



Effect of Salt Applications on Plant Growth in Some Pole and Dwarf Bean Genotypes

Enes Fidan^{1,a}, Aytekin Ekinci^{2,b,*}

¹Van Yüzüncüyıl University, Institute of Science and Technology, Department of Plant Protection, 65080 Van, Turkey

²Van Yüzüncüyıl University, Başkale Vocational School, 65080 Van, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO

Research Article

Received : 25/12/2019
Accepted : 14/02/2020

Keywords:

Bean
Genotype
Nutrients
NaCl
Stress

ABSTRACT

In this study, the responses of 20 different bean genotypes (13 pole and 7 dwarf) to salt (NaCl) stress at 0 mM, 25 mM and 50 mM were investigated. Salt application was performed together with irrigation water in the same time every day during 4 days. In the study, which was prepared according to randomized plot design with 3 replications, the plants were grown in the pots containing peat-perlite in a ratio of 2:1 under climatic conditions of 23±2°C. Root dry matter, root fresh and dry weight and some nutrient contents (Phosphorus-P, Copper-Cu, Zinc-Zn, Manganese-Mn, Iron-Fe and Magnesium-Mg) were investigated in order to determine salinity tolerance in bean genotypes. The data obtained from the study revealed that salt stress responds differently in both genotypes and applications. When the average of applications of 25 mM and 50 mM salt stress was examined, it was found that while root fresh and dry weight, root dry matter (%) and Fe content increased compared to control group, Mn and P content decreased. Among the genotypes exposed to salt stress, while four genotypes [two pole (numbered as 13 and 19) and two dwarf (numbered as 8 and 11)] were determined to be tolerant to salt, 3 genotypes [one pole (numbered as 14) and two dwarf (numbered as 18 and 20)] were evaluated as sensitive.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(5): 1074-1082, 2020

Bazı Sırik ve Bodur Fasulye Genotiplerinde Tuz Uygulamalarının Bitki Gelişimine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 25/12/2019
Kabul : 14/02/2020

Anahtar Kelimeler:

Besin elementi
Fasulye
Genotip
NaCl
Stres

ÖZ

Bu çalışmada, 20 adet farklı fasulye genotipinin (13 adet sırik, 7 adet bodur) 0 mM, 25 mM ve 50 mM tuz (NaCl) stresine gösterdikleri tepkileri incelenmiştir. Tuz uygulaması, 4 gün boyunca her gün aynı saatte sulama suyu ile birlikte verilmiştir. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak hazırlanan çalışmada bitkiler, 2:1 oranında torf-perlit içeren saksılarda 23±2°C sıcaklıktaki iklim odası koşullarında yetiştirilmişlerdir. Fasulye genotiplerinde tuzluluğa toleransın belirlenmesi için kök kuru madde, kök yaş ve kuru ağırlığı ile yeşil aksamda bazı besin elementi (Fosfor-P, Bakır-Cu, Çinko-Zn, Mangan-Mn, Demir-Fe ve Magnezyum-Mg) içerikleri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler, tuz stresinin hem genotiplerde hem de uygulamalarda farklı tepkiler verdiğini ortaya koymuştur. 25 mM ve 50 mM tuz stresinde uygulamaların ortalamaları incelendiğinde, kontrol grubuna göre kök yaş ve kuru ağırlığı, kök kuru madde (%) ve Fe içeriğinin arttığı; Mn ve P içeriğinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Tuz stresine maruz bırakılan genotipler arasında ikisi sırik (13 ve 19 no'lu) ve ikisi bodur (8 ve 11 no'lu) olmak üzere toplam 4 genotip tuza toleranslı; biri sırik (14 no'lu) ve ikisi bodur (18 ve 20 no'lu) olmak üzere toplam 3 genotip ise tuza hassas olarak değerlendirilmiştir.

^a fidanenes7@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-4567-2375>

^b aytekinzialp@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-1500-3215>



Giriş

Tuzluluk, tarımsal üretim alanlarında toprak verimliliğini olumsuz yönde etkileyen ve ürün verimini kısıtlayan en önemli faktörlerden birisidir. Toprak tuzluluğu genellikle yağış miktarının az, sıcaklığın yüksek olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Bu tür bölgelerde yapılan sulama ile tuzluluk hızlı bir şekilde meydana gelmektedir. Yapılan sulama ile toprağın alt katmanlarında bulunan tuz, evaporasyon sırasında yukarı taşınarak bitkinin kök bölgesi seviyesinde birikmektedir (Epstein ve ark., 1980). Tuz stresi, bitki kök gelişiminin yavaşlaması ve fotosentezin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca tuz stresi ile nitrat alımının düşmesinden kaynaklı protein sentezinin azalması sonucu bitki boyunda kısalma, bitkilerin yaş ve kuru ağırlığında azalmalar meydana gelmektedir (Dölerslan ve Gül, 2012).

Hem dünyada hem de Türkiye’de yetiştirme alanı ve miktarı açısından önemli bir yere sahip olan baklagiller, tuzluluğa en hassas grup içerisinde yer almaktadır. Baklagiller içerisinde yer alan fasulyenin de tuzluluğa en hassas bitki türlerinden birisi olduğu ve protein, karbonhidrat, lif, vitamin ve mineral maddeler açısından zengin bir besin kaynağı olduğu bilinmektedir (Elkoca ve ark., 2003; Bouhmouch ve ark., 2005; Aquino-Bolaños ve ark., 2016; Ekinialp ve Şensoy, 2018).

Tuza tolerans; bitkinin gelişme dönemine, tuz konsantrasyonuna ve etki süresine, iklim ve toprak özelliklerine göre değişebilmekte, tuza tolerans bakımından familya, cins ve türler arasında farklılıklar bulunmakta, hatta aynı türe ait genotipler arasında da farklılıklar olabilmektedir (Greenway ve Munns, 1980; Day ve Uzun, 2016). Topraktaki tuz yoğunluğu arttığında ve su potansiyeli azaldığında, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyeli düşer ve bitki hücrelerinin bölünmesi ya da uzaması yavaşlar. Bu stres koşulları altında genellikle stomalar kapanır ve bunun sonucunda fotosentez azalır. Eğer stres koşulları devam ederse, bitki büyümesi tamamen durabilir (Ashraf, 1994).

Bu çalışma; protein, karbonhidrat ve mineral madde gibi zengin besin kaynağına sahip olan fasulye bitkisinin farklı genotiplerinin (bodur ve sırick) tuz stresine tolerans düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nde Aralık 2015 tarihinde yürütülen çalışmada, kullanılan bitkisel materyallere ait bilgiler Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çalışmada, 20 adet fasulye genotipine 25 ve 50 mM NaCl konsantrasyonları uygulanmıştır. Fasulye tohumlarının ekimi, 3 litre hacimli saksılarda 2:1 oranında torf-perlit karışımı içeren ortama yapılmıştır. Tesadüf Parselleri Deneme Deseni’ne göre 3 tekrürlü, her tekrürde üç bitki olacak şekilde kurulan çalışma, 23±2°C sıcaklık ve %60-70 nem koşullarının sağlandığı, 4,65×2,80×2,70 metre (uzunluk × genişlik × yükseklik) ebatlarındaki iklim odasında yürütülmüştür. Bitkilerde ilk gerçek yapraklar oluşuktan sonra, bir defaya mahsus Hougland besin çözeltisi uygulanmıştır. Bitkiler 3 yapraklı aşamaya ulaşmaya kadar sulamanın haricinde bir işlem yapılmamış olup, bu aşamadan sonra kontrol grubu bitkileri dışında tuz uygulamasına başlanmış ve 4 gün boyunca her gün sabah saat 10’da sulama

suyu ile birlikte tuz verilmiştir. Deneme, tohum ekiminden itibaren 20. günde sonlandırılmıştır.

Yapılan Ölçüm ve Analizler

Kök yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Bitkilerin kök yaş ve kuru ağırlıkları, ayrı ayrı hassas terazide ölçülmüştür. Köklerin yaş ağırlıkları (g) tartılmış, sonrasında kese kâğıtlarına konularak 70°C’de 48 saat süresince kurutma dolaplarında kurutulmuş ve tartılarak kuru ağırlıkları (g) tespit edilmiştir (Kaçar, 1984).

Sürgünlerde besin elementi analizi

Sürgünlerde besin elementi analizi, yaş yakma yöntemiyle belirlenmiştir. Kurutulan bitkilerin sürgünlerinden 0,2 g tartılıp şaletlere konularak, üzerine 6 mL nitrik asit (%65’lik) ve 2 mL hidrojen peroksit eklenerek 200°C’de mikrodalgada 45 dakika yakılarak besin elementi analizi için hazırlanmıştır. Elde edilen numunelerin Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazında yapılmıştır. Fosfor elementi ise molibdovanado-fosforik asit metoduna göre Spektrofotometre cihazında okutulmuştur (Kimbrough ve Wakakuwa, 1989).

Kök kuru madde oranı (%)

Bitkilerin kök yaş ağırlık ve kuru ağırlıkları tespit edildikten sonra, aşağıdaki formül ile kuru madde oranları hesaplanmıştır (Eroğlu, 2016).

$$\% \text{ Kuru Madde} = (\text{Kuru Ağırlık} / \text{Yaş Ağırlık}) \times 100$$

Verilerin Değerlendirmesi

Araştırmada elde edilen veriler, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni’ne göre varyans analizi ile $P < 0,05$ önemlilik derecesine göre değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde istatistiksel olarak önemli bulunan ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi’ne göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan fasulye genotiplerine ait bilgiler
Table 1. Information about bean genotypes used in the study

Genotip No	Temin Edildiği Yer	Bitki Görünümü
1	ATA-E	Bodur
2	ATA-E	Sırick
3	ATA-E	Sırick
4	ATA-E	Sırick
5	ATA-E	Sırick
6	ATA-E	Sırick
7	ATA-E	Sırick
8	ATA-E	Bodur
9	ATA-E	Bodur
10	ATA-E	Sırick
11	ATA-E	Bodur
12	ATA-E	Sırick
13	ATA-E	Sırick
14	ATA-E	Sırick
15	ATA-E	Sırick
16	ATA-E	Bodur
17	ATA-E	Sırick
18	ATA-E	Bodur
19	B-A	Sırick
20	B-A	Bodur

ATA-E: Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü; B-A: Bitlis-Adilcevaz

Bulgular ve Tartışma

Kök Yaş ve Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kök yaş ağırlığında elde edilen farklılıklar, uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kök yaş ağırlığında 25 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre, en düşük değer %-24,18 ile 18 no'lu genotipte, en yüksek değer ise %133,98 ile 12 no'lu genotipte olmuştur. 50 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre en düşük değer %-38,22 ile 5 no'lu genotipten, en yüksek değer ise %107,00 ile 12 no'lu genotipten elde edilmiştir. Kontrol grubunda en yüksek kök yaş ağırlığı 5,73 g ile 10 no'lu genotipte, en düşük ise 1,43 g ile 11 no'lu genotipte belirlenmiştir. 25 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında en yüksek kök yaş ağırlığı 10 no'lu genotipte (7,44 g), en düşük kök yaş ağırlığı ise 18 no'lu genotipte (1,94 g) tespit edilmiştir. 50 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında en yüksek kök yaş ağırlığı 5,54 g ile 13 no'lu genotipte, en düşük kök yaş ağırlığı 1,81 g ile 18 no'lu genotipte belirlenmiştir.

25 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre kök kuru ağırlığında en düşük değer %-1,92 ile 17 no'lu genotipte, en yüksek değer ise %178,84 ile 6 no'lu genotipte kaydedilmiştir. 50 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre en düşük değer %-4,58 ile 5 no'lu genotipte, en yüksek değer ise %181,53 ile 6 no'lu genotipte tespit edilmiştir. Kontrol grubunda kök kuru ağırlığı açısından en yüksek değere 0,35 g ile 15 no'lu genotip; en düşük değere ise 0,09 g ile 11 no'lu genotip sahip olmuştur. 25 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, en yüksek kuru ağırlık 0,54 g ile 10

no'lu genotipte, en düşük ise 0,17 g ile 17 no'lu genotipte belirlenmiştir. 50 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, en yüksek kök kuru ağırlığına 0,47 g ile 15 no'lu genotip; en düşük kök kuru ağırlığına ise 0,15 g ile 19 no'lu genotip sahip olmuştur.

Seymen ve Önder (2015), tuz uygulamalarının kontrol grubuna oranla kök yaş ağırlıklarında %75, kök kuru ağırlıklarında ise %12-76 arasında bir azalma ortaya koyduğunu bildirmişlerdir. Kuşvuran (2010) tuz stresi altında, genotiplerin kök yaş ve kuru ağırlıklarında kontrol bitkilerine oranla azalmaların olduğunu, Shams (2019) ise artan tuz ile biber çeşitlerinde kök taze ve kuru ağırlığında düşüşler meydana geldiğini ifade etmiştir. Güldüren (2012) farklı fasulye genotiplerinde yapmış olduğu çalışmada, kök kuru ağırlıklarının tuz uygulamalarından farklı şekilde etkilendiklerini ve tuz uygulamalarının ağırlık kayıplarına neden olduğunu bildirmiştir. Domateste yapılan tuzluluk çalışmasında, domates genotiplerinin kök kuru ağırlıklarında farklılıklar meydana geldiği ve tuz uygulanan genotiplerde kontrol bitkilerine göre azalmaların olduğu belirlenmiştir (Daşgan ve ark., 2002). Seymen ve Önder (2015) fasulye üzerinde yaptıkları tuzluluk çalışmasında, tuz uygulamalarının yeşil aksam ağırlıklarını kök ağırlıklarından daha fazla etkilendiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda 25 mM ve 50 mM tuz uygulamaları kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında, kök yaş ve kuru ağırlıklarında artış ve azalışların olduğu ve tuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak elde edilen farklılıkların önemli olmadığı saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tuz stresi altında yetiştirilen farklı fasulye genotiplerinin kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kontrole göre değişim oranları (%)

Table 2. Root fresh weight, root dry weight and change rates (%) according to control in different bean genotypes grown under salt stress

Genotip	Kök yaş ağırlığı					Kök kuru ağırlığı				
	Kontrol	25 mM	25 mM %	50 mM	50mM %	Kontrol	25 mM	25 mM %	50 mM	50 mM %
1	2,65 ^a	2,83 ^a	6,91	2,33 ^a	-12,06	0,15 ^{c-e}	0,28 ^a	80,79	0,21 ^a	34,01
2	3,08 ^a	6,52 ^a	111,46	4,32 ^a	40,10	0,18 ^{b-e}	0,35 ^a	91,05	0,28 ^a	49,97
3	4,84 ^a	4,59 ^a	-5,09	4,58 ^a	-5,30	0,25 ^{a-d}	0,28 ^a	11,84	0,33 ^a	30,28
4	3,01 ^a	4,72 ^a	56,74	3,11 ^a	3,31	0,13 ^{de}	0,32 ^a	145,08	0,22 ^a	70,06
5	5,33 ^a	5,84 ^a	9,55	3,29 ^a	-38,22	0,29 ^{a-c}	0,38 ^a	31,03	0,27 ^a	-4,58
6	2,92 ^a	4,74 ^a	62,37	4,84 ^a	65,67	0,12 ^{de}	0,35 ^a	178,84	0,35 ^a	181,53
7	3,81 ^a	5,55 ^a	45,58	3,73 ^a	-2,27	0,14 ^{de}	0,35 ^a	140,83	0,31 ^a	113,56
8	4,28 ^a	5,21 ^a	21,72	4,09 ^a	-4,43	0,21 ^{b-e}	0,39 ^a	85,71	0,33 ^a	57,14
9	2,24 ^a	3,17 ^a	41,45	2,50 ^a	11,74	0,12 ^{de}	0,22 ^a	78,92	0,23 ^a	84,13
10	5,73 ^a	7,44 ^a	29,90	5,18 ^a	-9,54	0,32 ^{ab}	0,54 ^a	68,75	0,44 ^a	38,53
11	1,43 ^a	2,71 ^a	89,30	2,57 ^a	79,53	0,09 ^e	0,20 ^a	122,22	0,20 ^a	129,66
12	2,57 ^a	6,01 ^a	133,98	5,32 ^a	107,00	0,17 ^{c-e}	0,39 ^a	129,41	0,36 ^a	111,76
13	5,05 ^a	4,30 ^a	-14,80	5,54 ^a	9,63	0,29 ^{a-c}	0,29 ^a	1,724	0,40 ^a	37,93
14	4,37 ^a	6,07 ^a	38,94	4,65 ^a	6,48	0,19 ^{b-e}	0,42 ^a	118,98	0,33 ^a	74,18
15	5,19 ^a	7,06 ^a	36,15	5,22 ^a	0,64	0,35 ^a	0,50 ^a	43,80	0,47 ^a	34,28
16	3,60 ^a	4,58 ^a	27,40	3,38 ^a	-5,92	0,22 ^{a-e}	0,37 ^a	67,17	0,28 ^a	28,39
17	3,41 ^a	2,79 ^a	-18,08	2,86 ^a	-16,12	0,17 ^{c-e}	0,17 ^a	-1,92	0,22 ^a	24,50
18	2,56 ^a	1,94 ^a	-24,18	1,81 ^a	-29,38	0,14 ^{de}	0,18 ^a	22,69	0,17 ^a	20,44
19	2,37 ^a	4,38 ^a	84,55	1,96 ^a	-17,13	0,15 ^{de}	0,36 ^a	140	0,15 ^a	2,20
20	4,03 ^a	4,60 ^a	14,05	3,21 ^a	-20,41	0,20 ^{b-e}	0,26 ^a	29,02	0,34 ^a	66,08
Ortalama	3,62 ^B	4,76 ^A	31,38	3,71 ^B	2,51	0,19 ^A	0,73 ^A	273,23	0,29 ^A	51,03

*Her bir sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark varken (P<0,05), aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında farklılık yoktur (P<0,05).

Çizelge 3. Tuz stresi altında yetiştirilen farklı fasulye genotiplerinin kök kuru madde oranı ve kontrole göre değişim oranları (%)
 Table 3. Root dry matter ratio and change rates (%) according to control in different bean genotypes grown under salt stress

Genotip	Kök kuru madde				
	Kontrol	25 mM	25 mM %	50 mM	50 mM %
1	6,33 ^a	9,27 ^b	40,81	9,01 ^a	36,86
2	5,96 ^a	5,39 ^c	-9,61	5,39 ^a	-21,91
3	5,40 ^a	6,93 ^{bc}	28,23	7,25 ^a	34,09
4	4,37 ^a	6,67 ^{bc}	52,78	7,28 ^a	66,74
5	5,47 ^a	6,64 ^{bc}	21,51	9,33 ^a	70,68
6	5,47 ^a	7,51 ^{bc}	37,27	7,44 ^a	36,05
7	4,22 ^a	6,43 ^{bc}	52,44	8,54 ^a	102,44
8	4,92 ^a	7,66 ^{bc}	55,54	7,81 ^a	58,59
9	5,95 ^a	7,58 ^{bc}	27,43	8,76 ^a	47,20
10	5,87 ^a	7,38 ^{bc}	25,83	8,83 ^a	50,54
11	6,60 ^a	7,47 ^{bc}	13,23	7,72 ^a	17,07
12	18,89 ^a	6,69 ^{bc}	-64,59	6,80 ^a	-64,00
13	5,75 ^a	6,9 ^{bc}	-20,09	7,20 ^a	25,12
14	4,45 ^a	6,74 ^{bc}	51,23	7,33 ^a	64,54
15	6,74 ^a	7,06 ^{bc}	4,74	9,28 ^a	37,66
16	6,46 ^a	8,41 ^{bc}	30,23	8,94 ^a	38,39
17	5,11 ^a	6,29 ^{bc}	23,07	8,44 ^a	65,05
18	5,71 ^a	15,66 ^a	82,83	10,85 ^a	90,07
19	6,27 ^a	8,76 ^{bc}	39,71	6,97 ^a	11,16
20	5,51 ^a	6,85 ^{bc}	24,22	10,92 ^a	98,00
Ortalama	6,28 ^B	7,24 ^{AB}	15,16	8,17 ^A	29,94

*Her bir sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark varken (P<0,05), aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında farklılık yoktur (P<0,05).

Kök Kuru Madde Oranı (%)

Kök kuru madde oranında uygulamalar arasında elde edilen farklılıklar, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 25 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre kök kuru madde oranında, en düşük değer %-64,59 ile 12 no'lu genotipte, en yüksek değer ise %82,83 ile 18 no'lu genotipte belirlenmiştir. 50 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre en düşük değeri %-64,00 ile 12 no'lu genotip, en yüksek değer ise %102,44 ile 7 no'lu genotip vermiştir. Kontrol grubunda kök kuru madde oranı açısından en yüksek değer, 18,89 g ile 12 no'lu genotipte, en düşük değer ise 4,22 g ile 7 no'lu genotipte tespit edilmiştir. 25 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, en yüksek kök kuru madde oranı 15,66 g ile 18 no'lu genotipte, en düşük kök kuru madde oranı ise 5,39 g ile 2 no'lu genotipte belirlenmiştir. 50 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, en fazla kök kuru madde oranı 20 no'lu genotipte (10,92 g), en düşük kök kuru madde oranı ise 2 no'lu genotipte (5,39 g) tespit edilmiştir.

Farklı tuz konsantrasyonlarına maruz bırakılan karpuz bitkilerinin kuru madde oranı, tuz konsantrasyonuna bağlı olarak azalmıştır (Çağırğan, 2015). Kök kuru madde miktarının (%) sadece sulama suyu ile uygulama yapılan tuz grubunda en düşük, kontrol grubunda ise en yüksek olduğu tespit edilmiş, tuza ilave olarak dışarıdan uygulanan organik ve inorganik bileşiklerin bulunduğu gruplarda tuzun zararlı etkisi kısmen de olsa azalmış ve % kuru madde miktarında artış olduğu belirlenmiştir (Eroğlu, 2016). Elde edilen veriler sonucunda, çalışmamızda kök kuru madde oranının 25 mM ve 50 mM tuz dozlarında, kontrol grubuna göre arttığı saptanmıştır (Çizelge 3).

Sürgünlerde Besin Elementi Analizi

Tuzluluk bitkinin gelişimi, büyümesi ve üremesi gibi tüm aşamalarında etkilidir. Tuzluluk, iyon zehirlenmesi, osmotik stres ve besin maddesi yetersizliğine (Azot-N, Kalsiyum-Ca, Potasyum-K, Fosfor-P, Demir-Fe, Çinko-Zn) neden olmaktadır. Toprak tuzluluğu aynı zamanda, dolaylı olarak faydalı ve ortakyaşar mikropların büyümesini olumsuz etkiler ve bitki verimliliğini kısıtlar. Topraktaki yüksek tuz yoğunluğu, bitkinin topraktan su alımını sınırlandırır. Bu durumda, hücre duvarlarındaki sodyum birikir ve hızlı bir şekilde osmotik strese girerek hücre ölümüne yol açabilir (Chinnusamy ve ark., 2006).

Tuzluluğun bazı besin maddelerinin alınımında teşvik etme etkisi olduğu kadar, engelleme etkisinin de olduğu bilinmektedir. Bitkilerde tuz stresinin zararlı etkileri; yapraklarda mangan, meyvelerde klor ve demir, köklerde ise yüksek konsantrasyondaki klor ve mangan olarak görülmektedir. Kısaca, bitkilerde aynı anda birçok tuzluluk-besin ilişkisi ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bunlar tuzluluk yoğunluğuna ve içeriğine bağlı olarak, ürün verimine ya da kalitesine etki edebilirler (Dilek, 2008).

25 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre, sürgünlerdeki P içeriğinin en düşük değeri %-65,47 ile 13 no'lu genotipte, en yüksek değeri ise %46,72 ile 9 no'lu genotipte olduğu belirlenmiştir. 50 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre, en düşük değer %-59,10 ile 13 no'lu genotipte gözlemlenirken, en yüksek değer ise %143,13 ile 2 no'lu genotipte kaydedilmiştir. Kontrol grubu sürgünlerinde en yüksek P içeriği 13 no'lu genotipte (1343,99 ppm), en düşük P içeriği ise 9 no'lu genotipte (449,22 ppm) belirlenmiştir. 25 mM tuz dozu uygulanan genotipler

arasında, sürgünlerde en yüksek P içeriğinin 20 no'lu genotipte (1100,97 ppm), en düşük P içeriğinin ise 15 no'lu genotipte (438,18 ppm) olduğu tespit edilmiştir. 50 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, sürgünlerde en yüksek P içeriği 2 no'lu genotipte 1369,77 ppm ile; en düşük P içeriği ise 13 no'lu genotipte 548,64 ppm ile belirlenmiştir.

Bitkilerde fosfat birikimine tuzluluğun değişken etkisi, deney koşullarına ve bitkiye göre değişmektedir (Champagnol, 1979). Tuz stresi bitki besin maddelerinin alınımında, taşınmasında ve rekabetinde etkili olmaktadır. Örneğin tuzluluk hem fosfat hem de kalsiyum alınımını azaltırken, kalsiyumun bitkide taşınmasını ve hareketlerini de etkilemektedir (Dilek, 2008). Birçok durumda tuzluluk, bitkideki fosfat yoğunluğunu düşürmekteyken, bazı durumlarda fosfat yoğunluğunu artırmakta veya hiç etki etmemektedir (Sharpley ve ark., 1992). Awad ve ark. (1990), tuzluluk nedeniyle bitki fosfat yoğunluğundaki düşüşün, yüksek iyon ortamına sahip olan toprak çözeltisinde fosfat aktivitesinin azalmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Elde edilen veriler sonucunda, çalışmamızda fosfat yoğunluğu bazı genotiplerde azalırken, bazı genotiplerde ise artmıştır. Uygulamalar arasında ise 25 mM ve 50 mM tuz uygulamalarının kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, fosfat konsantrasyonunu azalttığı saptanmıştır (Çizelge 4).

Tuz stresinin sürgünlerde Mg içeriğine etkisi, uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 25 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre sürgünlerdeki Mg konsantrasyonunda en düşük değer %-23,01 ile 9 no'lu genotipte kaydedilirken, en yüksek değer ise %40,16 ile 2

no'lu genotipte gözlemlenmiştir. 50 mM tuz uygulamasında kontrol grubu % değişim oranlarına göre en düşük değeri %-16,38 ile 6 no'lu genotip, en yüksek değeri ise %62,27 ile 2 no'lu genotip almıştır. Kontrol grubu bitkilerinde en yüksek Mg içeriğinin 6317,27 ppm ile 1 no'lu genotipte, en düşük Mg içeriğinin ise 3404,53 ppm ile 17 no'lu genotipte olduğu belirlenmiştir. 25 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında sürgünlerde en yüksek Mg içeriğinin 5589,22 ppm ile 2 no'lu genotipte, en düşük Mg içeriğinin ise 3350,48 ppm ile 9 no'lu genotipte olduğu tespit edilmiştir. 50 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında sürgünlerde en yüksek Mg içeriği 6471,07 ppm ile 2 no'lu genotipte; en düşük Mg içeriği ise 3981,45 ppm ile 9 no'lu genotipte kaydedilmiştir.

Tuzluluk su potansiyelini azaltmasının yanı sıra, hücredeki iyon dengesini bozarak bitki gelişimini etkilemekte ve Mg konsantrasyonlarının azalmasına sebep olmaktadır (Parida ve Das, 2005). Yapılan bir çalışmada, çarliston ve dolmalık biber çeşitlerinde kontrole kıyasla 3, 5 ve 7 dS/m tuz uygulamalarında, Mg miktarında istatistiksel olarak önemli bir düşüş olduğu, Maraş biber çeşidinde ise kontrole kıyasla 3, 5 ve 7 dS/m tuz seviyelerine paralel olarak Mg miktarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Shams, 2019). Başka bir çalışmada da tuz uygulamasında yaprak ve köklerdeki makro elementlere bakıldığında, tuz dozu arttıkça P ve Mg miktarlarında azalmaların olduğu belirlenmiştir (Köşkeröğlu, 2006). Elde edilen veriler sonucunda uygulamalar arasında kontrole göre 25 mM tuz stresinde Mg içeriğinin azaldığı, 50 mM tuz stresinde ise arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Tuz stresi altında yetiştirilen farklı fasulye genotiplerinin sürgünlerde bulunan fosfor (P), magnezyum (Mg) besin elementi konsantrasyonları (ppm) ve kontrole göre değişim oranları (%)

Table 4. Phosphorus (P), magnesium (Mg) nutrient concentrations (ppm) in shoot and change rates (%) according to control in different bean genotypes grown under salt stress

Genotip	P					Mg				
	Kontrol	25 mM	25 mM %	50 mM	50 mM %	Kontrol	25 mM	25 mM %	50 mM	50 mM %
1	743,79 ^a	681,20 ^a	-8,41	563,37 ^a	-24,25	6317,27 ^a	5037,70 ^a	-20,26	6012,22 ^a	-4,83
2	563,37 ^a	666,47 ^a	18,30	1369,77 ^a	143,13	3987,87 ^{de}	5589,22 ^a	40,16	6471,07 ^a	62,27
3	585,47 ^a	699,61 ^a	19,49	747,48 ^a	27,67	5086,37 ^{a-d}	4444,57 ^a	-12,62	5422,53 ^a	6,61
4	751,16 ^a	581,78 ^a	-22,54	695,93 ^a	-7,35	4355,65 ^{c-e}	5105,23 ^a	17,21	4699,27 ^a	7,89
5	765,89 ^a	780,62 ^a	1,92	1126,75 ^a	47,11	3890,85 ^{de}	4425,26 ^a	13,74	4162,65 ^a	6,99
6	1082,56 ^a	721,70 ^a	-33,33	913,18 ^a	-15,64	5663,23 ^{a-c}	4453,38 ^a	-21,36	4735,82 ^a	-16,38
7	640,69 ^a	924,22 ^a	44,25	618,60 ^a	-3,44	4197,26 ^{de}	3899,79 ^a	-7,09	4959,67 ^a	18,16
8	666,47 ^a	758,53 ^a	13,81	703,29 ^a	5,525	4666,86 ^{b-e}	4374,19 ^a	-6,27	5043,53 ^a	8,07
9	449,22 ^a	659,11 ^a	46,72	795,35 ^a	77,04	4352,02 ^{c-e}	3350,48 ^a	-23,01	3981,45 ^a	-8,51
10	592,83 ^a	773,25 ^a	30,43	938,95 ^a	58,38	4145,68 ^{de}	4444,05 ^a	7,20	4687,73 ^a	13,08
11	596,51 ^a	751,16 ^a	25,92	736,43 ^a	23,45	5032,71 ^{a-d}	4774,32 ^a	-5,13	4718,58 ^a	-6,24
12	1071,51 ^a	662,79 ^a	-38,14	762,21 ^a	-28,86	4390,33 ^{c-e}	4392,47 ^a	0,05	4100,57 ^a	-6,60
13	1343,90 ^a	463,95 ^a	-65,47	548,64 ^a	-59,10	3902,90 ^{de}	4298,56 ^a	10,14	4630,83 ^a	18,65
14	780,62 ^a	618,60 ^a	-20,75	1112,01 ^a	42,45	5792,71 ^{ab}	4955,52 ^a	-14,45	5632,64 ^a	-2,76
15	1082,56 ^a	438,18 ^a	-59,52	754,84 ^a	-30,27	4914,56 ^{b-d}	4598,04 ^a	-6,44	4687,86 ^a	-4,61
16	721,71 ^a	1001,55 ^a	38,77	802,71 ^a	11,22	5067,38 ^{a-d}	4204,65 ^a	-17,03	4982,74 ^a	-1,67
17	957,36 ^a	880,04 ^a	-8,07	1064,14 ^a	11,15	3404,53 ^e	3834,34 ^a	12,62	4784,56 ^a	40,54
18	894,77 ^a	585,46 ^a	-34,56	644,38 ^a	-27,98	4215,28 ^{de}	3561,49 ^a	-15,51	4647,55 ^a	10,25
19	1060,47 ^a	563,37 ^a	-46,87	751,16 ^a	-29,16	4164,47 ^{de}	4487,35 ^a	7,75	4562,78 ^a	9,56
20	839,53 ^a	1100,97 ^a	31,14	570,73 ^a	-32,01	4691,75 ^{b-e}	4155,53 ^a	-11,43	4954,61 ^a	5,60
Ort.	825,72 ^A	724,30 ^A	-12,28	801,69 ^A	-2,91	4611,10 ^{AB}	4421,35 ^B	-4,12	4852,45 ^A	5,23

*Her bir sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark varken (P<0,05), aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında farklılık yoktur (P<0,05).

Çizelge 5. Tuz stresi altında yetiştirilen farklı fasulye genotiplerinin sürgünlerde bulunan mangan (Mn), demir (Fe) besin element konsantrasyonları (ppm) ve kontrole göre değişim oranları (%)

Table 5. Manganese (Mn), iron (Fe) nutrient concentrations (ppm) in shoot and change rates (%) according to control in different bean genotypes grown under salt stress

Genotip	Mn					Fe				
	Kontrol	25 mM	25 mM %	50 mM	50 mM %	Kontrol	25 mM	25 mM %	50 mM	50 mM %
1	12,42 ^a	16,10 ^a	29,63	15,76 ^a	26,89	54,31 ^a	154,51 ^a	184,52	146,04 ^a	168,92
2	13,85 ^a	13,54 ^a	-2,20	12,21 ^a	-11,81	77,02 ^a	66,66 ^a	-13,45	132,24 ^a	71,71
3	14,58 ^a	11,76 ^a	-19,34	13,93 ^a	-4,43	73,16 ^a	59,73 ^a	-18,35	114,29 ^a	56,23
4	12,04 ^a	13,84 ^a	14,98	14,13 ^a	17,42	74,71 ^a	62,99 ^a	-15,70	128,32 ^a	71,75
5	14,04 ^a	14,56 ^a	3,70	16,68 ^a	18,80	61,66 ^a	73,05 ^a	18,47	185,94 ^a	201,56
6	14,15 ^a	10,95 ^a	-22,61	12,96 ^a	-8,41	74,79 ^a	47,61 ^a	-36,34	110,23 ^a	47,38
7	15,43 ^a	12,47 ^a	-19,14	13,84 ^a	-10,26	76,31 ^a	65,22 ^a	-14,54	114,36 ^a	49,86
8	12,72 ^a	13,06 ^a	2,73	12,37 ^a	-2,73	55,17 ^a	113,78 ^a	106,25	111,98 ^a	102,98
9	13,09 ^a	10,66 ^a	-18,54	14,23 ^a	8,71	48,94 ^a	52,55 ^a	7,38	119,53 ^a	144,25
10	13,11 ^a	10,30 ^a	-21,45	12,09 ^a	-7,80	78,96 ^a	63,05 ^a	-20,14	113,63 ^a	43,91
11	16,84 ^a	12,61 ^a	-25,10	14,03 ^a	-16,69	68,06 ^a	55,62 ^a	-18,27	139,13 ^a	104,44
12	13,37 ^a	12,87 ^a	-3,73	15,36 ^a	14,95	66,55 ^a	66,95 ^a	0,60	178,30 ^a	167,92
13	15,33 ^a	8,60 ^a	-43,91	16,82 ^a	9,67	141,93 ^a	43,44 ^a	-69,40	191,80 ^a	35,13
14	15,12 ^a	14,94 ^a	-1,19	12,77 ^a	-15,52	70,10 ^a	119,26 ^a	70,12	116,65 ^a	66,39
15	12,09 ^a	10,01 ^a	-17,18	10,47 ^a	-13,35	54,62 ^a	66,83 ^a	22,36	110,11 ^a	101,59
16	13,65 ^a	10,75 ^a	-21,27	11,28 ^a	-17,39	67,17 ^a	57,30 ^a	-14,69	105,27 ^a	56,73
17	12,96 ^a	14,28 ^a	10,19	13,10 ^a	1,08	60,04 ^a	94,64 ^a	57,62	127,90 ^a	113,01
18	12,83 ^a	11,55 ^a	-9,95	13,67 ^a	6,52	66,44 ^a	56,39 ^a	-15,13	109,37 ^a	64,62
19	11,41 ^a	11,44 ^a	0,26	11,37 ^a	-0,42	52,40 ^a	59,67 ^a	13,89	61,95 ^a	18,22
20	16,61 ^a	15,60 ^a	-6,12	15,14 ^a	-8,85	85,87 ^a	69,41 ^a	-19,17	131,24 ^a	52,84
Ort.	13,72 ^A	12,56 ^A	-8,44	13,64 ^A	-0,60	70,35 ^B	72,92 ^B	3,65	128,15 ^A	82,15

*Her bir sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark varken (P<0,05), aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında farklılık yoktur (P<0,05).

25 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre sürgünlerdeki Mn içeriğinde en düşük değer %-43,91 ile 13 no'lu genotipte, en yüksek değer ise %29,63 ile 1 no'lu genotipte gözlemlenmiştir. 50 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre en düşük değer %-17,39 ile 16 no'lu genotipte; en yüksek değer ise %26,89 ile 1 no'lu genotipte kaydedilmiştir. Kontrol bitkilerinden elde edilen veriler incelendiğinde, en yüksek Mn içeriği 16,84 ppm ile 11 no'lu genotipte, en düşük Mn içeriği ise 11,41 ppm ile 19 no'lu genotipte gözlemlenmiş, 25 mM stres koşullarında ise sürgünlerde en yüksek Mn içeriği 16,10 ppm ile 1 no'lu genotipten, en düşük Mn içeriği ise 8,60 ppm ile 13 no'lu genotipten elde edilmiştir. 50 mM tuz dozuna maruz bırakılan bitkilerin sürgünlerinde en yüksek Mn içeriğini 16,82 ppm ile 13 no'lu genotip, en düşük Mn içeriğini ise 10,47 ppm ile 15 no'lu genotip göstermiştir.

Erdal ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, hıyar fidelerinde yüksek oranda tuz içeren koşullarda, bitkilerin Mn miktarının arttığı sonucuna varılmıştır. Villora ve ark. (2000) tarafından kışlık bal kabağında yapılan bir çalışmada, tuz dozunun artmasıyla bitkinin Mn içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Yapılan çalışmada, tuz uygulamalarının kontrole göre bazı genotiplerde Mn içeriğinin azalttığı, bazı genotiplerde ise arttığı saptanmıştır (Çizelge 5).

Tuz stresinin sürgünlerdeki Fe içeriğine etkisi, uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bulunurken, genotipler arasında önemsiz bulunmuştur. 25 mM tuz uygulamasının kontrol grubunda % değişim oranlarına göre sürgünlerdeki Fe konsantrasyonunun en düşük değeri %-69,40 ile 13 no'lu genotipte, en yüksek değeri ise %184,52 ile 1 no'lu genotipte gözlemlenmiştir.

50 mM tuz uygulamasında kontrol grubuna göre % değişim oranları bakımından en düşük değer %18,22 ile 19 no'lu genotipte, en yüksek değer ise %201,56 ile 5 no'lu genotipte olmuştur. Çalışmadan elde edilen veriler sonucunda, kontrol grubuna ait bitkilerde en yüksek Fe içeriğinin 141,93 ppm ile 13 no'lu genotipte, en düşük Fe içeriğinin ise 48,94 ppm ile 9 no'lu genotipte olduğu saptanmıştır. 25 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, sürgünlerde en yüksek Fe içeriğine 154,51 ppm ile 1 no'lu genotip, en düşük Fe içeriğine ise 43,44 ppm ile 13 no'lu genotip sahip olmuştur. 50 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, sürgünlerde en yüksek Fe içeriği 191,80 ppm ile 13 no'lu genotipte, en düşük Fe içeriği ise 61,95 ppm ile 19 no'lu genotipte saptanmıştır.

Kıpçak ve ark. (2019) tarafından fasulyede yapılan çalışmada, tuz dozunun artmasıyla, sürgünlerdeki Fe içeriğinde azalışların olduğu bildirilmiştir. Erdal ve ark. (2000) tarafından hıyarda yapılan çalışmada, Fe içeriğinin en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrol grubuna göre %336 oranında arttığı kaydedilmiştir. Malkoç ve Aydın (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, uygulanan tuz dozu arttıkça Fe içeriğinin genel olarak arttığı gözlemlenmiştir. Çalışmamızda, 25 mM ve 50 mM tuz uygulamalarının kontrole göre Fe içeriğini arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Tuz stresinin sürgünlerdeki Zn içeriğine etkisi, uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 25 mM tuz uygulamasında kontrol grubuna göre % değişim oranları incelendiğinde, sürgünlerdeki Zn konsantrasyonunda en düşük değer %-73,15 ile 20 no'lu genotipte, en yüksek değer ise %343,08 ile 10 no'lu genotipte kaydedilmiştir. 50 mM tuz uygulamasında, kontrol grubuna göre % değişim oranları açısından en

düşük değer %-21,59 ile 19 no'lu genotipte, en yüksek değer ise %433,76 ile 17 no'lu genotipte tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde en yüksek Zn içeriğine 108,71 ppm ile 2 no'lu genotip, en düşük Zn içeriğine ise 20,48 ppm ile 3 no'lu genotip sahip olmuştur. 25 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, sürgünlerde en yüksek Zn içeriği 102,41 ppm ile 10 no'lu genotipte, en düşük Zn içeriği ise 23,98 ppm ile 12 no'lu genotipte saptanmıştır. 50 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, sürgünlerde en yüksek Zn içeriği 213,38 ppm ile 17 no'lu genotipte, en düşük Zn içeriği ise 19,67 ppm ile 19 no'lu genotipte belirlenmiştir.

Bora (2015) tarafından yapılan çalışmada, tuz uygulamalarının belirli oranlarla artırılmasıyla Jalapeno biber çeşidinde Zn içeriğinin azaldığı, yani tuz oranı arttıkça Zn içeriğinin düştüğü tespit edilmiştir. Malkoç ve Aydın (2003) tarafından, mısır ve fasulye bitkilerinin Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin, uygulanan tuz dozlarına bağlı olarak kararsız bir değişim göstermesine rağmen, uygulanan doz arttıkça genel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda, bazı genotiplerde Zn içeriğinin arttığı bazı genotiplerde ise azalmaların olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasında, kontrole göre 25 mM tuz stresinde Zn içeriğinin azaldığı, 50 mM tuz stresinde arttığı saptanmıştır (Çizelge 6).

Tuz stresinin sürgünlerdeki Cu içeriğine etkisinde elde edilen farklılıklar, uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bulunurken, genotipler arasında önemsiz bulunmuştur. 25 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre sürgünlerdeki Cu konsantrasyonunda en düşük değer %36,26 ile 13 no'lu genotipte, en yüksek değer %14,95 ile 17 no'lu genotipte olduğu gözlenmiştir. 50 mM tuz uygulamasının kontrol grubu % değişim oranlarına göre en düşük değer

%-15,69 ile 20 no'lu genotipte, en yüksek değer ise %51,82 ile 1 no'lu genotipte kaydedilmiştir. Kontrol grubundaki genotipler incelendiğinde, sürgünlerde en yüksek Cu içeriğinin 7,18 ppm ile 9 no'lu genotipte, en düşük Cu içeriğinin ise 4,38 ppm ile 18 no'lu genotipte olduğu tespit edilmiştir. 25 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, sürgünlerde en fazla Cu içeriğinin 6,02 ppm ile 17 no'lu genotipte, en düşük Cu içeriği ise 3,87 ppm ile 10 no'lu genotipte olduğu belirlenmiştir. 50 mM tuz dozu uygulanan genotipler arasında, sürgünlerde en yüksek Cu içeriği 8,88 ppm ile 5 no'lu genotipte, en düşük Cu içeriği ise 4,61 ppm ile 18 no'lu genotipte saptanmıştır.

Fasulyede yapılan bir tuzluluk çalışmasında, sürgünlerde sodyum içeriğinin fazla olmasından kaynaklı Cu miktarının azaldığı bildirilmiştir (Kıpçak ve ark., 2019). Erdal ve ark. (2000), yüksek tuzlulukta hıyar fidelerinin Cu konsantrasyonunun %43 oranında arttığı sonucuna varmışlardır. Tuz konsantrasyonlarının belirli oranlarla artırılmasıyla, Jalapeno biber çeşidinde Cu içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir (Bora, 2015). Çalışmamızda, bazı genotiplerde Cu miktarının arttığı, bazı genotiplerde ise azaldığı tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında kontrole göre 25 mM tuz uygulamasında Cu içeriğinin azaldığı, 50 mM tuz uygulamasında ise arttığı saptanmıştır (Çizelge 6).

Sonuç

Farklı tuz konsantrasyonlarının 13 sırtık ve 7 bodur olmak üzere toplam 20 fasulye genotipinin üzerinde etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, tuz dozlarının artmasıyla beraber hem genotipler hem de uygulamalar arasında farklı tepkilerin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6. Tuz stresi altında yetiştirilen farklı fasulye genotiplerinin sürgünlerde bulunan çinko (Zn), bakır (Cu) besin element konsantrasyonları (ppm) ve kontrole göre değişim oranları (%)

Table 6. Zinc (Zn), copper (Cu) nutrient concentrations (ppm) in shoot and change rates (%) according to control in different bean genotypes grown under salt stress

Genotip	Zn					Cu				
	Kontrol	25 mM	25 mM %	50 mM	50 mM %	Kontrol	25 mM	25 mM %	50 mM	50 mM %
1	42,06 ^a	60,39 ^a	43,56	153,91 ^a	265,90	4,67 ^a	4,53 ^a	-2,93	7,09 ^a	51,82
2	108,71 ^a	42,33 ^a	-61,06	136,90 ^a	25,93	5,08 ^a	5,16 ^a	1,51	6,09 ^a	19,88
3	20,48 ^a	60,15 ^a	193,69	67,96 ^a	231,85	5,17 ^a	3,92 ^a	-24,10	5,74 ^a	11,20
4	78,15 ^a	93,49 ^a	19,63	137,72 ^a	76,23	5,96 ^a	4,66 ^a	-21,77	6,10 ^a	2,46
5	29,80 ^a	29,91 ^a	0,37	54,17 ^a	81,77	6,44 ^a	5,61 ^a	-12,88	8,88 ^a	37,87
6	27,29 ^a	31,89 ^a	16,87	54,34 ^a	99,14	6,18 ^a	4,64 ^a	-24,88	5,96 ^a	-3,45
7	40,44 ^a	98,16 ^a	142,74	203,69 ^a	403,69	6,70 ^a	4,46 ^a	-33,42	6,06 ^a	-9,65
8	88,81 ^a	24,76 ^a	-72,12	116,61 ^a	31,30	5,27 ^a	4,13 ^a	-21,58	4,87 ^a	-7,47
9	44,95 ^a	52,39 ^a	16,56	68,25 ^a	51,85	7,18 ^a	4,92 ^a	-31,49	6,89 ^a	-4,04
10	23,11 ^a	102,41 ^a	343,08	78,18 ^a	238,26	5,83 ^a	3,87 ^a	-33,58	6,87 ^a	17,85
11	69,13 ^a	94,37 ^a	36,51	62,94 ^a	-8,95	5,82 ^a	4,57 ^a	-21,42	6,60 ^a	13,35
12	25,84 ^a	23,98 ^a	-7,17	85,51 ^a	230,97	6,35 ^a	4,67 ^a	-26,40	7,47 ^a	17,73
13	31,99 ^a	50,55 ^a	58,03	128,26 ^a	300,98	6,84 ^a	4,36 ^a	-36,26	7,58 ^a	10,87
14	42,53 ^a	42,24 ^a	-0,68	103,26 ^a	142,81	5,25 ^a	4,86 ^a	-7,43	5,33 ^a	1,65
15	82,65 ^a	29,93 ^a	-63,79	117,06 ^a	41,63	6,94 ^a	5,72 ^a	-17,53	5,89 ^a	-15,08
16	88,20 ^a	32,16 ^a	-63,54	164,80 ^a	86,84	5,28 ^a	4,41 ^a	-16,53	5,32 ^a	0,76
17	39,98 ^a	84,49 ^a	111,36	213,38 ^a	433,76	5,24 ^a	6,02 ^a	14,95	6,22 ^a	18,64
18	105,74 ^a	53,15 ^a	-49,73	97,56 ^a	-7,74	4,38 ^a	3,93 ^a	-10,27	4,61 ^a	5,17
19	25,09 ^a	45,33 ^a	80,69	19,67 ^a	-21,59	5,53 ^a	5,40 ^a	-2,23	6,08 ^a	9,92
20	102,54 ^a	27,53 ^a	-73,15	117,19 ^a	14,29	7,01 ^a	5,70 ^a	-18,69	5,91 ^a	-15,69
Ort.	55,86 ^B	54,04 ^B	-3,26	109,36 ^A	95,77	5,87 ^A	4,78 ^B	-18,53	6,27 ^A	6,78

*Her bir sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark varken (P<0,05), aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında farklılık yoktur (P<0,05).

Kök yaş ağırlığında uygulamalar arasında elde edilen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunurken, kök kuru ağırlığında önemsiz olmuştur. Kök yaş ve kuru ağırlıklarında genotipler arasındaki etkilenmenin aynı olmadığı, önemli olarak değerlendirilmiştir. Kök kuru madde oranında uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli çıkması ve tuz uygulamalarının kontrol bitkilerine göre artış göstermesi dikkat çekmiştir.

Mg, Fe, Zn ve Cu besin maddelerinde, uygulamalar arasında elde edilen farklılıklar istatistiksel olarak önemli olmuştur. Tuz uygulamalarında magnezyumun 25 mM tuz konsantrasyonunda azaldığı, 50 mM tuz uygulamasında ise arttığı ortaya çıkmıştır. Tuz uygulamalarından sonra, bazı genotiplerde Mn içeriğinin arttığı, bazı genotiplerde ise azaldığı saptanmıştır. Tuz dozu arttıkça, Fe içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Tuz uygulamalarından sonra Zn ve Cu içeriklerinin, 25 mM tuz uygulamasında azaldığı, 50 mM tuz uygulamasında ise arttığı tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda, sırik genotipler arasından 13 ve 19 no'lu, bodur genotiplerden ise 8 ve 11 no'lu genotiplerin, diğer genotiplere oranla tuza toleranslı olduğu tespit edilmiştir. 14 no'lu sırik, 18 ve 20 no'lu bodur fasulye genotipleri ise diğer genotiplere göre, tuza hassas olarak değerlendirilmiştir. Toleranslı olan genotiplerin, tarla koşullarında da değerlendirilmelerinin gerekli olduğu kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışmadan elde edilen veriler, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2015-FBE-YL359 numaralı proje ile desteklenen Yüksek Lisans tezinden alınmıştır.

Kaynaklar

- Aquino-Bolaños EN, García-Díaz YD, Chavez-Servia JL, Carrillo-Rodríguez JC, Vera-Guzmán AM, Heredia-García E. 2016. Anthocyanin, Polyphenol, and Flavonoid Contents and Antioxidant Activity in Mexican Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces. Emir. J. Food Agr., 28: 581-588. doi: 10.9755/ejfa.2016-02-147
- Ashraf M. 1994. Breeding for Salinity Tolerance in Plants. Crit. Rev. Plant Sci., 13(1): 17-42. doi: 10.1080/07352689409701906
- Awad AS, Edwards DG, Campbell LC. 1990. Phosphorus Enhancement of Salt Tolerance of Tomato. Crop Sci., 30: 123-128. doi: 10.2135/cropsci1990.0011183X003000010028x
- Bora M. 2015. Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Bouhmouch I, Souad-Mouhsine B, Brhada F, Aurag J. 2005. Influence of Host Cultivars and *Rhizobium* species on the Growth and Symbiotic Performance of *Phaseolus vulgaris* under Salt Stress. J. Plant Physiol., 162: 1103-1113. doi: 10.1016/j.jplph.2004.12.003
- Champagnol F. 1979. Relationships Between Phosphate Nutrition of Plants and Salt Toxicity. Phosphorus in Agriculture, 76: 35-43.
- Chinnusamy V, Zhu J, Zhu JK. 2006. Salt Stress Signaling and Mechanisms of Plant Salt Tolerance. Genetic Engineering, 27(2): 141-177.

- Çağırğan Ç. 2015. Yerel Karpuz Genotiplerinin Tuz Stresine Toleranslarının Belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Daşgan HY, Aktaş H, Abak K, Çakmak İ. 2002. Determination of Screening Techniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses. Plant Sci., 163: 695-703. doi: 10.1016/S0168-9452(02)00091-2
- Day S, Uzun S. 2016. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Yaygın Fiğ (*Vicia sativa* L.) Çeşitlerinin Çimlenme ve İlk Gelişim Dönemlerine Etkileri. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi, 4(8): 636-641.
- Dilek H. 2008. Tuz Stresi Altındaki Yeşil ve Kırmızı Mercimek Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Enzimatik Parametreler Üzerine Farklı Konsantrasyonlarda İlave Edilen Kalsiyum ve Bor'un Etkisinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Dölerslan M, Gül E. 2012. Toprak Bitki İlişkileri Açısından Tuzluluk. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5 (2): 56-59.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021.
- Ekincialp A, Şensoy S. 2018. Determination of Genetic Diversity Using Phenotypic and Molecular Methods among Bean Genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) in Lake Van Basin. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6(7): 893-902.
- Elkoca E, Kantar F, Güvenç İ. 2003. Değişik NaCl konsantrasyonlarının kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme ve fide gelişmesine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (1): 1-8.
- Epstein E, Nortlyn JD, Rush DW, Kingbury RW, Keller DB, Cunnigham GA, Wrona AF. 1980. Saline Culture of Crops. A Genetic Approach. Science, 210(4468): 399-404. doi: 10.1126/science.210.4468.399
- Erdal İ, Türkmen Ö, Yıldız M. 2000. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerinin Gelişimi ve Kimi Besin Maddeleri İçeriğindeki Değişimler Üzerine Potasyumlu Gübrelemenin Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 10(1): 25-29.
- Eroğlu B. 2016. Tuz Stresi Altındaki Biber (*Capsicum annum* L.) Bitkisinde Antioksidatif Sistem Üzerine Bazı Organik ve İnorganik Bileşiklerin Karşılaştırılmalı Etkinliklerinin Araştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Güldüren Ş. 2012. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden Toplanan Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Tuza Toleransı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Greenway H, Munns R. 1980. Mechanisms of Salt Tolerance in Nonhallophytes. Ann. Rev. Plant Physiol., 28: 89-121. doi:10.1146/annurev.pp.31.060180.001053
- Kaçar B. 1984. Bitki Besleme Uygulama Klavuzu. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 900. Ankara Üniversitesi Basımevi, Uygulama Klavuzları: 214.
- Kıpçak S, Ekincialp A, Erdinç Ç, Kabay T, Şensoy S. 2019. Tuz Stresinin Farklı Fasulye Genotiplerinde Bazı Besin Elementi İçeriği ile Toplam Antioksidan ve Toplam Fenol İçeriğine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29(1): 136-144.
- Kimbrough DE, Wakakuwa JR. 1989. Acid Digestion For Sediments, Sludges, Soils and Solid Wastes. Environ. Sci. Technol., 23(7): 898-900. doi: doi.org/10.1021/es00065a021
- Köşkeröğlu S. 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Kuşvuran Ş. 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Malkoç M, Aydın A. 2003. Mısır (*Zea mays* L.) ve Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin Gelişimi ve Bitki Besin Maddeleri İçeriğine Farklı Tuz Uygulamalarının Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(3): 211-216.
- Parida AK, Das AB. 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: a Review. Ecotox. Environ. Safe., 60: 324-349. doi: 10.1016/j.ecoenv.2004.06.010
- Seymen B, Önder M. 2015. Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinde Tuzluluğun Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2(2): 109-115.
- Shams M. 2019. Tuz Stresinin Biberde Bitki Gelişimi, Fizyolojik Ve Biokimyasal Özellikler, Dna Metilasyonu ile Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Sharpley AN, Meisinger JJ, Power JF, Suarez DL. 1992. Root Extraction of Nutrients Associated with Long-term Soil Management. In: Stewart B. (ed.). Advances in Soil Science. Vol. 19. Berlin: Springer-Verlag, pp. 151-217.
- Villora G, Moreno A, Pulgar G, Romero L. 2000. Yield Improvement in Zucchini Under Salt Stress Determining Micronutrient Balance. Sci. Hortic., 86: 175-183. doi: 10.1016/S0304-4238(00)00149-7