



Geçici Stres Dönemi ve Sonrasında Biber Fidelerinin Mikro Element Alım Performansı

Hacı Yusuf KADAN¹, Özlem ÜZAL^{2*}, Fikret YAŞAR²

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

Hacı Yusuf KADAN ORCID No: 0000-0003-1701-6378

Özlem ÜZAL ORCID No: 0000-0002-1538-820X

Fikret YAŞAR ORCID No:0000-0001-6598-8580

*Sorumlu yazar: ozlemuzal@yyu.edu.tr

(Alınış: 12.04.2020, Kabul: 01.10.2020, Online Yayınlanma: 23.10.2020)

Anahtar Kelimeler

Biber,
Capsicum annuum L.,
Capsicum frutescens L.,
 Stres sonrası,
 Tuz

Öz: Yapılan bu çalışmada; geçici tuz stresi döneminde ve sonrasında Çarliston (*Capsicum annuum* L./ tatlı) ve Acı çiçek (*Capsicum frutescens* L./acı) biber bitkisindeki metabolik olayların nasıl etkilendiğini açıklığa kavuşturmak, bitkilerin geçici stres dönemi ve sonrasında mikro element alımında oluşan değişikliklerin nasıl olduğunu belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla 4-5 gerçek yaprağa sahip olan fidelere tuz uygulamaları yapılmıştır. Tuz uygulanmadan önce (0.gün) bitki örnekleri alınarak, tuz uygulanacak fideler için besin çözeltilisine 50 mM NaCl ilave edilmiştir. Geçici tuz stresi dönemi ve geçici stres sonrası dönemlerde (10. ve 20. günde) örnek alma işlemi yapılmıştır. Bitkilerin, toplam bitki yaş ağırlığı ile yaprak kısımlarında bazı mikro element içerikleri belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda tuz stresinin her iki biber çeşidinin de bitki gelişimi üzerine olumsuz etkisinin olduğu görülmüştür. Geçici stres sonrası dönemin 20. gününde ise özellikle Çarliston biber çeşidinde toplam bitki yaş ağırlıklarının kontrole (kontrol:109.98 g tuz: 88.20 g) en yakın değerler aldığı belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidi ise metabolik aktiviteyi kontrol altında tutabilmek için bitki büyümesini sınırlandırarak bitkiyi kontrol edebilecek seviyede tutmuş olabileceği kanaatine varılmıştır. Ayrıca her iki biber çeşidinin yapraklarında tuz uygulama döneminin 20.gününde Fe (Çarliston kontrol: 29.39, tuz: 35.44; Acı çiçek kontrol: 26.54, tuz: 29.39 µg mg T.A.), Zn (Çarliston kontrol: 4.00, tuz: 5.4; Acı çiçek kontrol: 3.92, tuz: 5.01 µg mg T.A.) ve Mn (Çarliston kontrol: 19.14, tuz: 37.5; Acı çiçek kontrol: 23.29, tuz: 26.73 µg mg T.A.) konsantrasyonlarında artışların olduğu belirlenmiştir.

Micro Element Uptake Performance of Pepper Seedlings in Temporary Stress Period and Post-Stress Period

Keywords

Capsicum annuum L.,
 Micro element,
 Pepper,
Capsicum frutescens L.,
 post-stress

Abstract: In this study; It is aimed to clarify how the metabolic events in Carliston (*Capsicum annuum* L./sweet.) and Aci cicek (*Capsicum frutescens* L./hot) pepper plants are affected under salt stress and post- stress process and to determine the changes in the intake of micro elements in salt stress and post-stress process of plants. For this purpose, salt application was started on the seedlings having 4-5 real leaves. Before salt application (day 0) plant samples were taken, 50 mM NaCl was added into nutrient solution for seedlings to be applied salt stress. Sampling was performed on the 10th and 20th days of the salt application period and post- stress period. The total plant weight of the plants was measured and some micro element contents in the leaves were determined. As a result of the measurements, it was observed that salt stress had a negative effect on plant growth in both pepper cultivars. In the post- stress process on the 20th day, it was determined that the total plant wet weights, especially in Carliston pepper variety, were closest to control (control:109.98 g, salt: 88.20 g). In order to keep the metabolic activity under control, it was concluded that the hot pepper variety could be kept at a level that could control the plant by limiting plant growth. In addition, it was determined that Fe (Carliston control: 29.39, salt: 35.44; aci cicek control: 26.54, salt: 29.39 µ g mg F.W.), Zn (Carliston control: 4.00, salt: 5.4; aci cicek control: 3.92, salt: 5.01 µg mg F.W.) and Mn (Carliston control: 19.14, salt: 37.5; Aci cicek control: 23.29, salt: 26.73 µg mg F.W.) concentrations, were increased during the salt application period.

1. GİRİŞ

Tuz stresi, bitkilerin yetiştirildikleri ortamda, büyüme ve gelişmelerini olumsuz etkileyecek miktarda çözünmüş tuzların bulunması sonucu ortaya çıkmaktadır [1]. Toprak tuzluluğuna sebep olan bileşikler genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak doğada en çok rastlanılan tuz formu sodyum klorür (NaCl)'dür [2, 3, 4].

Sularda ve toprakta tuz konsantrasyonunun artmasıyla bitkinin topraktan su alımı güçleşmekte, bitkinin yaşamı için hasar verici etkilere neden olmaktadır. İyon dengesi, su durumu, mineral beslenme, stomatal hareketler, fotosentez etkinliği, karbon dağılımı ve kullanımındaki değişiklikleri içeren çeşitli fizyolojik olaylar sonucunda bitki büyüme ve gelişimi yavaşlamaktadır [5, 6]. İyon dengesizliğinin ve köklerde hücre zarı geçirgenliğinin bozulmasının bitkinin beslenme rejimini etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel bazı elementlerin alımını engellediği, bunun sonucunda da bazı fizyolojik sorunların ortaya çıkacağı ileri sürülmektedir [7]. İyon dengesizliği ile ilgili benzer bir açıklamada Bohra ve Döffling [8]; Yaşar, [9]; Yasar ve ark., [10]; Yıldız ve ark., [11]; Üzal ve Yıldız, [12] tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar tuz stresinde bitkinin kök bölgesinde iyon dengesinin bozulduğunu; artan miktardaki sodyum alımının diğer mineral maddelerinin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açtığını bildirmişlerdir. Levitt [13]'e göre tuz stresinden kaynaklanan iyon toksisitesi birincil stres, su stresi ve mineral beslenme ile ilgili olan etkiler ise ikincil stres olarak tanımlanmıştır.

Bitkisel üretimde tuzluluğun zararlı etkisi azaltmak için; tuzlu toprakların ıslah edilmesi, tuzlu sulama sularının iyileştirilmesi, yetiştiricilik sırasında özel tekniklerin kullanılması, tuza tolerant genotiplerin seçimi gibi uygulamalar yapılması gereken hususlardır [9, 10, 14, 15, 16].

Bitkilerde birçok metabolik olayı olumsuz yönde etkileyen ve özellikle kültür bitkilerinde ürün kalitesi ve verimi düşüren önemli abiyotik faktörlerden biri olan tuz stresi, gerek açıkta ve gerekse örtü altı yetiştiricilikte önemli payı olan biber bitkisini olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz şartlardan dolayı ürün ve kalite kayıpları da ciddi boyutlara ulaşabilmektedir. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmanın en önemli ve en kesin yoluda tuzluluğa toleranslı bitki tür ve çeşitlerini geliştirmek ve tuzluluğun olumsuz etkilerini giderici uygulamalar yapmaktır. Ancak böyle toleranslı tür ve çeşitleri geliştirebilmek için; özellikle önce bitkinin stres mekanizmasını çok iyi aydınlatmak gerekmektedir. Tuzluluğun bitkilerin mikro besin kompozisyonunu nasıl etkilediği konusu tam olarak açık değildir. Biber bitkisinde tuz stresi sonrası geri kazanım sürecindeki içsel mekanizmalar ile ilgili yapılan bir araştırmaya rastlanmamış olup, bu yönüyle ele alındığında; çalışma bu konuda ilk olması nedeniyle özgündür. Bu çalışmada tuz stresi altında kalan bitkilerin stres döneminde ve sonrasında bitki toplam ağırlığında ve mikro element alımında nasıl bir değişikliğin olduğu, bitkilerin hangi

uyum mekanizmaları geliştirdiğini anlamak amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında ve su kültüründe yürütülen çalışmada Charleston ve Acı çiçek biber çeşitleri kullanılmıştır. Biber tohumları, pomza ve torf doldurulmuş alt yüzeyi 0,5 cm çapında toplam 9 adet deliğe sahip çimlendirme kaplarına 100'er adet tohum ekilip sonra çeşme suyu ile sulanmıştır. Çimlendirme kapları, 25±1 °C sıcaklık %70 neme sahip iklim odasına yerleştirilerek, çeşme suyu ile sulanmaya devam edilmiştir. Kotiledon yaprakları yatay duruma gelen ve ilk gerçek yaprakları görülmeye başlayan fidelerde sulama Hoagland besin çözeltisiyle [17] yapılmaya başlanmıştır. Kullanılan besin çözeltisinin içeriği Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan besin çözeltisinin içeriği

Makro elementler	g/lt	Mikro elementler	g/lt
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1.180	C ₆ H ₅ FeO ₇ .5H ₂ O	0.02
KNO ₃	0.252	Mn Cl ₂	0.00072
KH ₂ PO ₄	0.136	H ₃ BO ₃	0.00116
MgSO ₄	0.246	ZnCl ₂	0.000048
		CuCl ₂ .2H ₂ O	0.00004

Bu ortamda 2. gerçek yaprakları oluşan fideler, içinde besin çözeltisi doldurulmuş 25x25x18 cm boyutlarındaki plastik küvetlerde bitki kökleri besin çözeltisinde olacak şekilde yerleştirilerek su kültürüne alınmıştır. Havalandırma işlemi, akvaryum pompası yoluyla yapılmıştır. Fidler iki hafta süreyle su kültüründe büyütülerek, 4-5 gerçek yaprağa sahip iken, tuz uygulamalarına başlanmıştır. Tuz uygulanmadan önce bitki örnekleri alınarak, tuz uygulamaları yapılacak fidelerin bulunduğu kaplardaki besin çözeltisine 50 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak NaCl ilave edilmiştir. Her hafta çözeltiler tazelenmiştir. Bu yinleme esnasında çözeltinin aynı tuz konsantrasyonda olmasına dikkat edilmiştir. Tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde örnek alma işlemi yapılmış, daha sonra tuz uygulaması kesilip, bitkiler, içinde tuz olmayan hogland besin çözeltisinde yetiştirilmeye devam edilerek geçici stres sonrası sürecine alınmıştır. Bu süreçte ise örnek alma işlemi 10. ve 20. günde olmak üzere iki defada yapılmıştır. Bitkilerin, toplam yaş ağırlığı (g), bazı mikro element (Fe, Zn, Cu ve Mn) içerikleri belirlenmiştir.

2.1. Toplam Bitki Yaş Ağırlığının Belirlenmesi

Toplam bitki yaş ağırlığı üç tekerrürlü olarak 1/10.000' lik hassas dijital terazi ile ölçülmüştür.

2.2. Mineral Element Analizleri

Bitkilerin orta bölümündeki yaprak kısımlarından alınan bitki örnekleri -84 °C'deki derin dondurucuda saklanmıştır. Mikro element analizleri için yaş yakma metoduna göre ekstraksiyon hazırlanmış ve ekstraktlarda, mikro elementlerden Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri ise, Kacar [18]'a göre Atomik Absorbsiyon

cihazında okunmuştur. Ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki mikro element miktarı $\mu\text{g mg}^{-1}$ taze ağırlık şeklinde tayin edilmiştir [19].

2.3. İstatistiksel Analizler

Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi için Statgraphics istatistik analiz paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunan deneme konuları %5 önem seviyesinde Duncan testi ile gruplandırılmıştır.

Tablo 2. Tuz uygulaması öncesi (0. gün), tuz uygulama dönemi ve geçici stres sonrası dönemde periyodik olarak belirlenen toplam bitki yaş ağırlıkları (g)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞ.	ACI ÇİÇEK		P DEĞ.
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
STRES ÖNCESİ	0. Gün	6,19±0,1 E	6,19±0,1 E	-	4,61±0,38 D	4,61±0,38 E	-
GEÇİCİ STRES UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	24,45±6,21 D	16,11±1,3 D	0,0851	10,92±2,93 C	7,83±0,21 D	0,1427
	20. GÜN	40,52±2,22 C	34,69±4,35C	0,1074	48,89±0,43 B a	35,44±0,43 C b	0,0000
GEÇİCİ STRES SONRASI DÖNEM	10. GÜN	80,97±0,55 B a	46,02±1,50 B b	0,0000	79,54±2,45 A a	42,58±2,55 B b	0,0001
	20. GÜN	109,98±3,19 A a	88,28±5,27 A b	0,0037	79,15±1,58 A a	52,66±1,71 A b	0,0000
P DEĞERİ		0,0000	0,0000	-	0,0000	0,0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Çarliston biber çeşidinin kontrol bitkilerinde dönemler boyunca bitkilerin toplam ağırlıklarında artışların olduğu tespit edilmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde geçici stres sonrası dönemin 10. ve 20. gününde toplam ağırlıklarında önemli ölçüde artışın olduğu belirlenmiştir. Geçici stres sonrası dönemin 10. gününde 46,02 grama ulaşan bitki toplam ağırlığının aynı dönemin 20. gününde ise yaklaşık iki katı bir gelişim gösterip 88,28 grama ulaştığı görülmüştür. Acı çiçek biber çeşidinde tuz uygulanan bitkilerin toplam ağırlıkları gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geçici stres sonrası dönemde önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinde geçici stres sonrası dönemin 10. ve 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin toplam ağırlıklarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 20. gün sonunda kontrol ile tuz uygulaması arasında toplam ağırlıkları bakımından istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde 48,89 g olan toplam ağırlık, tuz uygulanan bitkilerde 35,44 g olarak belirlenmiştir. Geçici stres sonrası döneminin 10. ve 20. gününde toplam ağırlıkları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Aynı dönemin 10. gününde kontrol bitkilerinin toplam ağırlıkları 79,54 g iken tuz uygulanan bitkilerde 42,58 g değerine düşmüştür. Geçici stres sonrası dönemin 20. gününde ise tuz uygulanan bitkilerin toplam ağırlıklarının arttığı ve 56,55 grama ulaştığı dikkati çekmektedir.

3. BULGULAR

3.1. Bitki Toplam Yaş Ağırlığındaki Değişimler

Tuz uygulaması dönemi ile stres sonrası dönemlerde, periyodik olarak alınan çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin toplam yaş ağırlıklarında gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

3.2. Bitki Yapraklarında Belirlenen Bazı Mikro Element Miktarları

3.2.1. Yapraklardaki Fe iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen demir miktarları Tablo 3.'de verilmiştir.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen Fe içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 20. gününde Fe miktarlarında düşüşün olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ve geçici stres sonrası dönemin 10. ve 20. gününde de Fe miktarlarındaki istatistiksel farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde uygulama döneminde demir miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde istatistiksel olarak en önemli farklılığın geçici stres sonrası dönemin 20. gününde olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki demir miktarları istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3. Tuz uygulaması öncesi (0. gün), tuz uygulama dönemi ve geçici stres sonrası dönemde periyodik olarak alınan biber bitkilerinin yapraklarda ölçülen demir miktarları ($\mu\text{g mg}^{-1}$ T.A.)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞ.	ACI ÇİÇEK		P DEĞ.
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
STRES ÖNCESİ	0.GÜN	33,23±5,73 B	33,23±5,73 B		36,81±9,38 B	36,81±9,38 A	-
GEÇİCİ STRES UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	35,00±5,93 B b	55,14±19,68 A a	0,1651	73,75±13,89 A a	29,08±8,55 AB b	0,0090
	20. GÜN	29,39±7,74 B	35,44±14,22 AB	0,5526	26,54±4,59 B	29,39±10,4 AB	0,6868
GEÇİCİ STRES SONRASI DÖNEM	10. GÜN	27,11±3,14 B	27,18±1,89 B	0,9729	36,64±17,7 B a	25,47±2,85 AB b	0,3431
	20. GÜN	54,69±6,85 A a	32,03±7,54 B b	0,0183	31,36±4,87 B a	22,48±2,48 C b	0,0483
P DEĞERİ		0,0018	0,1042		0,0033	0,2678	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Ancak geçici stres sonrası dönemin 20. gününde demir miktarları bakımından farklılıkların önemli olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde dönemler karşılaştırılma yapıldığında demir miktarlarında istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama döneminin 10. gününde ve geçici stres sonrası dönemin 20. gününde olduğu tespit edilmiştir.

3.2.2. Yapraklardaki Cu iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen bakır miktarları Tablo 4.'de verilmiştir.

Tablo 4. Tuz uygulaması öncesi (0. gün), tuz uygulama dönemi ve geçici stres sonrası dönemde periyodik olarak alınan biber bitkilerinin yapraklarında ölçülen bakır miktarları ($\mu\text{g mg}^{-1}$ T.A.)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞ.	ACI ÇİÇEK		P DEĞ.
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
STRES ÖNCESİ	0.GÜN	1,62±0,39 BC	1,62±0,39 BC	-	2,27±0,32 AB	2,27±0,32 A	-
GEÇİCİ STRES UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	3,00±0,13 A a	2,28±0,32 A b	0,0234	2,52±0,63 A	2,05±0,22 AB	0,2951
	20. GÜN	2,00±0,22 Ba	1,26±0,52 Bb	0,0880	1,11±0,22 C	1,19±0,35 C	0,7589
GEÇİCİ STRES SONRASI DÖNEM	10. GÜN	1,82±0,19 BC a	1,20±0,31 B b	0,0438	2,03±0,17AB a	1,25±0,72 BC b	0,1465
	20. GÜN	1,35±0,42 C	1,56±0,23 B	0,4891	1,59±0,25 BC	1,82±0,32 A-C	0,3982
P DEĞERİ		0,0005	0,0339		0,0055	0,0399	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen bakır içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 20. gününde düşüşün olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ve geçici stres sonrası dönemin 10. ve 20. gününde ise bakır miktarlarında ki istatistiksel farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde bakır miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama döneminde tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki bakır miktarları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat tuz uygulama dönemi ve geçici stres sonrası dönemlerinin 10. günündeki bakır miktarlarındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında bakır miktarlarında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir.

3.2.3. Yapraklardaki Zn iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen çinko miktarları Tablo 5. 'de verilmiştir.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen çinko içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 20. gününde Zn miktarında düşüşün olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ve geçici stres sonrası dönemin 10. ve 20. gününde ise çinko miktarlarındaki istatistiksel farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde çinko miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu, istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama döneminde olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki çinko miktarları farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Tablo 5. Tuz uygulaması öncesi (0. gün), tuz uygulama dönemi ve geçici stres sonrası dönemde periyodik olarak alınan biber bitkilerinin yapraklarında ölçülen çinko miktarları ($\mu\text{g mg}^{-1}$ T.A.)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞ.	ACI ÇİÇEK		P DEĞ.
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
STRES ÖNCESİ	0.GÜN	8,68±1,75 A	8,68±1,75 A	-	9,28±1,85 A	9,28±1,85 A	-
GEÇİCİ STRES UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	6,59±1,03 AB	6,90±1,46 AB	0,7810	5,86±0,57AB b	6,93±0,26 AB a	0,0433
	20. GÜN	4,00±0,51 C b	5,4±0,45BC a	0,0249	3,92±1,09 B b	5,01±0,62 BC a	0,2089
GEÇİCİ STRES SONRASI DÖNEM	10. GÜN	5,16±1,17 BC a	3,81±0,42 C b	0,1335	5,49±1,38 AB	4,20±0,51 C	0,2057
	20. GÜN	3,75±1,10 C	3,93±0,81C	0,8315	3,86±0,71B b	5,94±2,22 BC a	0,1990
P DEĞERİ		0,0025	0,0015	-	0,0017	0,0082	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Fakat 20. gün sonunda çinko miktarları bakımından farklılıkların önemli olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında çinko miktarlarında istatistiksel olarak en önemli farklılığın geçici stres sonrası dönemin 10. gününde olduğu tespit edilmiştir.

3.2.4. Yapraklardaki Mn iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen mangan miktarları Tablo 6. 'da verilmiştir.

Tablo 6. Tuz uygulaması öncesi (0. gün), tuz uygulama dönemi ve geçici stres sonrası dönemde periyodik olarak alınan biber bitkilerinin yapraklarında ölçülen mangan miktarları ($\mu\text{g mg}^{-1}$ T.A.)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞ.	ACI ÇİÇEK		P DEĞ.
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
STRES ÖNCESİ	0.GÜN	36,84±3,91B	36,84±3,91 B	-	36,53±3,50 A	36,53±3,50 A	-
GEÇİCİ STRES UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	30,67±1,28 C	27,85±4,12 B	0,3214	23,29±3,65 B	26,73±4,04 B	0,3357
	20. GÜN	19,14±2,57 D b	37,50±4,78 A a	0,0043	28,50±1,23AB a	17,15±1,31C b	0,0004
GEÇİCİ STRES SONRASI DÖNEM	10. GÜN	21,16±1,98 D	24,55±4,40 B	0,2913	27,17±9,46AB	22,81±2,57BC	0,4842
	20. GÜN	43,41±4,61 A a	26,18±4,04 B b	0,0083	19,61±3,92 B b	33,79±3,52 A a	0,0096
P DEĞERİ		0,0000	0,0090	-	0,0232	0,0001	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen mangan içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle geçici stres sonrası dönemin 10. gününde Mn miktarlarında düşüşün olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde mangan miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde Mn miktarları bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulaması ve geçici stres sonrası dönemin 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki mangan miktarları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat uygulama dönemi ve geçici stres sonrası dönemin 20. günü sonunda mangan miktarları bakımından farklılıkların önemli olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında mangan miktarlarında istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama dönemi ve geçici stres sonrası dönemlerin 20. gününde olduğu tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

Irshad ve ark. [20], Lacerda ve ark. [21], Cavalcanti ve ark., [22], Üzal [15], Üzal ve Yaşar [16]; Şevgin Zirek

[23], Öztaş [24], Yıldırım [25] gibi araştırmacılar tuz stresi altındaki bitkilerin gelişiminin olumsuz şekilde etkilendiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda, her iki biber çeşidinde de tuz stresinin bitki gelişimi üzerine olumsuz etkisinin olduğu görülmüştür. Geçici stres sonrası döneme geçildiğinde ise özellikle çarliston biber çeşidinde 20. günde kontrole en yakın değerlerin ölçüldüğü, hatta stress sonrası bitki gelişimi 20. günde 10. güne göre neredeyse iki katına çıkmıştır. Çarliston biber çeşidinin geçici stres sonrası dönemin 20. gününde bitki gelişiminin toparlayabildiği tespit edilmiştir. Bu veriler göz önüne alındığında tuz stresinden her iki biber çeşidinin de etkilendiği fakat geçici stres sonrası dönemde çarliston biber çeşidinde daha erken iyileşmelerin olduğu görülmüştür. Acı çiçek biber çeşidi ise metabolik aktiviteyi kontrol altında tutabilmek için bitki büyümesini sınırlandırarak bitkiyi kontrol edebilecek seviyede tutmuş olabileceği kanaatine varılmıştır. Geri kazanım sürecinde stres ortamı olmadığından dolayı bitkiler generatif fazdan vegetatif faza geçmiş bu nedenle bitki gelişimlerinde iyileşmelerin olduğu görülmüştür.

Tuzlu topraklarda yetişen bitkilerde mikro (Fe, Zn, Mn, ve Cu) besin elementlerinin çözünürlükleri ve taşınmaları zor olduğu için bu besin elementlerinin eksiklikleri görülür. Ancak bu eksiklikler, bitki türü, bitki dokusu, tuzluluk seviyesi ve çevresel koşullara göre farklılık gösterir. Böylece tuz stresinden dolayı bitkilerin türüne

bağlı olarak mikro element alınımını artırır ya da azalır [26]. Tuz stresine tepki olarak bazı bitkilerde Fe, Zn, Cu, Mn ve Mg gibi mikro besin maddelerinin alınımında artışların olduğunu bazı araştırmacılar belirtmişlerdir [27, 28, 29, 30, 31, 12, 32]. Yıldırım [25] biber bitkisinde yaptığı çalışmada Fe, Mn, Zn, ve Cu elementlerinin alınımının tuz stresi altında arttığını bildirmiş bunun sebebinin bitkilerin tuz stresine bir tür tepkisi olarak belirtmiştir. Yine Şevgin Zirek [23], biber bitkisinde tuz stresi üzerine magnezyumun etkilerini araştırdığı çalışmada tuz stresi altındaki bitkilerin Mn, Zn, ve Cu elementlerinin alınımının kontrol bitkilerine göre arttığını belirtmiştir. Ayrıca Shiyab [33] su kültüründe farklı tuz konsantrasyonlarını uyguladığı acı biber bitkisinin mikro element içeriklerini araştırdığı çalışmada kontrole göre bitkilerin Fe miktarının düştüğünü, Mn, Zn, ve Cu miktarlarının arttığını, Cornillon ve Palloix [34] ise su kültüründe biber çeşitlerine farklı tuz konsantrasyonlarını uyguladığı çalışmada ise tuz stresi uygulanan bitkilerin kök ve yapraklarında Zn konsantrasyonlarının arttığını tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmadan da bu bilgileri destekler nitelikte, bitki yapraklarında tuz uygulama döneminde Fe, Zn, Mn konsantrasyonlarında artışların olduğu belirlenmiştir. Mikro besin elementlerinin tuz stresi altındaki alımlarında yukarıda bahsettiğimiz araştırmacıların belirttiği gibi, tuza tepki olarak bu elementlerin alınımında kontrole göre artışlar olduğu kanaatine varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu makale Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenen (Proje no: FYL-2018-7594) yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Destekleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Yahya A. Responses to Soil of Sesame (*Sesamum indicum* L.) and Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). Doctoral thesis, Uppsala; 1998.
- [2] Quamme HA, Stushnoff C. Resistance to Environmental Stress. "In Methods in Fruit Breeding" (J.N.Moore.J. Janick.eds.). Purdue Univ. Press. West Lapayette, 1983; 242-266.
- [3] Tal M. Selection for Stress Tolerance. In "Handbook of Plant Cell Culture, Volume 1" (D.E. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato, Y. Yamada, eds.), Collier Macmillan Publishers, London, 1983;461-487.
- [4] Munns R, Termaat A. Whole-plant responses to salinity. Aust. J. Plant Physiol., 1986; 13: 143-160.
- [5] Brugnoli E., Lauteri M. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt-resistant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 non-halophytes. Plant Physiology, 1991; 95, 628-635.
- [6] Munns R, Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 2008; 59, 651- 681.
- [7] Villora G, Moreno D A, Pulgar G, Romero L. Yield improvement in zucchini under salt stress:

- determining micronutrient balance. Scientia Horticulturae, 2000; 86(3): 175-183.
- [8] Bohra JS, Döfling K. Potassium nutrition of Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties under NaCl salinity. Plant and Soil, 1993;152: 299-303.
- [9] Yaşar F. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin İn vitro ve İn Vivo Olarak İncelenmesi. (doktora tezi, basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003; Van.
- [10] Yasar F, Uzal O, Tufenkci S, Yıldız K. Ion accumulation in different organs of green bean genotypes grown under salt stress. European Journal of Horticultural Science, 2006; 71: 169-172.
- [11] Yıldız K, Üzal Ö, Yılmaz H. Consequences of NaCl Salinity on Growth and Ion Accumulation in Selected Strawberry Cultivars, European Journal of Horticultural Science, 2008; 73(2):69-72.
- [12] Üzal Ö, Yıldız K. Changes in Micronutrients Chloophyll Contents and Plant Growth of Some Strawberry Cultivars (*Fragaria x ananassa* L.) under Salt Stress. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 2013; 23(2), 76-82.
- [13] Levitt J. Responses of Plants to Environmental Stresses. 2nd ed. Academic Pres, New York, 1980;2: 607.
- [14] Daşgan HY, Koç S, Ekinci B, Aktaş H, Abak K. Bazı Fasülye Ve Börülce Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. Alatarım, 2006; 5 (1): 23-31.
- [15] Üzal, Ö. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinde Jasmonik Asidin Bitki Gelişimi ve Antioksidant Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi. (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van; 2009.
- [16] Üzal Ö, Yaşar, F. Karpuz Genotiplerinde [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.] Tohum ve Fide Yaprak Özellikleri ile Tuz Toleransı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 2017; 4 (3): 259-267.
- [17] Hoagland DR, Arnon DI. The water culture method for growing plants without soil. Circ.Calif. Agr. Exp. Sta., 1938; 347-461.
- [18] Kacar B. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları: 1994; 3, Ankara, 703s.
- [19] Taleisnik E, Peyran G, Arias C. Respose of Chlorisgayana Cultivars to Salinity. 1. Germination and Early Vegetatif Growth. Tropical Grassland, 1997; 31: 232-240.
- [20] Irshad M, Yamamoto S, Eneji AE, Endo T, Hona T. Urea and Manure Effect on Growth and Mineral Contents of Maize Under Saline Conditions. J Plant Nutrit, 2002; 25(1): 189- 200.
- [21] Lacerda CF, Cambraia J, Oliva M A, Ruiz HA. Changes in growth and in solute concentrations in sorghum leaves and roots during salt stress recovery. Environmental and Experimental Botany, 2005; 54(1): 69-76.
- [22] Cavalcanti FR, Lima JPMS, Ferreira-Silva SL, Viégas RA, Silveira JAG. Roots and leaves display contrasting oxidative response during salt stress and

- recovery in cowpea. Journal of plant physiology, 2007; 164(5): 591-600.
- [23] Şevgin Zirek N. Biber Bitkisinde Tuz Stresi Üzerine Magnezyumun Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 46-47s; 2017.
- [24] Öztaş Ö. Tuz Stresi Altındaki Biber Bitkisine Potasyum Uygulamalarının Etkisinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 53s; 2018.
- [25] Yıldırım O. Tuz Stresi Altındaki Biber Bitkisine Kalsiyum Uygulamalarının Etkisinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 74 s; 2019.
- [26] Page A, Chang A, Adriano D. Deficiencies and toxicities of trace elements. Agric Salinity Assess Manage., 1990;71: 138-160.
- [27] Alam SM. Nutrient Uptake by Plants Under Stress Conditions. Handbook of Plant and Crop Stress, 1999; 2: 285-313.
- [28] Moreno DA, Pulgar G., Romero L. Yield improvement in zucchini under salt stress: determining micronutrient balance. Scientia Horticulturae 2000; 86(3): 175-183.
- [29] Turhan E, Eriş A. Changes of Micronutrients, Dry Weight, and Chlorophyll Contents in Strawberry Plants Under Salt Stress Conditions, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2005; 36: 1021–1028.
- [30] Tunçtürk M, Yaşar F, Tunçtürk R. Effect of salinity stress on plant green weight and nutrient value of soybean (*Glycine max* L. merrill) cultivars, Asian Journal of Chemistry, 2009; 21, 1481-1489.
- [31] Tunçtürk M, Tunçtürk R, Yıldırım B, Ciftci V. Changes of micronutrients, dry weight and plant development in canola (*Brassica napus* L.) cultivars under salt stress, African Journal of Biotechnology, 2011; 10, 3726-3730.
- [32] Yaşar F, Üzal Ö, Yaşar Ö. Investigation of Micro Element Intake of Potassium (K⁺) and Salt Stress Applied Pepper Plants, International Journal of Scientific & Technology Research, 2018; 7, 131-134.
- [33] Shiyab S. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on macro and micro elements and protein content of hot pepper (*Capsicum annuum* L.), Journal of Food, Agriculture & Environment, 2011; 9 (2) 350-356.
- [34] Cornillon P, Palloix P. Influence of sodium chloride on the growth and mineral nutrition of pepper cultivars. Journal of Plant Nutrition, 1997; 20 (9): 1085–1094.