını tuzlu topraklar oluşturmuştur (Anonim, 2006). Toprak tuzluluğunun kontrolü mümkün olmayan bu tip alanlarda ekonomik düzeyde verim sağlayabilecek tuza dayanımı yüksek bitkilerin yetiştirilmesi yoluna gidilmelidir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde üniform çimlenmeyi etkileyen en önemli çevresel faktörlerden birisi tuzluluktur (Demir ve ark., 2003). Topraktaki tuz birikimi bitki gelişimini farklı derecede etkileyebildiği gibi farklı bitki türlerinin tepkisi de değişebilmektedir. Tuzluluk çalışmalarında bitkinin gelişme dönemleri karşılaştırıldığında çimlenme ve fide gelişim dönemleri üzerinde daha fazla durulmakta ve türlerin tuza tepkilerinin belirlenmesinde bu gelişim evreleri daha çok dikkate alınmaktadır (Van Hoorn ve ark., 2001). Yüksek tuz konsantrasyonunda çimlenme döneminde görülen bu olumsuzluğun esas nedeni tohum içerisine su alınımının engellenmesidir (Mansour, 1994) Ayrıca tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülen verim azalışının nedenleri arasında; aşırı miktarda bulunan Na ve Cl gibi iyonların neden olduğu toksik etki ve bitki iyon dengesindeki bozulmalar (Flowers ve Yeo, 1981), bitkinin farklı bölgelerine besin alımı ve taşınmasındaki problemler

¹Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen TOVAG 107 O 296 no' lu projenin bir bölümüdür.

³Sorumlu Yazar: bkara@ziraat.sdu.edu.tr

ve fotosentez ve solunum gibi fizyolojik işlevlerin zarar görmesi (Leopold ve Willing, 1984) gösterilmektedir. Yine tuz stresinde bitkilerde aşırı miktarlarda biriken Na, potasyumun alınımını (Siegel ve ark., 1980), Cl ise özellikle NO₃ alınmasını engelleyerek (İnal ve ark., 1995) bitkilerin iyon dengesinde bozulmalara neden olabilmektedir.

Bu çalışma Tritikalenin çimlenme ve fide gelişimi üzerine farklı tuz konsantrasyonlarının etkilerini açıklayan bilgilerin yetersizliği nedeniyle son zamanlarda ıslah edilmiş ve adaptasyon denemeleri ile ümitvar görülmüş tritikale genotiplerinin çimlenme ve fide gelişmesinin zarar gördüğü eşik değerlerin belirlenmesi ve değişen tuz konsantrasyonunun fidenin protein içeriği üzerine etkisini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Çalışma 2008 yılında SDÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Laboratuvar ve Seralarında yürütülmüştür. Araştırmada Karma-2000 çeşidi ve CIMMYT kaynaklı 5 tritikale hatı (4, 20, 23, 27, 43 nolu hatlar) deneme materyali olarak kullanılmıştır.

Çalışma laboratuvar ve sera koşullarında Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde iki faktörlü ve 4 tekerrürlü olmak üzere iki ayrı deneme şeklinde yürütülmüştür.

Laboratuvar denemesi: Denemede farklı NaCl seviyelerinin (kontrol, EC değeri 3.9, 6.1, 8.3, 10.5, 14.9, 19.3 ve 25.0 dS/m) genotiplerin çimlenme oranı incelenmiştir. Her genotipten 20 (her uygulama için 4 tekerrür 4x20=80 tohum) tohum, içerisinde Whatman No.1 fitre kâğıdı bulunan petri kaplarına (9 cm çapında) konulmuştur (Atak ve ark., 2006). Denemede 192 petri kullanılmıştır (6 genotip x 8 uygulama x 4 tekerrür). Petri kapları içerisine 10 ml farklı tuz yoğunlukları içeren solusyon konulmuş ve evaporasyonu önlemek için parafilm ile kaplanmıştır. Farklı tuz yoğunluklarında çimlenme oranına etkisini belirlemek için tohumlar petri kaplarında 7 gün inkubatörde tutulmuş ve hergün çimlenen tohumlar sayılmıştır. Gözlemler her gün aynı saatte yapılmış ve kök uzunluğu 1 mm geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Her petri kabında çimlenen tohumlar oranlama yapılarak yüzdeye çevrilmiştir.

Sera denemesi: Çalışmada 1600 g kuru harç toprağı alabilen saksılar kullanılmış, her saksıya 6 adet tohum ekilmiş ve çimlenmeden sonra her saksıda 4 adet bitki kalacak şekilde seyreltilmiştir (Alpaslan ve ark., 1998). Çimlendirme ortamı olarak kullanılan harç, tarla toprağı: kum: yanmış ahır gübresi (1:1:1) olacak şekilde hazırlanmıştır. İstenilen oranlarda tuzluluk seviyesi 20 litre su içerisine saf NaCl tuzu ilave edilerek hazırlanmış ve bitkiler bu su ile sulanmıştır. Saksılardaki drenajı önlemek için harç toprağı polietilen torbalar içerisine yerleştirilmiştir (Akdoğan ve Özkan, 2000). Fideler 10 haftalık gelişme süresi sonunda değerlendirmeye alınmıştır.

Saksılara temel gübre olarak 200 mg N/kg toprak, 100 mg P₂O₅/kg toprak ve 125 mg K₂O/kg toprak düzeyinde uygulanmıştır (Alpaslan ve ark., 1998). Harç toprağı naylon bir örtü üzerine konulmuş ve gübrelerle iyi bir şekilde karıştırılarak saksılara doldurulmuştur. Nisan ayında tohumların ekimi yapıldıktan sonra toprak, farklı tuz yoğunluklarında hazırlanmış sulama suyu ile doyurulmuştur. Sulama suyunun EC değerinde değişiklik olup olmadığı 2 günde bir kontrol edilmiştir. Kontrol uygulaması ise çeşme suyu (EC değeri: 0.4 dS/m) ile sulanmıştır. Bitkiler 10 haftalık gelişme süresi sonunda değerlendirmeye alınmıştır. Her saksıda bulunan bitkilerden veriler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve ortalaması alınarak her saksı bir tekerrür olarak ele alınmıştır. Araştırmada Bağcı ve ark., (2003) tarafından bildirilen esaslara göre; fide boyu, kök uzunluğu, kök ve fidenin kuru ağırlıkları ve protein oranı Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir. Her çeşitte ve tüm tuz konsantrasyonlarında çimlenme oranında oluşan % azalma aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Madidi ve ark., 2004).

Çimlenme oranındaki % azalma (ÇOA) = $(1 - N_x / N_c) \times 100$

N_x: farklı tuz uygulamalarındaki çimlenen % tohum oranı

N_c: Kontrol uygulamasındaki çimlenen % tohum oranı

Elde edilen veriler; SAS istatistik paket programından faydalanılarak varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre hesaplanmıştır.

Araştırma Sonuçları

Laboratuvar Denemesi Sonuçları

Çalışmada farklı tuz (NaCl) uygulamalarının Tritikalede zamana bağlı olarak çimlenme oranı Tablo 1' de verilmiştir. Araştırmada uygulanan tuz konsantrasyonları tüm genotiplerde çimlenme oranını azaltmıştır. Bu azalma yüksek tuz konsantrasyonlarında daha belirgin olmuştur. Kontrol ve düşük tuz konsantrasyonlarında çimlenme oranı 3. ve 4. günde % 100'e ulaşırken tuz konsantrasyonu arttıkça çeşitlerin çimlenmesi gecikmiş (Grafik 1) ve özellikle 14.9, 19.3 ve 25 dS/m tuz konsantrasyonlarında 5. günde çimlenme durmuştur.

Çalışmada farklı tuz (NaCl) uygulamasının tritikalede çimlenme oranındaki azalmaya etkisi Tablo 2' de verilmiştir. Araştırmada düşük tuz konsantrasyonu (3.9 ve 6.1 dS/m) bazı genotiplerde (Karma-2000, 5 nolu hat ve 20 nolu hat) ilk sayım gününde kontrole göre çimlenmeyi teşvik edici olmuş ve çimlenme artmış, ancak diğer sayım günlerinde tuzun etkisi olumsuz olmuştur. Genel olarak tuz konsantrasyonunun artması, tüm çeşitlerde kontrole göre çimlenme oranını azaltmıştır. Özellikle 19.3 ve 25 dS/m tuz konsantrasyonlarında kontrole göre çimlenme

yüzdesindeki azalma ilk sayım günlerinde çok fazla olmuş ve bazı çeşitlerde % 90'ın üzerine çıkmıştır.

Sera Denemesi Sonuçları

İncelenen Triticale çeşitlerinde, fide boyu, kök uzunluğu, toprak üstü kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, toprak üstü aksamında ve kökte protein içeriğine ait değerlerin varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar

arasındaki farklar LSD Testine göre belirlenmiştir. Ortalamalar ve önemlilik durumları Tablo 3, 4, 5, 6 ve 7'de verilmiştir. Çalışmada 25 dS/m tuz konsantrasyonundaki uygulamada sadece 27 ve 43 numaralı Triticale hatlarında çok zayıf bitki gelişmesi meydana gelmiş ve bu hatlarda protein analizi için yeterli örnek elde edilememiş ve bu nedenle değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 1. Farklı Tuz (NaCl) Konsantrasyonları Uygulanan Triticale Genotiplerinde Zamana Bağlı Çimlenme Oranı

Genotip/ Dozlar (dS/m)	Sayım Tarihleri							
	I. Gün	II. Gün	III. Gün	IV. Gün	V. Gün	VI. Gün	VII. Gün	
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	
4 no'lu hat	Kontrol	65.0	98.0	100				
	3.9	57.8	72.5	100				
	6.1	54.7	67.2	82.0	82.5	100		
	8.3	47.2	66.3	70.0	75.0	77.5		
	10.5	38.1	68.8	86.0	92.5	85.0		
	14.9	31.6	50.6	67.5	77.5	72.5		
	19.3	25.3	31.6	50	52.5	61.3	61.3	61.3
	25.0	0.3	11.9	25	33.7	38.8	40.0	43.8
5 no'lu hat	Kontrol	87.5	96.3	100				
	3.9	88.8	93.8	100				
	6.1	80.0	93.8	100				
	8.3	76.3	87.5	85.0	86.0	85.0		
	10.5	65.0	81.3	86.3	93.8	87.5		
	14.9	63.8	75.0	82.8	80.0	81.6		
	19.3	6.3	63.8	72.5	78.8	78.8	78.8	78.8
	25.0	3.8	36.3	50.0	63.8	63.8	63.8	63.8
20 no'lu hat	Kontrol	62.5	95.0	100				
	3.9	66.3	91.3	100				
	6.1	46.3	72.5	77.5	80.0	85.0		
	8.3	25.0	71.3	48.8	57.5	61.3	81.6	90.0
	10.5	48.8	65.0	72.5	76.3	78.8		
	14.9	36.3	51.3	62.5	76.3	80.0	78.8	75.0
	19.3	12.5	68.8	76.3	78.8	81.3	82.5	82.5
	25.0	5.0	28.8	38.8	40.0	42.5	42.5	42.5
27 no'lu hat	Kontrol	91.3	100.0					
	3.9	78.8	97.5	90	90			
	6.1	68.8	87.5	87	100			
	8.3	87.5	92.5	90	100			
	10.5	80.0	97.5	100				
	14.9	62.5	82.5	87	90	80		
	19.3	23.8	63.8	70	81.3	82.5	82.5	82.5
	25.0	5.0	32.5	53	56.3	58.8	58.8	58.8
43 no'lu hat	Kontrol	86.3	96.3	100				
	3.9	83.8	93.8	87.5	100			
	6.1	78.8	88.8	86.8	87.5			
	8.3	61.3	76.3	85.0	88.0	88.0		
	10.5	68.8	83.8	92.5	95.0	90.0		
	14.9	55.0	73.8	71.8	85.0	87.0		
	19.3	35.0	65.0	71.3	75.0	75.0	75.0	77.5
	25.0	0.0	25.0	38.8	42.5	52.5	52.5	55.0
Karma-2000	Kontrol	77.5	96.3	100				
	3.9	83.8	87.5	95.0	100			
	6.1	78.8	93.8	92.5	100			
	8.3	63.8	96.3	100				
	10.5	48.8	73.8	87.5	91.3			
	14.9	31.3	75.0	86.3	92.5	92.0	92.5	
	19.3	18.8	67.5	81.3	78.0	82.0	82.0	83.8
	25.0	10.0	32.5	51.3	56.3	56.0	58.8	58.8

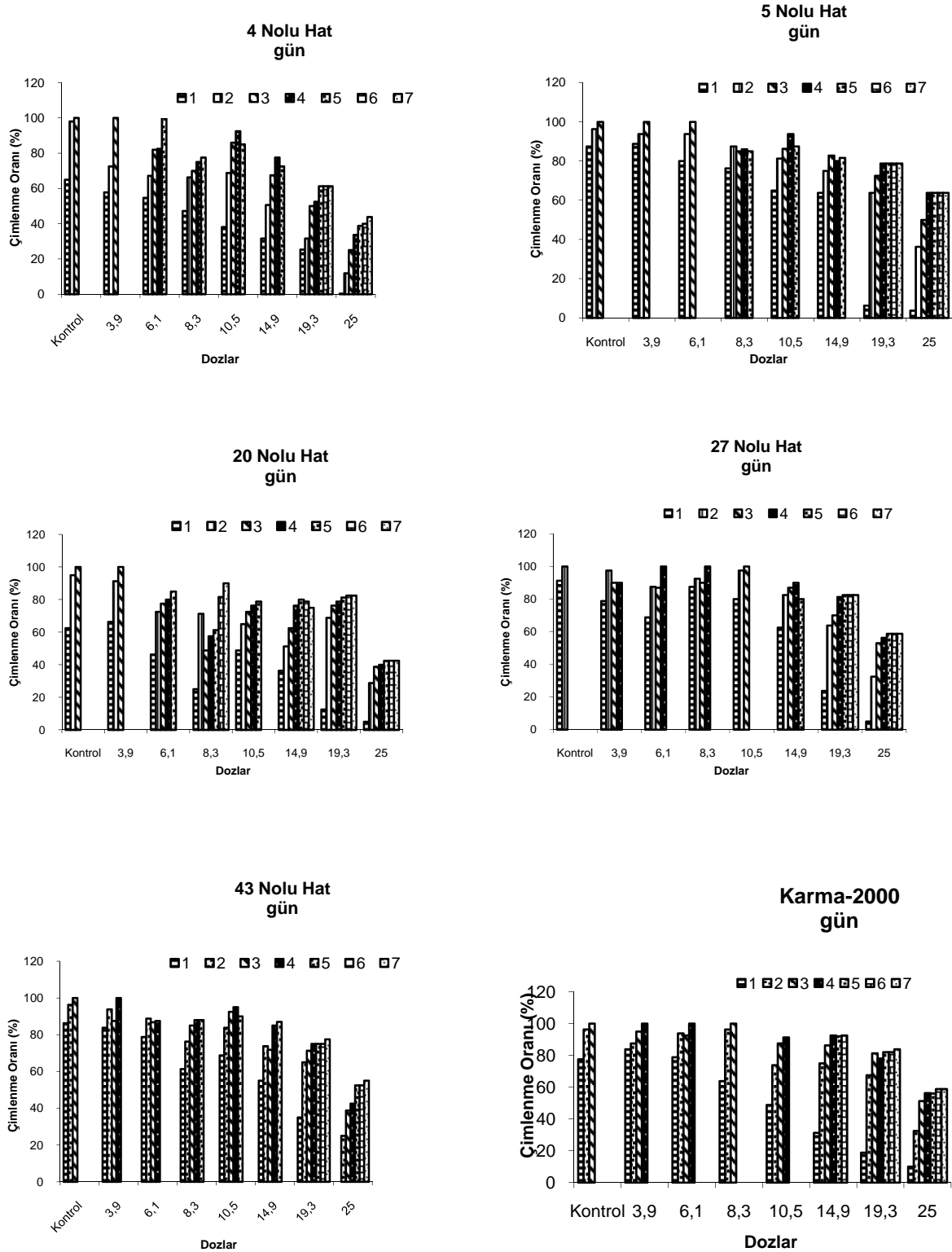
Fide Boyu

Farklı tuz konsantrasyonlarının Triticalede fide boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuş ve en uzun fide boyu kontrol

uygulamasında (46.30 cm) gerçekleşmiştir. Tuz konsantrasyonu oranı arttıkça fide boyunda önemli seviyede kısalma olmuş ve en kısa fide boyu (34.41 cm) 19.3 dS/m tuz uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 3).

Çalışmada genel ortalama olarak Tritikale genotipleri arasında fide boyu yönünden önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Tritikale genotipleri arasında en uzun fide

boyu 4 no'lu hatta (45.12 cm), en kısa fide boyu ise Karma-2000 çeşidinde (19.36 cm) tespit edilmiştir.



Grafik 1. Farklı Tuz (NaCl) Konsantrasyonları Uygulanan Tritikale Genotiplerinde Zamana Bağlı Çimlenme Oranı

Tablo 2. Farklı Tuz (NaCl) Uygulamalarında Tritikale Genotiplerinin Çimlenme Oranındaki Azalma (%)

Genotip / Dozlar (dS/m)	Sayım Tarihleri							
	I. Gün	II. Gün	III. Gün	IV. Gün	V. Gün	VI. Gün	VII. Gün	
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	
4 no'lu hat	Kontrol							
	3.9	11.08	26.02		17.50			
	6.1	15.85	31.43	18.00				
	8.3	27.38	32.35	30.00	25.00	22.50		
	10.5	41.38	29.80	14.00	7.50	15.00		
	14.9	51.38	48.37	32.50	22.50	27.50		
	19.3	61.08	67.76	50.00	47.50	38.70	38.70	38.70
	25	99.54	87.86	75.00	66.30	61.20	60.00	56.20
5 no'lu hat	Kontrol							
	3.9	-1.49	2.60	0.00				
	6.1	8.57	2.60	0.00				
	8.3	12.80	9.14	15.00	14.00	15.00		
	10.5	25.71	15.58	13.70	6.20	12.50		
	14.9	27.09	22.12	17.20	20.00	18.40		
	19.3	92.80	33.75	27.50	21.20	21.20	21.20	21.20
	25	95.66	62.31	50.00	36.20	36.20	36.20	36.20
20 no'lu hat	Kontrol							
	3.9	-6.08	3.89	0.00				
	6.1	25.92	23.68	22.50	20.00	15.00		
	8.3	60.00	24.95	51.20	42.50	38.70	18.40	10.00
	10.5	21.92	31.58	27.50	23.70	21.20		
	14.9	41.92	46.00	37.50	23.70	20.00	21.20	25.00
	19.3	80.00	27.58	23.70	21.20	18.70	17.50	17.50
	25	92.00	69.68	61.20	60.00	57.50	57.50	57.50
27 no'lu hat	Kontrol							
	3.9	13.69	2.50	10.00	10.00			
	6.1	24.64	12.50	13.00	0.00			
	8.3	4.16	7.50	10.00	0.00			
	10.5	12.38	2.50	0.00				
	14.9	31.54	17.50	13.00	10.00	20.00		
	19.3	73.93	36.20	30.00	18.70	17.50	17.50	17.50
	25	94.52	67.50	47.00	43.70	41.20	41.20	41.20
43 no'lu hat	Kontrol							
	3.9	2.90	2.60	12.50	0.00			
	6.1	8.69	7.79	13.20	12.50			
	8.3	28.97	20.77	15.00	12.00	12.00		
	10.5	20.28	12.98	7.50	5.00	10.00		
	14.9	36.27	23.36	28.20	15.00	13.00		
	19.3	59.44	32.50	28.70	25.00	25.00	25.00	22.50
	25	100.00	74.04	61.20	57.50	47.50	47.50	45.00
Karma-2000	Kontrol							
	3.9	-8.13	9.14	5.00	0.00			
	6.1	-1.68	2.60	7.50	0.00			
	8.3	17.68	0.00	0.00				
	10.5	37.03	23.36	12.50	8.70			
	14.9	59.61	22.12	13.70	7.50	8.00	7.50	
	19.3	75.74	29.91	18.70	22.00	18.00	18.00	16.20
	25	87.10	66.25	48.70	43.70	44.00	41.20	41.20

Tablo 3. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Tritikale Genotiplerinde Fide Boyu (cm) Üzerine Etkileri

Çeşitler/ Hatlar	Tuz Konsantrasyonu (dS/m)							Ortalama
	Kontrol	3.9	6.1	8.3	10.5	14.9	19.3	
Karma-2000	26.50**	25.65	20.57	19.67	16.32	12.35	14.50	19.36 D**
4	55.45	50.25	43.55	44.55	40.35	41.42	40.32	45.12 A
5	54.00	52.05	42.20	44.70	41.22	40.82	31.95	43.85 AB
20	46.52	47.30	43.30	42.40	41.42	40.32	38.50	42.82 BC
27	43.60	42.10	43.10	42.70	41.72	38.17	40.02	41.63 C
43	51.75	42.80	41.90	41.80	39.20	38.17	41.20	42.40 BC
Ortalama	46.30 A**	43.35 B	39.10 C	39.30 C	36.70 D	35.21 DE	34.41 E	

** : % 1 düzeyinde önemli, Genotip L_{sd} : 2.114, Tuz Konsantrasyonu L_{sd} : 1.839, $G \times T.K$ L_{sd} : 6.106, CV: % 8.2

Farklı Tritikale çeşit ve hatların uygulanan tuz konsantrasyonuna tepkileri farklı olduğundan genotip x tuz konsantrasyonu interaksiyonu önemli ($p < 0.01$)

bulunmuştur. Denemede ele alınan tüm hat/çeşitlerde 19.3 dS/m kadar bitki gelişmesi meydana gelmiş, en yüksek tuz içeriği olan 25 dS/m de çok zayıf bir

şekilde 27 ve 43 nolu hatlarda belirlenmiştir. Genel olarak tuza toleranslı genotiplerde bitki boyundaki azalma oranı daha düşük olmuştur (Tablo 3)

Kök Uzunluğu

Farklı tuz konsantrasyonları Tritikale çeşit/hatlarının kök uzunluğunu önemli derecede ($p < 0.01$) etkilemiştir. En uzun kök boyu kontrol uygulamasıyla aynı istatistik grupta yer alan 3.9 dS/m (27.95 cm) tuz

uygulanmasında olurken en kısa kök boyu 19.3 dS/m tuz uygulamasında (14.12 cm) tespit edilmiştir. Tuz konsantrasyon oranı arttıkça kök gelişmesi olumsuz etkilenmiştir (Tablo 4).

Tritikale çeşit/hatlarında ortalama kök uzunluğu istatistiksel olarak önemli farklılık göstermiş ve en uzun kök uzunluğu 27 no'lu hatta (24.14 cm), en kısa kök uzunluğu ise Karma-2000 çeşidinde (21.25 cm) tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Tritikale Genotiplerinde Kök Uzunluğu (cm) Üzerine Etkileri

Çeşitler/ Hatlar	Tuz Konsantrasyonu (dS/m)							Ortalama
	Kontrol	3.9	6.1	8.3	10.5	14.9	19.3	
Karma-2000	21.50**	24.50	24.00	28.50	21.25	18.50	10.50	21.25 C**
4	26.50	27.50	24.75	25.50	18.75	16.75	12.25	21.71 BC
5	24.75	28.00	27.50	24.25	23.25	17.25	17.25	23.17 AB
20	29.75	29.75	24.50	25.75	21.50	20.00	16.75	24.00 A
27	31.75	27.75	27.75	26.00	21.75	18.50	15.50	24.14 A
43	33.25	30.25	24.75	24.25	21.50	19.50	12.50	23.71 A
Ortalama	27.91 A**	27.95 A	25.54 B	25.70 B	21.33 C	18.41 D	14.12 E	

** : % 1 düzeyinde önemli Genotip $L_{sd}; 1.512$, Tuz Konsantrasyonu $L_{sd}; 1.151$, $G \times T.K.L_{sd}; 3.901$, $CV: \% 8.75$

Tritikale çeşit/hatlarının uygulanan tuz konsantrasyonlarına tepkisinin farklı olması nedeniyle genotip \times tuz konsantrasyonu interaksiyonu istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. Denemede ele alınan hemen hemen tüm genotiplerde kontrol grubuna göre artan tuz konsantrasyonu %50 ve üzerinde kök uzunluğunu azaltmıştır (Tablo 4).

Toprak Üstü Kuru Ağırlığı

Farklı tuz konsantrasyonlarının toprak üstü kuru ağırlığını istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) seviyede azaltmıştır. Nitekim en yüksek toprak üstü kuru

ağırlığı kontrol uygulamasında (2.75 g/bitki) en düşük ise 19.3 dS/m tuz uygulamasında (0.25 g/bitki) belirlenmiştir (Tablo 5).

Genel ortalama olarak tritikale çeşit/hatlarının toprak üstü kuru madde ağırlıkları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Genotipler arasında en yüksek toprak üstü kuru ağırlığı 5 nolu hatta (1.35 g/bitki), en düşük toprak üstü kuru ağırlığı ise Karma-2000 çeşidinde (1.01 g/bitki) belirlenmiştir. Yine diğer özelliklerde olduğu gibi genotip \times tuz konsantrasyonu interaksiyonu önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Tritikale Genotiplerinde Toprak Üstü Kuru Ağırlığına (g/bitki) Etkileri

Çeşitler/ Hatlar	Tuz Konsantrasyonu (dS/m)							Ortalama
	Kontrol	3.9	6.1	8.3	10.5	14.9	19.3	
Karma-2000	2.32**	1.54	0.83	0.86	0.70	0.56	0.24	1.01 D**
4	2.39	1.74	1.32	1.15	0.78	0.66	0.22	1.18 C
5	2.65	1.86	1.81	1.25	1.06	0.61	0.24	1.35 A
20	2.31	1.87	1.54	1.11	1.06	0.68	0.25	1.26 B
27	1.91	2.00	1.54	1.27	0.89	0.66	0.26	1.22 BC
43	2.04	1.54	1.58	1.26	0.85	0.75	0.32	1.19 BC
Ortalama	2.75 A**	1.76 B	1.44 C	1.15 D	0.89 E	0.65 F	0.25 G	

** : % 1 düzeyinde önemli Genotip $L_{sd}; 0.071$, Tuz Konsantrasyonu $L_{sd}; 0.069$, $G \times T.K.L_{sd}; 0.2320$, $CV: \% 10.02$

Kök Kuru Ağırlığı

Farklı tuz konsantrasyonlarında ortalama en fazla kök kuru ağırlığı Karma-2000 çeşidinde (0.40 g/bitki), en düşük ise 43 nolu hatta (0.30 g/bitki) elde edilmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 6).

Farklı tuz konsantrasyonlarında, en yüksek kök kuru ağırlığı kontrol uygulamasında (1.32 g/bitki), en düşük ise 19.3 dS/m tuz uygulamasında (0.04 g/bitki) tespit

edilmiştir. Tuz konsantrasyonu oranının artışına paralel olarak tüm tritikale çeşit/hatlarında kök kuru ağırlığı önemli derecede ($p < 0.01$) azalmıştır (Tablo 6).

Yeşil Aksam Protein Oranı

Toprak üstü protein oranı bakımından Tritikale genotipleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Ancak tuz konsantrasyonlarının toprak üstü protein içeriğine etkisi önemli olmuş ($P < 0.01$) ve tuz oranındaki artışına paralel olarak, toprak üstü

protein içeriği önemli seviyede azaldığı görülmüş ve en yüksek kontrol uygulamasında (% 11.07), en düşük ise 19.3 dS/m (% 6.27) tuz uygulamasında belirlenmiştir. Genotip x tuz konsantrasyonu interaksiyonu da istatistiksel olarak ($P<0.01$) önemli çıkmıştır (Tablo 7).

Tablo 6. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Triticale Genotiplerinde Kök Kuru Ağırlığına (g/bitki) Etkileri

Çeşitler/ Hatlar	Tuz Konsantrasyonu (dS/m)							Ortalama
	Kontrol	3.9	6.1	8.3	10.5	14.9	19.3	
Karma-2000	1.53**	0.69	0.16	0.21	0.14	0.07	0.04	0.40A**
4	1.48	0.38	0.17	0.25	0.15	0.07	0.03	0.36B
5	1.49	0.40	0.20	0.21	0.14	0.05	0.04	0.36B
20	1.11	0.53	0.29	0.26	0.13	0.08	0.04	0.35B
27	1.16	0.45	0.37	0.18	0.13	0.05	0.06	0.34B
43	1.16	0.24	0.27	0.21	0.14	0.05	0.06	0.30C
Ortalama	1.32 A**	0.45 B	0.24 C	0.22 C	0.14 D	0.06 E	0.04 E	

** : % 1 düzeyinde önemli Genotip L_{sd} : 0.036, Tuz Konsantrasyonu L_{sd} : 0.030, $G \times T.K.$ L_{sd} : 0.0990, CV: % 14.55

Tablo 7. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Triticale Genotiplerinde Toprak Üstü Aksamında Protein (%) Üzerine Etkisi

Çeşitler/ Hatlar	Tuz Konsantrasyonu (dS/m)							Ortalama
	Kontrol	3.9	6.1	8.3	10.5	14.9	19.3	
Karma-2000	12.25**	10.92	10.57	9.97	10.10	7.70	6.62	8.45
4	11.00	10.30	10.58	9.92	8.82	7.37	6.60	7.94
5	10.22	11.27	10.36	8.50	9.05	9.35	7.17	8.13
20	11.27	10.60	10.56	9.75	8.42	8.30	6.42	8.04
27	10.72	10.45	10.45	9.07	9.15	9.40	5.85	8.01
43	10.95	11.27	10.59	9.95	9.67	8.42	4.97	8.12
Ortalama	11.07A**	10.80 A	10.52 A	9.52 B	9.51 D	8.42 C	6.27 D	

** : % 1 düzeyinde önemli, Tuz Konsantrasyonu L_{sd} : 0.525, $G \times T.K.$ L_{sd} : 1.542, CV: % 9.22

Kök Protein Oranı

Farklı tuz konsantrasyonlarında kökteki protein içeriği istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) çıkmıştır. Tuz oranının artışına paralel olarak kökte protein içeriği önemli derecede azalmış ve en yüksek kontrol uygulamasında (% 3.77), en düşük ise 19.3 dS/m (% 2.46) tuz uygulamasında tespit edilmiştir. Farklı tuz konsantrasyonlarının, Triticale genotiplerinin kök

protein içeriğine etkisi istatistiksel olarak ($P<0.01$) önemli olmuştur. Kökte en yüksek protein oranı 5 nolu (% 3.46) hatta, en düşük ise 43 nolu hattan (%2.92) elde edilmiştir (Tablo 8).

Genotiplerin tuz uygulamalarına tepkisi farklı olmuş ve genotip x tuz konsantrasyonu interaksiyonu önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Triticale Genotiplerinde Kökte Protein (%) Üzerine Etkisi

Çeşitler/ Hatlar	Tuz Konsantrasyonu (dS/m)							Ortalama
	Kontrol	3.9	6.1	8.3	10.5	14.9	19.3	
Karma-2000	3.65 *	3.60	3.72	3.30	3.55	2.77	1.90	3.21 AB**
4	4.42	3.45	3.55	3.65	3.62	3.05	2.15	3.41 A
5	4.50	4.30	4.20	3.22	2.75	2.67	2.60	3.46 A
20	3.55	3.95	3.90	3.02	2.45	2.37	2.55	3.11 BC
27	3.20	3.80	3.67	3.87	3.22	3.05	2.07	3.27 AB
43	3.30	3.47	3.17	3.37	2.32	2.60	2.20	2.92 C
Ortalama	3.77 A**	3.76 A	3.70 AB	3.40 B	2.98 C	2.75 C	2.46 D	

** : % 1; * : %5 düzeyinde önemli Çeşit L_{sd} : 0.279, Tuz Konsantrasyonu L_{sd} : 0.332, $\text{Ç} \times T.K.$ L_{sd} : 0.7909, CV: % 15.16

Tartışma

Tarımı yapılan alanlarda verimliliği etkileyen faktörlerden birisi tuzluluktur. Bu nedenle ekonomik düzeyde verim sağlayabilecek tuza dayanımı yüksek bitki türlerinin seçimi önemlidir. Bitki erken gelişme dönemleri en hassas olduğundan, çimlenme ve fide gelişim üzerinde daha fazla durulmakta ve türlerin

tuza tepkilerinin belirlenmesinde bu gelişim evreleri daha çok dikkate alınmaktadır (Van Hoorn ve ark., 2001).

Araştırmada, tüm çeşitlerde artan tuz içeriğine bağlı olarak çimlenme zamanı uzamıştır (Tablo 1 ve 2). Benzer sonuçlar farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir. (Demir ve ark. 2003). Yine Atak ve ark. (2006) tarafından tritikalenin farklı çeşitleri (Pres-

to, Tatlıcak-97 ve Karma-2000) kullanılarak yapılan çalışmada NaCl seviyeleri çimlenme süresini uzattığı tespit etmişlerdir. Yüksek tuz konsantrasyonunda çimlenme döneminde görülen bu olumsuzluğun esas nedeni tohum içerisine su alımının engellenmesidir (Mansour, 1994). Yine tuz stresi, çimlenen tohumdaki depo materyalinin çözülme ve taşınma mekanizmasını engellemektedir (Prakash ve Prathapasanan, 1988).

Çalışmada tuz konsantrasyonu oranının artışına paralel olarak fide boyu, kök uzunluğu ile toprak üstü ve kök kuru madde ağırlıklarında önemli azalmalar belirlenmiştir. Genel olarak tüm genotiplerde kontrole göre yüksek tuz (19.3 dS/m) konsantrasyonunda kök gelişmesi daha fazla olumsuz etkilenmiştir. 5 ve 20 numaralı genotipler hariç diğerlerinde % 50'nin üzerinde kök uzunluğu azalmıştır. 5 ve 20 numaralı genotiplerde ise kök uzunluğu sırasıyla %30 ve % 43'lük bir azalma belirlenmiştir. Yine ölçümün yapıldığı süre içerisinde, diğer genotiplere göre Karma-2000 çeşidinde fide boyu ve kök uzunluğunda en düşük değerler ölçülmüştür. Fide boyu yönünden kontrole göre azalma oranı % 8.21-45,28 arasında değişmiş ve en yüksek değer Karma-2000 çeşidinde belirlenmiştir. Yine genel ortalama olarak 20, 27 ve 43 nolu hatlarda, diğer çeşit/hatlara oranla kök uzunluğu daha fazla olmuştur (Tablo 3 ve 4).

Toprak üstü kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı yönünden genotipler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Karma-2000 çeşidinde toprak üstü kuru ağırlığı en düşük iken kök kuru ağırlığı en yüksek olmuştur. Tüm genotiplerde tuz uygulaması bitki kuru ağırlığını olumsuz etkilemiştir. Güneş ve ark. (1997) buğday çeşitleriyle, Taban ve ark. (1999) mısır çeşitleriyle yaptıkları çalışmalarda tuz uygulamasıyla bitki kuru ağırlık ile bitkinin Cl ve Na konsantrasyonları arasında önemli negatif ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Tuz stresi altındaki bitkilerde köklerin su ve besin element alma yeteneklerinde önemli azalmalar, bitkinin gelişimi ve verimliliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Atak ve ark. (2006) tarafından tritikale çeşitleri üzerinde yapılan bir çalışmada kök sürgün uzunluğunun tuz içeriğindeki artışa bağlı olarak önemli seviyede azaldığı, tuz konsantrasyonundaki artışa, köklere göre sürgünlerin daha hassas olduğunu bildirmişlerdir. Tuzluluk bitki büyüme noktalarındaki hücre bölünmesini doğrudan yada dolaylı olarak etkileyebilmekte, sapların ve yaprakların gelişmesi engellenmektedir. Buna bağlı olarak bitkinin kuru madde içeriği azalmaktadır (Sing ve Chatrath, 2001). Yine tuz stresi altındaki birçok bitkide, sürgün ve köklerinde kuru ve yaş ağırlıklarında önemli azalmalar olduğu değişik araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Irshad ve ark., 2002). Ayrıca, tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülen verim azalışının nedenleri arasında; aşırı miktarda bulunan Na ve Cl gibi iyonların neden olduğu toksik etki ve bitki iyon dengesindeki

bozulmalar (Flowers ve Yeo, 1981), bitkinin farklı bölgelerine besin alımı ve taşınmasındaki problemler ile fotosentez ve solunum gibi fizyolojik işlevlerin zarar görmesi (Leopold ve Willing, 1984; Marrschner, 1995) gösterilmektedir.

Benzer çalışmalarda kök kuru ağırlığı ile tane verimi arasında olumlu bir ilişkinin varlığı bildirilmiştir (Gençtan ve ark., 1994; Sönmez, 2000). Buna göre kök gelişmesi daha az etkilenen çeşitlerden daha yüksek verim alınabileceği söylenebilir. Yine kontrol ortamında çeşitlerin oluşturduğu kuru ağırlık miktarlarındaki farklılık, çeşitlerin genetik özelliklerinden kaynaklanabilir.

Araştırmada toprak üstü ve kökte bulunan protein oranı incelendiğinde tuz içeriğindeki artış, azot alımındaki azalmaya bağlı olarak protein oranı da önemli seviyede azalmıştır. Sap ve yaprakları içerisine alan toprak üstü aksamında ve kökte 6.1 dS/m uygulamasına kadar önemli seviyede azalmanın olmadığı görülmektedir (Tablo 7 ve 8). Tuzluluğun bitki gelişmesine etkisi doğrudan osmatik ya da iyon etkisi şeklinde olabilmektedir. Tuzlu ortamda yetiştirilen bitkilerde aşırı miktarda biriken Na, potasyum alımını (Siegel ve ark., 1980), Cl ise özellikle NO₃ alınmasını engelleyerek bitkilerin iyon dengesinde bozulmalara neden olabilmektedir. Buğdayda bitki gelişimindeki azalmanın nedeni arasında sürgünlere esansiyel besin elementlerinin taşınımındaki azalmanın etkili olduğu bildirilmiştir (Munns ve Termaat, 1986).

Araştırmada genotipler arasında kökte bulunan protein içeriği yönünden önemli farklılık belirlenmiş, toprak üstü protein içeriğinde ise 5 nolu genotip hariç diğerlerinde benzer değerler elde edilmiştir. Ancak bu farklılık istatistiksel olarak önemli olmamıştır.

Sonuç ve Öneriler

Toplam kuru ağırlık yönünden 6.1 dS/m tuz uygulaması tüm çeşit/hatların erken gelişme döneminde toplam kuru ağırlıkta %50'ye varan oranda azalmaya neden olmuştur. Kontrollü koşullar altında elde edilen bu sonuçlar tarla denemeleri ile desteklendiğinde, küresel ısınmaya bağlı olarak ülkemizdeki hızla artmakta olan tuzlu alanlara toleranslı çeşitlerin ekilerek daha stabil verimler alınabilecektir. Isparta ve benzeri koşullarda Tritikalede çeşit geliştirmeye yönelik olarak yapılan çalışmada çeşit adayları olabilecek bu hatların (20, 27 ve 43 nolu hatlar) tuza dayanım yönü bakımından da üstün olduğu ortaya konulmuştur.

Teşekkür

Bu çalışmanın tamamı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından desteklenmiştir (TUBITAK, Proje No: TOVAG 107 O 296).

Kaynaklar

- Akdoğan, S., Özkan, İ., 2000. Gelişmenin Değişik Dönemlerinde Uygulanan Su Noksanlığı Geriliminin Biber Bitkisinin Tuza Duyarlılığı Üzerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(3),1-8.
- Alpaslan, M., Güneş, A., Taban, S., 1998. Tuz Stresinde Çeltik ve Buğday Çeşitlerinin Kalsiyum, Fosfor, Demir, Bakır, Çinko ve Mangan İçeriklerinde Değişmeler. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22: 227-233.
- Anonim,2006.Türkiye Topraklarının Çoraklık Durumu. www.khgm.gov.tr/kutuphane/trcoraklik/2.htm
- Atak, M., Kaya, M. D., Kaya, G., Kılı, Y., Çiftçi, C. Y., 2006. Effects of NaCl on the Germination, Seedling Growth and Water Uptake of Triticale. Turk J Agric For. (30) 39-47.
- Bağcı, S.A., Ekiz H., Yılmaz, A., 2003. Determination of the Salt Tolerance of Some Barley Genotypes and the Characteristics Affecting Tolerance. Turk J Agric For. (27) 253-260.
- Demir, I., Mavi, K., M., Okçu, G., 2003. Effect of Salt Stress on Germination and Seedling Growth in Serially Harvested Aubergine (*Solanum melongena* L.) Seeds During Development. Israel J. Plant Sci., 51: 125-131.
- Gençtan, T., Başer, O. Baharözü, E., 1994. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Fide Döneminde Kök ve Sürgün Gelişmesi Üzerine Araştırmalar. T.Ü. Tekirdağ Zir. Fak. Derg., 3 (1-2):131-138.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Taban, S., Hatipoğlu, F., 1997. Değişik Buğday Çeşitlerinin Tuz Stresine Dayanıklılıkları. Turk J Agric For, 21, 215-219.
- Irshad, M., Yamamoto, S., Eneji, A.E., Endo, T., Hona, T., 2002. Urea and Manure Effect on Growth and Mineral Contents of Maize Under Saline Conditions. J Plant Nutrit, 25(1): 189- 200.
- İnal, A., Güneş, A., Aktaş, M., 1995. Effects of Chloride and Partial Substitution of Reduced Forms of Nitrogen for Nitrate in Nutrient Solution of the Nitrate, Total Nitrogen and Chlorine Contents of Onion. J Plant Nutrit, 18, 2219- 2227.
- Flowers, T. J., Yeo, A. R., 1981. Variability in the Resistance of Sodium Chloride Salinity Within Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties. New Phytol, 88: 363-373.
- Konak, C., Yılmaz, R., Arabacı, O., 1999. Ege Bölgesi Buğdaylarında Tuza Tolerans. Turk J. Agric For 23 (1999) Ek Sayı 5, 1223-1229.
- Leopold, A.C., Willing, R.P., 1984. Evidence of Toxicity Effects of Salt on Membranes. In: Salinity Tolerance in Plants, (eds. R.C. Staples and G.H. Toenniessen), pp. 67-76.
- Lowe, L. B., Ries, S. K., 1972. Effects of Environment on the Relation Between Seed Protein and Seedling Vigor in Wheat. Cana J Plant Sci, 52:157-164.
- Madidi, S.E., Baroudi, B.E., Aameur, F. B., 2004. Effects of Salinity on Germination and Early Growth of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars. Int J Agric Biol, 6: 767-770.
- Mansour, M.M.F., 1994. Changes in Growth, Osmotic Potential and Cell Permeability of Wheat Cultivars Under Salt Stress. Biol Plant, 36: 429-434.
- Marrschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed.Academic Press, San Diego, CA.
- Munns, R., Termaat, A., 1986. Whole-Plant Response to Salinity, Aust J Plant Physiol, 13:143-160.
- Prakash, L., Prathapasenan, G., 1988. Putrescent Reduces NaCl-Induced Inhibition of Germination and Early Seedling Growth of Rice (*Oryza sativa* L.), Aust J Plant Physiol, 15: 761-767.
- Salim, M., 1991. Comparative Growth Responses and Ionic Relations of Four Cereals during Salt Stress. J. Agronomy and Crop Science, 166: 204-209.
- Siegel, S. M., Siegel, B. Z., Massey, J., Lahne, P., Chen, J., 1980. Growth of Corn in Saline Water Physiol Plant, 50, 71-73.
- Sing, H.K.N., Chatrath, R., 2001. Physiology Application in Wheat Breeding. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Sönmez, F., 2000. Tohum İriliği ve Azotun Arpanın İlk Gelişme Devresinde Kök ve Toprak Üstü Organlara Etkisi. Turk J Agric For 24: 669-675.
- Taban, S., Güneş, A., Alpaslan, M., Özcan, H., 1999. Değişik Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Tuz Stresine Duyarlılıkları. Turk J Agric For, 23(3), 625-633.
- Van Hoorn, J.W., Katerji, N., Hamdy, A., Mastrorilli, M., 2001. Effect of Salinity on Yield and Nitrogen Uptake of Four Grain Legumes and on Biological Nitrogen Contribution From the Soil. Agric Water Manag, 51, 87-98.