



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.269999



## Substrat kültüründe domates bitkisi yaprağında besin kapsamı, K/Na ve Ca/Na oranları üzerine besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün etkileri

Ahmet Korkmaz\*, Arife Karagöl, Ayhan Horuz

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Atakum, Samsun*

\*Sorumlu yazar/corresponding author: akorkmaz@omu.edu.tr

Geliş/Received 09/09/2015

Kabul/Accepted 04/04/2016

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı katı ortam kültüründe uygulanan besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün domates bitkisinin beslenmesine, K/Na ve Ca/Na oranlarına etkilerini belirlemektir. Artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün domates bitkisinin yaprağında K/Na ve Ca/Na oranına etkisi istatistiksel olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl yaprakta K/Na ve Ca/Na oranlarını önemli derecede azaltmıştır. Artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün domatesin yaprağında N, P, Mg, S, Fe, Zn ve Cu kapsamına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buna karşın NaCl'ün domates bitkisinin yaprağında K, Na, Ca, Mn ve B kapsamına etkisi istatistiksel olarak sırasıyla 0.01-0.05-0.05-0.05 ve 0.01 seviyelerinde önemli bulunmuştur. Besin çözeltisine NaCl ilavesi domates yaprağında K, Ca, Mn ve B kapsamını önemli derecede azaltmış, Na kapsamını artırmıştır.

**Anahtar Sözcükler:**  
Beslenme  
Ca/Na oranları  
Domates  
K/Na  
NaCl stresi  
Substrat kültürü

The effects of NaCl added in nutrient solutions on the ratios K/Na and Ca/Na, the nutrition of tomato plant growing in substrate culture

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effects of NaCl added in the increasing doses to the nutrient solutions on the ratios of K/Na and Ca/Na, the nutrition of tomato plant growing in substrate culture. NaCl were found to have effects on the nutrient element contents and rates of tomato leaves. The effect of NaCl added in nutrient solution on the K/Na and Ca/Na levels in leaves of tomato were found statistically significant at 0.01 levels. NaCl added in nutrient solution decreased the rates K/Na and Ca/Na of leaves significantly. The effect of NaCl added to the nutrient solution on the content of N, P, Mg, S, Fe, Zn and Cu in leaves of tomato were found statistically insignificant. But, the effect of NaCl added in nutrient solution on the content of K, Na, Ca, Mn and B in leaves of tomato were found significant statistical respectively at 0.01-0.05-0.05-0.05 and 0.01 levels. NaCl added to the nutrient solution decreased the content of K, Ca, Mn ve B of the leaves of tomato, but significantly increased the content of Na.

**Keywords:**  
Nutrition  
Ca/Na ratios  
Tomato  
K/Na  
NaCl stress  
Substrate culture

© OMU ANAJAS 2016

### 1. Giriş

Üretimin doğrudan besin eriyiklerinde gerçekleştirilmesi su kültürü (hidroponik), sulamanın besin eriyikleri ile yapılması koşuluyla perlit, kum, çakıl, kaya yünü, talaş ve torf gibi ortamlarda gerçekleştirilmesi katı ortam kültürü olarak adlandırılır (Sevgican, 1999).

Olumsuz etkileri bulunmakla birlikte yüksek EC'li besin çözeltisi uygulamasından özellikle domates yetiştiriciliğinde dikim sonrasında vejetatif ve generatif gelişmeyi dengeleyerek meyve tutumunu teşvik etmek, ayrıca meyve kalitesini artırmak amacıyla

faýdalanılmaktadır. Tuz stresinin domates meyvelerinde şeker, organik asit, kuru madde ve antioksidan içeriğini artırdığı, meyvelerin homojen bir şekilde kızarmasını sağladığı bilinmektedir. Bu nedenle topraksız tarım tekniği ile domates yetiştiriciliğinde meyve kalitesini artırmak için besin çözeltisinin EC'sini artırma yoluna gidilmektedir. Bu işlem (1) besin çözeltisine ilave edilen gübre miktarını artırma veya (2) besin çözeltisine tuz (NaCl) ilave etme şeklinde gerçekleştirilmektedir. İkinci yol, daha ucuz olduğundan daha fazla tercih edilmektedir (Gül, 2012).

Bitkilere uygulanan besin çözeltisinin EC'sinin yüksek olması durumunda ise bitkiler tuz stresine maruz

kalırlar. Tuz stresi; değişik tuzların gelişme ortamında bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanmış, bu tuzların genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlar olduğu belirtilmiştir. Bitkiler tuz stresinden iki şekilde etkilenmektedir.

1. Osmotik etki: Ortamda tuz miktarının artması sonucu osmotik basıncın artması ve ortamda su potansiyelinin düşmesi ve köklerin su alımının engellenerek bir çeşit kuraklık stresine sebep olmasındır.

2. Toksik etki: Tuz iyonlarının yüksek konsantrasyonlarda olması halinde bitkide toksik etkiler görülür. Özellikle Na iyonu bitkilerde fazla alındığında mitoz bölünmesi ve bazı enzimlerin aktiviteleri engellenerek bitki gelişimi ve büyümesi önemli derecede sınırlandırılır (Kocaçalışkan, 2003; Kuşvuran, 2010).

Cerda ve ark. (1995), bitki gelişmesi üzerinde tuzun zararlı etkisinin iyonik dengesizlikten özellikle  $Ca^{+2}$  ve  $K^{+}$  dengesizliğine sebep oluşundan ileri geldiğini bildirmişlerdir. Bazı orman ağaç türlerinde  $Cl^{-}$  iyonunun  $Na^{+}$  dan daha toksik olduğu bildirilmiştir (Shannon ve ark., 1994). Tuzlu besin çözeltisinde  $Na^{+}/Ca^{+2}$  ve  $Na^{+}/K^{+}$  oranlarının yüksek olması halinde membran geçirgenliğinin arttığı, köklerde ve gövde+yaprakta  $Na^{+}$  ve  $Cl^{-}$  ün biriktiği belirtilmiştir (Lutts ve ark., 1996).

Tuzluluk, bitkiler üzerindeki doğrudan etkisini osmotik ve iyon stresi oluşturarak gösterirken, dolaylı etkisini (sekonder etki) bu stres faktörleri sonucu bitkide meydana gelen yapısal bozulmalar ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi ile gösterir.  $NaCl$  ün sebep olduğu başlıca sekonder etkileri; DNA, protein, klorofil ve zar fonksiyonuna zarar veren aktif oksijen türlerinin (AOT) sentezi; fotosentezin inhibisyonu; metabolik toksite; K alımının engellenmesi ve hücre ölümü olarak sayılabilir (Botella ve ark., 2005; Hong ve ark., 2009).

Tuz stresinin bitkilerde iyonik ve osmotik komponentlere ilave olarak süperoksit ( $O_2^{-}$ ), hidrojenperoksit ( $H_2O_2$ ) ve hidroksil ( $OH^{\cdot}$ ) radikallerini artırarak oksidatif strese yol açtığı da bildirilmiştir (Mittler, 2002). Tuz stresinin osmotik strese, iyonik strese ve reaktif oksijen oluşumuna sebep olarak bitkiye zarar verdiği belirtilmiştir (Shalata ve Tal, 1998). Araştırmacılar oksidatif stres sürecinde reaktif oksijenin aşırı üretimi sonucu hücrenin öldüğünü ve hücre membranlarının zarar gördüğünü de bildirmişlerdir.

Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ile miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. Tuzlu ortamlarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı cevap verirler (Dajic, 2006). Tuzluluğa karşı verilen bu farklı büyüme cevapları sadece farklı iki bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir (Munns, 2002). Korkmaz ve ark. (2012) biber bitkisinin (*Capsicum annum* L.) tuza toleransını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada tohuma 0, 1, 5 ve 25 mM glycine betaine (GB) ve fide çıkışını müteakip 4 yapraklı dönemde 150 mM  $NaCl$  tuzu uygulamışlardır. Çalışma sonunda 5 mM GB'nin biber

bitkisinin tuza toleransını artırdığını bildirmişlerdir. Horuz ve Korkmaz (2014) tuzlu topraklarda yetiştirilen çeltik bitkisine uygulanacak optimum Si dozunun 200 mg/kg olduğunu ve çeltik yetiştiriciliğinde silisyumlu gübrelemenin toprakta tuzluluk ve alkaliliğin zararlarını azaltan pratik bir uygulama olabileceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı katı ortam kültüründe besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen  $NaCl$  ün domates bitkisi yaprağının besin element kapsamı ile K/Na ve Ca/Na oranı üzerine etkilerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Denemede katı ortam olarak torf ve perlit 1:1 oranında karıştırılarak hazırlanan harç kullanılmıştır. Çapı 16.5 cm ve derinliği 19 cm olan 3 litrelik saksılara 770 gr mutlak kuru harç konulmuştur. İyi bir drenaj için saksıların dibi delinmiştir.

Domates için besin çözeltisinin makro element içeriği Montesano ve Van Iersel (2007)'ye göre, mikro element içeriği ise Hoagland ve Arnon (1950) besin çözeltisinde belirtilen mikro element değerlerine göre hazırlanmıştır. Kullanılan besin çözeltisinde makro ve mikro besin element içeriği aşağıda vermiştir:

11.1 mM  $NO_3^{-}$ ; 0.87 mM  $H_2PO_4^{-}$ ; 6.37 mM  $K^{+}$ ; 2.8 mM  $Ca^{+2}$ ; 1.71 mM  $Mg^{+2}$ ; 1.71 mM  $SO_4^{-2}$ ; 2.5 mg/L Fe; 0.5 mg/L Mn; 0.5 mg/L B; 0.02 mg/L Cu; 0.05 mg/L Zn; 0.01 mg/L Mo'dır. Bu besin çözeltisini hazırlamak için  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $KNO_3$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $MnCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $H_3BO_3$ ,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $(NH_4)_6Mo_7O_{27} \cdot 4H_2O$ , Fe-EDDHA kullanılmıştır. Besin çözeltisine 0 (kontrol), 14.1, 44.4 ve 70.4 mM dozlarında  $NaCl$  ilave edilmiştir.

İlave edilen  $NaCl$  dozuna bağlı olarak besin çözeltisinin pH'sı doz sırasına göre 6.09, 6.00, 5.94 ve 5.87; besin çözeltisinin EC'si doz sırasına göre 1.63, 2.08, 4.31 ve 7.10 dS/m; besin çözeltisinin sodyum adsorpsiyon oranı doz sırasına göre 0, 6.65, 20.94 ve 33.21 şeklinde değişmiştir.  $NaCl$  ilavesi besin çözeltisinin pH'sını önemli derecede etkilememiş, fakat besin çözeltisinin EC'sini ve sodyum adsorpsiyon oranını artırmıştır. Besin çözeltisinin sodyum adsorpsiyon oranı (SAO) =  $Na(me/L) / \sqrt{Ca+Mg/2(me/L)}$ 'dir.

Denemede farklı konular üç tekerrürlü olarak uygulanmış, Tybiff Aq domates çeşiti fideleri 15/04/2013 tarihinde her saksıya bir bitki gelecek şekilde dikilmiştir. Besin çözeltisi uygulamaları dikimle beraber başlatılmış, her saksıya toplam 35 gün 20/05/2013 tarihine kadar her gün 100 ml besin çözeltisi, 20/05/2013 tarihinden itibaren çiçeklenmeden veya meyve tutumu başlangıcından sonra ise bitki başına her saksıya günde 200 ml besin çözeltisi uygulanmıştır.

Bütün denemelerde saksılar her gün tartılarak sulanmış ve ortam sürekli tarla kapasitesinde tutulmaya çalışılmıştır. Bitkinin ileriki dönemlerinde yapılan sulamalarda saksıların tartılamaması sebebiyle sulama, uygulanan suyun az bir kısmı drene olacak şekilde

yapılmıştır.

Hasat sırasında yaprak örnekleri alınmış, 65 °C'de kurutulduktan sonra öğütülmüştür.

Yapraktan toplam N kapsamı Kjeldahl yöntemiyle, toplam P kapsamı Barton yöntemiyle spektrofotometrik olarak, toplam K ve Na kapsamı fleym fotometrik olarak, toplam Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu kapsamı atomik absorpsiyon spektrofotometre ile toplam S kapsamı türbidimetrik olarak spektrofotometre ile Kacar ve İnal (2008)'e göre belirlenmiştir. Ayrıca yaprakta toplam B kapsamı Bayraklı (1987) tarafından bildirildiği şekilde azometin-H yöntemine göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Besin çözeltisine ilave edilen NaCl'ün domatesin beslenmesi üzerine etkileri tesadüf parsellerine göre

yapılan varyans analizleriyle belirlenmiş ve ortalamalar LSD (P<0.05) testiyle karşılaştırılmıştır (Yurtsever, 1982).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün domatesin yaprağında K/Na, Ca/Na, Ca/Mg ve Ca/K oranlarına etkisi

Besin çözeltisine NaCl'ün artan dozlarda ilave edildiğinde elde edilen bitkinin yaprağında K/Na, Ca/Na, Ca/Mg ve Ca/K oranlarına ilişkin değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Besin çözeltisine artan miktarlarda uygulanan NaCl'ün yaprakta K/Na, Ca/Na, Ca/Mg ve Ca/K oranlarına etkisi

NaCl (mM)	K/Na	Ca/Na	Ca/Mg	Ca/K
0	4.37a*	28.29a	4.96	6.44
14.1	0.77b	7.73b	4.93	8.16
44.4	0.45b	3.21b	3.03	8.62
70.4	0.54b	2.33b	2.94	8.02
LSD <sub>0.05</sub>	0.61	11.11	-	-

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur

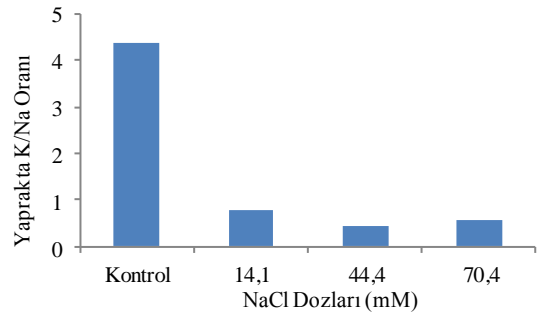
Çizelge 1. Besin çözeltisine artan miktarlarda uygulanan K/Na, Ca/Na, Ca/Mg ve Ca/K oranlarına etkisi

Artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün domates bitkisinin yaprağında K/Na ve Ca/Na oranına etkisi istatistiksel olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Buna karşın NaCl ilavesinin yaprakta Ca/Mg ve Ca/K oranına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

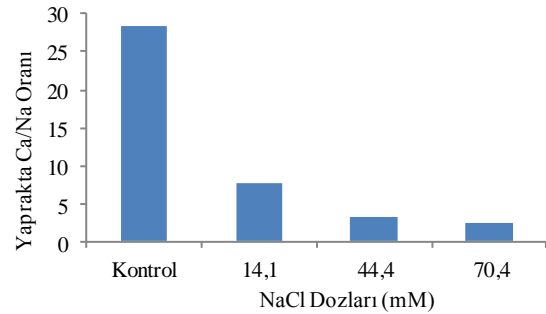
Kontrolde yaprakta K/Na oranı 4,37 bulunmuş, besin çözeltisine 14.1-44.4 ve 70.4 mM dozlarında NaCl ilave edildiğinde sırasıyla K/Na oranı 0.77-0.45 ve 0.54'e düşmüştür (Şekil 1). Bu sonuç, NaCl'ün etkisiyle yaprakta K kapsamının azaldığını veya Na kapsamının arttığını göstermektedir.

K/Na oranı bitkilerin tuza toleranslarının önemli bir indeksi olduğu ifade edilmektedir. Din ve ark. (2001), K/Na oranının tuzluluğa bağlı olarak düştüğünü, tuza maruz bırakılan bitkilere yaprak ve topraktan uygulanan K'un ise K/Na oranını yükselttiğini bildirmişlerdir. NaCl uygulamasının domatesin yapraklarında Na kapsamını artırdığını, K kapsamını ve K/Na oranını azaltarak tuz stresini artırdığını, tuz stresindeki domatesin K/Na oranında bir azalma eğilimi görüldüğü bildirilmiştir (Babu ve ark., 2012).

Kontrolde yaprakta Ca/Na oranı 28,29 bulunmuş, besin çözeltisine 14.1-44.4 ve 70.4 mM dozlarında NaCl ilave edildiğinde sırasıyla Ca/Na oranı 7.73-3.21 ve 2.33'e düşmüştür. Bu sonuç NaCl'ün bitkinin Ca kapsamını azalttığını göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 1. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl'ün yaprakta K/Na oranına etkisi



Şekil 2. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl'ün yaprakta Ca/Na oranına etkisi

Yüksek tuz düzeylerinde su absorpsiyonundaki azalma nedeniyle Ca absorpsiyonunda azalma görüldüğü bildirilmiştir. NaCl'ün EC 3 mS/cm'den 5.5 ve 8 mS/cm düzeyine yükseltecek şekilde artırılması halinde domates bitkisinin K alımının sırasıyla % 27 ve % 36 oranında azaldığı ve ayrıca su alımının sırasıyla % 7 ve % 15 oranlarında azalmasından dolayı Ca alımının sırasıyla % 5 ve % 15 oranlarında azaldığı bildirilmiştir (Adams ve El-Gizawy, 1986; Ho ve Adams, 1995).

Ehret ve Ho (1986), domateste EC'nin 2'den 17 mS/cm'ye artması sonucu su absorpsiyon kapasitesinin azalmasından dolayı genç domates bitkilerinde Ca absorpsiyon hızının % 87 oranında azaldığını rapor etmişlerdir.

Diğer yandan besin çözeltisine NaCl ilavesi yaprakta

Ca/Mg ve Ca/K oranlarını etkilememiştir. Kontrolde yaprakta Ca/Mg ve Ca/K oranları sırasıyla 4.96 ve 6.44 bulunmuş, 14.1-44.4 ve 70.4 mM dozlarında NaCl ilave edildiğinde ise sırasıyla yaprakta Ca/Mg ve Ca/K oranları 4.93-8.16; 3.03-8.62 ve 2.94-8.02 bulunmuştur.

### 3.2 Besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün domatesin yaprağında besin element kapsamlarına etkisi

Besin çözeltisine NaCl artan dozlarda ilave edildiğinde elde edilen bitkinin yaprağında N, P, K, Ca, Mg, Na, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve B kapsamlarına ilişkin değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün domatesin yaprağında besin element kapsamlarına etkisi

NaCl (mM)	N.%	Değer.	P. %	Değer.	K.%	Değer.	Na.%	Değer.
0	2.32	<2.0 noksan	0.21	<0.2 noksan	0.88a*	<1.5 Noksan	0.21c	> 0.40 ise toksik
14.1	2.12	2.0-3.0 yeter	0.23	0.2-0.4 yeter	0.47bc	1.5-2.5 Yeter	0.62b	
44.4	2.36	>3.0 yüksek	0.20	>0.4 yüksek	0.37c	>2.5 Yüksek	1.01a	
70.4	3.69		0.26		0.55b		1.05a	
LSD <sub>0.05</sub>	-		-		0.10		0.23	
NaCl (mM)	Ca. %	Değer	Mg. %	Değer.	S. %	Değer	Fe. ppm	Değer
0	5.70a*	<1.0 noksan	1.37	<0.25 noksan	1.58	<0.30 noksan	353	<40 noksan
14.1	4.79ab	1.0-2.0 yeter	1.06	0.25-0.50	1.18	0.30-0.60	346	40-100 yeter
44.4	3.16bc	>2.0 yüksek	1.04	yeter	1.23	yeter	340	>100 yüksek
70.4	2.51c		0.95	>0.50 yüksek	1.12	>0.60 yüksek	349	
LSD <sub>0.05</sub>	2.07		-		-		-	
NaCl (mM)	Mn. ppm	Değer	Zn. ppm	Değer.	Cu. ppm	Değer	B.	Değer
0	254a*	<30 noksan	18	<20 noksan	10	<5 noksan	69a	<20 noksan
14.1	187b	30-100 yeter	17	20-40 yeter	10	5-10 yeter	71a	20-40 yeter
44.4	163b	>100 yüksek	17	>40 yüksek	8	>10 yüksek	53b	>40 yüksek
70.4	153b		17		9		49b	
LSD <sub>0.05</sub>	62.07		9.22		-		-	

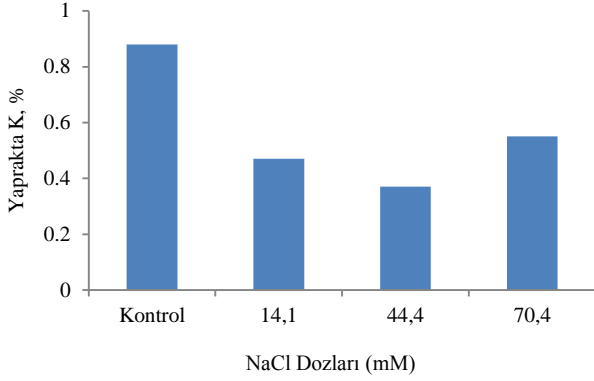
\*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur

Artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün domatesin yaprağında N, P, Mg, S, Fe, Zn ve Cu kapsamına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buna karşın NaCl'ün K, Na, Ca, Mn ve B kapsamına etkisi istatistiksel olarak sırasıyla 0.01-0.05-0.05 ve 0.01 seviyelerinde önemli bulunmuştur.

Artan dozlarda NaCl ilave edilerek yetiştirilen domates bitkisinin yaprağında N kapsamı %2.12-3.69 arasında olup yeterli (%2.0-3.0 N arası yeterli); P kapsamı %0.20-0.26 arasında olup yeterli (%0.2-0.4 P arası yeterli); Mg kapsamı %0.95-%1.37 arasında olup yüksek (%0.25-0.50 Mg arası yeterli); S kapsamı %

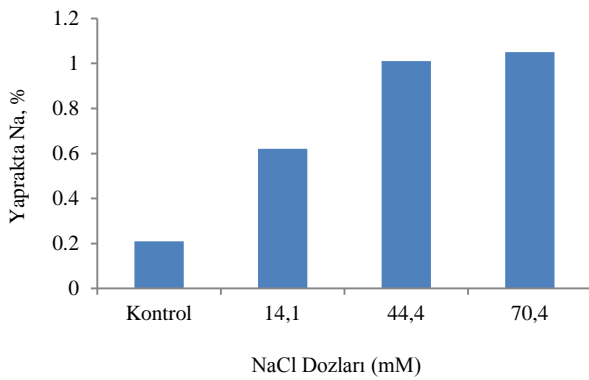
1.12-1.58 arasında olup yeterli (%0.3-0.6 S arası yeterli) bulunmuştur (Hochmuth ve ark., 2004).

Besin çözeltisine NaCl ilavesi domates yaprağında K kapsamını azaltmış bu azalma bütün NaCl dozlarında kontrole göre önemli bulunmuştur (Şekil 3). Domates yaprağında K kapsamı %0.37-0.88 arasında olup noksan (< %1.5 K noksan, %1.5-2.5 K arası yeterli) bulunmuştur (Hochmuth ve ark., 2004).



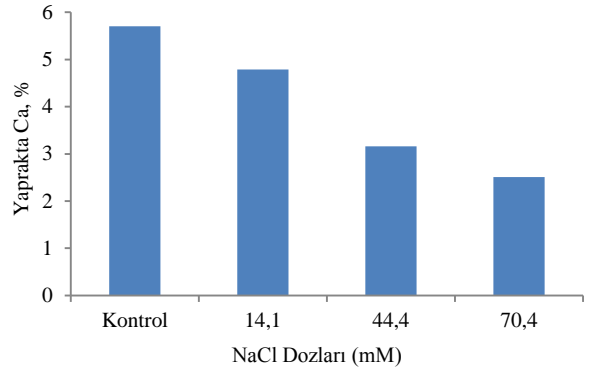
Şekil 3. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl'in yaprakta K kapsamına etkisi

Besin çözeltisine NaCl ilavesi domates yaprağında Na kapsamını artırmış bu artış bütün NaCl dozlarında kontrole göre önemli bulunmuştur (Şekil 4). Domates yaprağında Na kapsamı %0.21-1.05 arasında bulunmuştur. Na kapsamı kontrolde (NaCl: 0) % 0.21 iken, besin çözeltisine 44.4 ve 70.4 mM NaCl ilave edildiğinde yetiştirilen domatesin yaprağında Na kapsamı sırasıyla %1.01 ve %1.05 seviyelerine yükselmiş ve toksite gözlenmiştir (Yaprakta Na kapsamı > %0.40 ise toksik, Kacar ve Katkat, 2010).



Şekil 4. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl'in yaprakta Na kapsamına etkisi

Besin çözeltisine NaCl ilavesi domates yaprağında Ca kapsamını azaltmış, bu azalma 44.4 ve 70.4 mM NaCl dozlarında kontrole göre önemli, 14.1 mM NaCl dozunda ise önemsiz bulunmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl'in yaprakta Ca kapsamına etkisi

Domates yapraklarının Ca kapsamları %2.51-5.70 arasında olup yüksek (%1-2 Ca yeterli) bulunmuştur (Hochmuth ve ark., 2004).

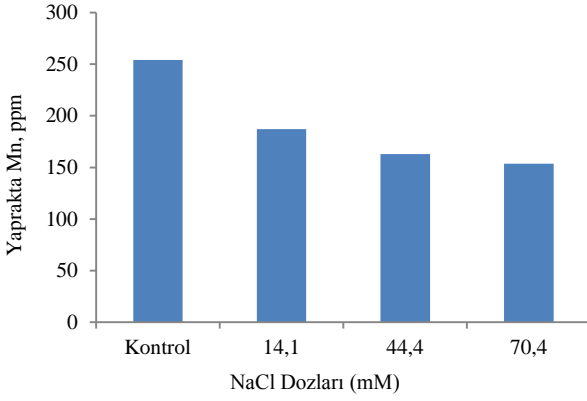
Tuzluluk şartlarında bitki gelişimini ve üretimini azaltan sebeplerin su stresi, iyon toksitesi ve besin elementlerinin, özellikle K ve Ca'un alımını, taşınımını ve kullanımını azaltmış olduğunu bildirmişlerdir (Marschner, 1995; Tester ve Davenport, 2003; Munns ve ark. 2006).

Tuzlu şartlarda yetiştirilen bitkilerde görülen ve metabolik faaliyetlerde önemli aksamalara neden olan olumsuz faktörlerden birisi de besin dengesizliğidir. Kök bölgesinde artan Na alımına bağlı olarak rekabet sonucu başta Ca olmak üzere K, P ve N alımları olumsuz etkilenmektedir. Bu durum Na ile diğer elementler arasında ki antagonizmden ileri gelmektedir (Fageria, 2001).

Esmaili ve ark. (2008), sorgumda tuz seviyesi arttıkça % N, Ca, Mg, Na ve Cl kapsamının arttığını, % N, K, Ca alımının azaldığını, belirtmişlerdir.

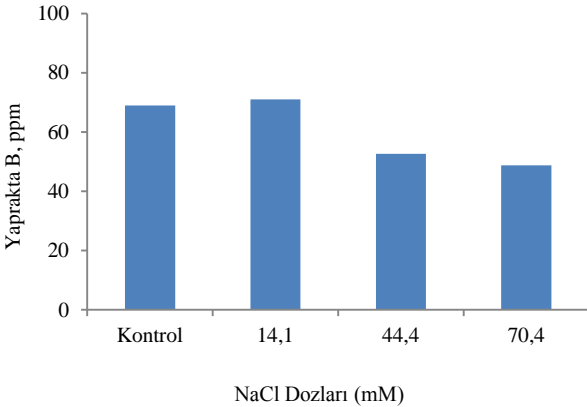
Tuzluluk stresi altındaki bitkilerde kök bölgesinde artan Na konsantrasyonuna bağlı olarak yaprak ve köklerde Na içeriği artarken Ca ve K gibi kationların içerikleri azalmaktadır. Araştırmacılar tuz uygulamasının bitki kuru ağırlığında, bitki boyunda ve sap çapında olumsuz etkilere sebep olduğunu bildirmişler, tuz uygulamasının yapraklardaki makro element kapsamını genelde olumsuz etkilediğini, besin çözeltisine ilave olarak verilen Ca, Mg ve K'lu bileşikler ile mısır bitkisinin yaprak ve köklerinde N, P, Ca, K ve Mg içeriklerinde artış saptandığını da bildirmişlerdir (Yakıt ve Tuna, 2006).

Besin çözeltisine NaCl ilavesi domates yaprağında Mn kapsamını azaltmış bu azalma bütün NaCl dozlarında kontrole göre önemli bulunmuştur (Şekil 6). Mn kapsamları bakımından 14.1-44.4 ve 70.4 mM NaCl dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Domates yapraklarının Mn kapsamı 154-254 ppm arası olup yüksek (30-100 ppm Mn arası yeterli) bulunmuştur (Hochmuth ve ark., 2004).



Şekil 6. Besin çözeltilisine ilave edilen NaCl'ün yaprakta Mn kapsamına etkisi

Besin çözeltilisine NaCl ilavesi 14.1 mM dozunda kontrole göre B kapsamını istatistiksel olarak önemli derecede etkilememiş buna karşın 44.1 ve 70.4 mM dozlarında kontrole göre B kapsamını istatistiksel olarak önemli derecede azaltmıştır (Şekil 7). 44.4 ve 70.4 mM NaCl dozlarında yetiştirilen domates bitkisinin yaprağında B kapsamı istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Domatesin yapraklarının B kapsamı 49-71 ppm arasında bulunmuştur (Hochmuth ve ark., 2004).



Şekil 7. Besin çözeltilisine ilave edilen NaCl'ün yaprakta B kapsamına etkisi

Bitki dokusunda türlere bağlı olarak B, SO<sub>4</sub> ve Cl kapsamları arasında negatif ilişkiler bulunmuş, SO<sub>4</sub> ve Cl'un bitki dokusunda B kapsamını azalttığı belirtilmiştir (Grattan ve Grieve, 1999).

Değişik buğday ve çeltik çeşiti üzerinde araştırmalar yapan Alpaslan ve ark. (1998), tuz stresinde bitkilerin başta Cu olmak üzere Zn ve Cu alımlarının arttığını saptamışlardır.

#### 4. Sonuç

İlave edilen NaCl besin çözeltilisinin pH değerlerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. NaCl

miktarı arttıkça besin çözeltilisinin EC ve sodyum adsorpsiyon oranı değerleri artmıştır.

Kontrolde yaprakta K/Na oranı 4.37 bulunmuş, besin çözeltilisine 14.1-44.4 ve 70.4 mM dozlarında NaCl ilave edildiğinde sırasıyla K/Na oranı 0.77-0.45 ve 0.54'e düşmüştür. Bu sonuç NaCl'ün etkisiyle yaprakta K kapsamının azalttığını veya Na kapsamını arttırdığını göstermektedir. Kontrolde yaprakta Ca/Na oranı 28.29 bulunmuş, besin çözeltilisine 14.1-44.4 ve 70.4 mM dozlarında NaCl ilave edildiğinde sırasıyla Ca/Na oranı 7.73-3.21 ve 2.33'e düşmüştür. Bu sonuç NaCl'ün bitkinin Ca kapsamını azalttığını göstermektedir.

Artan dozlarda ilave edilen NaCl'ün domates bitkisinin yaprağında N, P, Mg, S, Fe, Zn ve Cu kapsamına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buna karşın NaCl'ün domates bitkisinin yaprağında K, Na, Ca, Mn ve B kapsamına etkisi istatistiksel olarak sırasıyla 0.01-0.05-0.05-0.05 ve 0.01 seviyelerinde önemli bulunmuştur.

Besin çözeltilisine NaCl ilavesi domates yaprağında K kapsamını önemli derecede azaltmış, fakat Na kapsamını önemli derecede artırmıştır. Besin çözeltilisine NaCl ilavesi domates yaprağında Ca ve Mn kapsamını azaltmış, Ca kapsamındaki azalma 44.4 ve 70.4 mM NaCl dozlarında kontrole göre önemli; 14.1 mM NaCl dozunda ise önemsiz bulunmuştur. Mn kapsamındaki azalma ise bütün NaCl dozlarında kontrole göre önemli bulunmuştur. Besin çözeltilisine NaCl ilavesi 14.1 mM dozunda kontrole göre B kapsamını istatistiksel olarak önemli derecede etkilememiş buna karşın 44.1 ve 70.4 mM dozlarında kontrole göre B kapsamını istatistiksel olarak önemli derecede azaltmıştır.

#### Kaynaklar

- Adams, P., El Gizawy, A.M., 1986. Effect of salinity and watering level on the calcium content of tomato fruit, *Acta Hort.*, 190: 253-259.
- Alpaslan, M., Güneş, A., Taban, S., Erdal, İ., Tarakcıoğlu, C., 1998. Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko, ve mangan içeriklerindeki değişimler, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22: 227-233.
- Babu, M.A., Singh, D., Gothandam, K.M., 2012. The effect of salinity on growth, hormones and mineral elements in leaf and fruit of tomato cultivar pkm1. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(1): 159-164.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. OMÜ. Ziraat Fakültesi. O.M.Ü Yayın No:17, Samsun.
- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., 2005. Plant adaptive responses to salinity stress, plant abiotic stress. Blackwell Publishing Ltd., 270p., Pondicherry, India
- Cerda, A., Pardines, J., Botella, M.A., Martinez, V., 1995. Osmotic sensitivity in relation to salt sensitivity in germination of barleyseeds. *Plant Cell Environ.*, 9: 721-725.
- Dajic, Z., 2006. Salt Stress, Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants, ISBN-13 978-1-4020-4224-9, 345p., Dordrecht, The Netherlands.
- Din, C., Mehdi, S.M., Sarfraz, M., Hassan G., Sadiq, M., 2001. Comparative efficiency of foliar and soil application

- of K on salt tolerance in rice, Pakistan Journal of Biological Sciences, 4: 815-817.
- Ehret, D.L., Ho, L.C., 1986. The effect of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. Journal of Horticultural Science, 61: 361-367.
- Esmaili, E.E., Kapourchal, S.A., Malakouti, M.J., Homae, M., 2008. Interactive effect of salinity and two nitrogen fertilizers on growth and composition of sorghum. Plant Soil Environ., 54 (12): 537-546.
- Fageria, V.D., 2001. Nutrient interactions in crop plants. J. Of Plant Nutrition, 24(8): 1269-1290.
- Grattan, S.R., Grieve, C.M., 1994. Mineral Nutrient Acquisition and Response by Plants Grown in Saline Environments. In: Hand Book of Plant and Crop Stress, Pessarakli, M. (Ed.). Marcel Dekker Inc., New York, USA., pp. 203-226.
- Gül, A., 2012. Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık 2. Baskı, ISBN:978-975-8377-83, 144 s., Ankara.
- Ho, L.C., Adams, P. 1995. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality, Acta Hort., 396: 33-44.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agric. Exp. Stn. Circ. 347, 39p., California.
- Hochmuth, G., Maynard, D., Vavrina, C., Hanlon, E., Simonne, E., 2004. Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetables Crops in Florida, HS964, Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/EP/EP08100>, [Erişim: 20 Ağustos 2015].
- Hong, C.Y., Chao, Y.Y., Yang, M.Y., Cho, S.C., Kao, C.H., 2009. Na<sup>+</sup> But Not Cl<sup>-</sup> or Osmotic Stress is involved in NaCl Induced Expression of Glutathione Reductase in Roots of Rice Seedlings. Journal of Plant Physiology, 166: 1598-1606.
- Horuz, A., Korkmaz, A., 2014. Çeltikte (*Oryza sativa* L.) Tuz Stresinin Azaltılmasında Silisyumlu Gübrelemenin Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi - Journal of Agricultural Sciences, 20(3): 215-229
- Kacar, B., Katkat, V.A., 2010. Bitki Besleme. Nobel Yayın No:849, Fen Bilimleri: 30, 5. Baskı Nobel Yayıncılık, ISBN: 978-975-591-834-4., 658 s., Ankara
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayın No:1241, Fen Bilimleri: 63, 912 s., Ankara
- Kocaçalışkan, İ., 2003. Bitki Fizyolojisi. DPÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Yayını, 420, Kütahya.
- Korkmaz, A., Şirikçi, R., Kocaçınar, F., Değer, Ö., Demirkıran, A.R. 2012. Alleviation of salt-induced adverse effects in pepper seedlings by seed application of glycinebetaine. Scientia Horticulturea, 148: 197-205
- Kuşvuran, Ş. 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J., 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot., 78: 389-398.
- Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants, Academic Press, New York, 657-680.
- Mittler, R., 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance., TRENDS in Plant Science, 7: 405-410.
- Montesano, F., Van Iersel, M.W., 2007. Calcium can prevent toxic effects of Na<sup>+</sup> on tomato leaf photosynthesis but does not restore growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 132(3): 310-318.
- Munns, R, James, R, Lauchli, A., 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 57: 1025-1043.
- Munns, R., 2002. Salinity, growth and phytohormones salinity, environment-plants-molecules. Published by Kluwer Academic Publishers, ISBN: 1-4020-0492-3, 522p. Dordrecht, Netherlands.
- Sevgican, A., 1999. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım), Cilt-II.Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:526, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Shalata, A., Tal, M., 1998. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. Physiologia Plantarum, 104: 169-174.
- Shannon, M.C., Grieve C.M., Francois, L.C., 1994. Whole-plant response to salinity, In: Plant Environ., Interact. (Ed.: R.E.Wilkinson), M. Dekker Inc. N.Y., pp 199-244.
- Tester, M., Davenport, R., 2003. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. Annals of Botany, 9: 503-527.
- Yakıt, S., Tuna, A.L., 2006. Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nin etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 59-67.
- Yurtsever, N., 1982. Tarla Deneme Tekniği, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 91, Ankara.