

Değişik Mısır (*Zea Mays L. Cvs.*) Çeşitlerinin Tuz Stresine Duyarlılıkları

Süleyman TABAN, Aydın GÜNEŞ, Mehmet ALPASLAN, Hesna ÖZCAN
Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 06110 Ankara-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 18.11.1997

Özet: Türkiye de yaygın olarak yetiştirilen sekiz mısır çeşidinin (Riogrande, PostKLF, Postkontrol, Alkantara, G-4662 Dracma, Tarım, Fanion ve Kelty) tuz stresine duyarlılıkları araştırılmıştır. Bu amaçla toprağa 68 mmol/kg NaCl ilave edilmiştir. Tuz ilave edilen ve edilmeyen toprakta yetiştirilen mısır çeşitlerinin tuzluluğa gösterdikleri duyarlılık değişik bitkisel parametreler ile karşılaştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, Kelty, Post-KLF, Postkontrol ve G-4662 Dracma çeşitleri diğer çeşitlere göre tuza daha dayanıklı oldukları belirlenmiş ve bu çeşitler tuzlu alanlar için önerilmiştir. Tuz stresi altında bu çeşitlerin kuru madde miktarları diğer çeşitlere göre daha az etkilenmiş ve genelde Na ve Cl içerikleri diğer çeşitlere göre daha düşük olmuştur. Tuz stresi altında çeşitlerin P ve Mn içerikleri artmış, K içeriği azalmış, Fe, Cu ve Zn içerikleri ise çeşitlere göre değişimler göstermiştir.

Sensitivity of Various Maize (*Zea mays L. cvs.*) Varieties to Salinity

Abstract: The salinity resistance of eight maize varieties (Riogrande, PostKLF, Postkontrol, Alkantara, G-4662 Dracma, Tarım, Fanion and Kelty), which are cultivated widely in Turkey, was investigated. For this purpose, experimental soil was salinized with 68 mmol/kg NaCl. The salinity responses of the maize varieties were compared by means of various plant parameters. According to the results, Kelty, Post-KLF, Postkontrol and G-4662 Dracma were seen to be more susceptible to salinity than the others. Under salinity stress, the dry matter yield of those varieties was influenced much less than the others and the Na and Cl content was generally found to be lower than that of the others. The phosphorus and Mn content of all the varieties was hegher the K content was lower and the Fe, Cu and Zn content varied depending on the varieties.

Giriş

Tarım yapılan alanlarda verimliliği olumsuz yönde etkileyen etmenlerden birisi de tuzluluktur. Türkiye topraklarının önemli sorunlarından biri olan tuzluluk ve alkalilik son yıllarda hızla gelişen sulama işlemlerine paralel olarak drenaj sorunu ve sulama suyunun kalite özelliği nedeniyle giderek artmaktadır. Drenaj bozukluğu gösteren topraklar genellikle kıyı ve İç Anadolu ovalarında özellikle Konya ovasında yer yer görülmektedir. Toplam olarak 2.749.057 hektarlık bir alan kaplayan drenaj sorunu olan alanların 1.513.645 hektarında tuzluluk ve alkalilik sorunu görülmektedir (1).

Tuz stresinde bitkilerde aşırı miktarlarda biriken Na, K'un alınımını engellemekte (2), ve Cl ise özellikle NO₃ alımı üzerine olumsuz etki yaparak (3, 4, 5) bitkilerde iyon dengesinde bozulmalara sebep olabilmektedir (6). Bitki stoplazmasında aşırı miktarlarda Na bulunduğu; Na, protein sentezini ve enzim aktivitesini engelleyerek toksik etki göstermektedir. Buna karşın, bitki dokularında sodyuma göre daha fazla oranda akümüle olan klor ise yapraklarda zararlanmalara yol açarak

fotosentezi dolayısıyla ürünü olumsuz yönde etkileyebilmektedir (7).

Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerin Ca ve P içerikleri ile mikro element içeriklerinde meydana gelebilecek değişimleri gösteren çalışmaların sayısı oldukça yetersizdir. Bu konuda araştırma yapan Hasan vd. (9, 10) toprak tuzluluğunun mısır ve arpa bitkilerinin gövde ve yapraklarının Mn ve Zn içeriğini artırdığını, tuzluluğun yine mısır bitkisinin Fe ve Cu içeriğini artırdığını buna karşılık arpa bitkisinin Fe ve Cu içeriğini düşürdüğü bildirmişlerdir. Benzer konuda yerfıstığı bitkisi ile çalışan Chavan ve Karadge (11) tuzluluğa bağlı olarak yerfıstığı bitkisinin yaprak ve gövdesinin Ca, P ve Fe içeriğinin arttığını, Mn içeriğinin yaprak ve gövde de değişmediğini bildirmişlerdir. Alpaslan vd. (12) tuz stresinde yetiştirilen çeltik ve buğday çeşitlerinin Ca, Cu, Zn ve Mn içeriklerinin arttığını belirlemişlerdir.

Tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde, üründeki azalışa neden olarak toprakta artan ozmotik potansiyelden dolayı bitkinin suyu yeteri kadar kullanamaması veya tuzlu topraklarda aşırı miktarlarda

bulunan Na ve Cl gibi iyonların neden olduğu toksik etki ve bitki iyon dengesindeki bozulmalar gösterilmektedir (13, 14). Sodyum ve klor iyonlarını daha az oranda absorbe eden bitki çeşitlerinin tuz stresine daha fazla dayanıklı oldukları bildirilmiştir (8, 15). Tuzluluğun yarattığı ozmotik stres sonunda stoplazmanın ozmotik potansiyeli prolin, betain ve sukroz gibi organik bileşiklerin akümüasyonu ile sağlanmaktadır (8, 16). Bitkilerin prolin içerikleri ile tuz stresine dayanıklılıkları arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (17, 18). Güneş ve ark. (1997) tuz stresinde yetiştirilen buğday çeşitlerinden tuza dayanıklı olan çeşitlerin sodyum ve klor içeriklerinin düşük, potasyum, prolin ve klorofil içeriklerinin ise daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Tuzlu toprakların ıslahı için pek çok mekanik ve kimyasal metot geliştirilmiştir. Ancak bunların kullanımının kolay olmaması ya da pahalı olması nedeniyle son yıllarda tuza dayanıklı bitki çeşitlerinin belirlenmesi veya genetik olarak elde edilmesini amaçlayan çalışmalar giderek önem kazanmaktadır (20, 21, 22).

Bu çalışmada, ülkemizde yetiştirilen sekiz mısır çeşitinin tuz stresine karşı dirençleri, çeşitlerin Na, Cl, P, K, Fe, Cu, Mn, Zn ve prolin içerikleri ile ilişkilendirilerek en uygun çeşit veya çeşitlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada A.Ü. Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma ve Uygulama çiftliğinden alınan toprak örneği kullanılmıştır. Kahverengi büyük toprak grubuna giren toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tekstür	Killi tın
pH (1:2.5 su)	8.04
CaCO ₃ , %	11.15
EC, dS/m	0.212
Organik madde, %	1.74
Toplam azot, %	0.091
KDK, me/100 g	33.8
Bitkiye yararlı	
Fosfor, mg P/kg	18.2
Çinko, mg Zn/kg	0.48
Demir, mg Fe/kg	12.5
Bakır, mg Cu/kg	1.48
Mangan, mg Mn/kg	773

Sekiz değişik mısır çeşidi (Riogrande, PostKLF, Postkontrol, Alkantara, G-4662 Dracma, Tarım, Fanion ve Kelty) kullanılarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak yürütülen sera denemesinde saksılara mutlak kuru toprak ilkesine göre 500 g toprak konulmuştur.

Toprakta tuz stresini yaratabilmek için toprağa 68 mmol/kg NaCl uygulanmıştır. Ayrıca tüm saksılara temel gübreleme olarak N, P₂O₅ ve K₂O 100 mg/kg düzeyinde 20-20-20 gübresinden çözelti şeklinde verilmiştir.

Her bir saksıya iki adet mısır tohumu ekilmiş ve çimlenmeden sonra bir bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Sekiz haftalık gelişme döneminden sonra bitkiler hasat edilmiş, 65 °C de kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiş ve HNO₃+HClO₄ (4:1) karışımı ile yaş yakılmıştır.

Yaş yakma yöntemiyle yakılan bitki örneklerinde Na ve K Fleymfotometrik yöntemle (23), fosfor vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemiyle (23), demir, çinko, bakır ve mangan ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresiyle belirlenmiştir. Bitki örneklerinde klor, su ekstraktında AgNO₃ ile titrasyonla belirlenmiştir (23).

Prolin analizi için 0.5 g taze bitki örneği 10 ml % 3'lük sülfosalisilik asit ile ekstrakte edilmiş, ekstrakt Whatman No 42 filtre kağıdından süzülükten sonra, Bates vd. (24) tarafından bildirildiği şekilde ninhidrin metodu ile spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir.

Deneme sonuçlarının istatistikî bakımdan önemliliği Minitab paket programıyla, ortalamalar arasındaki farkların önemliliği ise Mstat paket programıyla yapılmıştır.

Bulgular

Mısır Çeşitlerinin Kuru Ağırlıkları

Genetik özelliklerindeki farklılıklardan dolayı aynı özellikteki toprakta ve tuzsuz koşullarda yetiştirilen bitkilerin kuru ağırlıkları birbirinden ayrılmı olmuştur (Tablo 2). Bu nedenle, tuzlu koşullarda bitkilerin kuru madde miktarlarında görülen azalmaları yorumlayabilmek için Tablo 2 de bitkilerin tuzluluğa bağlı olarak kuru ağırlıklarındaki azalmalar % değişim olarak da ifade edilmiştir. Tablo 2 den bitkilerin kuru ağırlıklarında tuzluluğa bağlı değişimler incelendiğinde Alkantara, Fanion, Tarım ve Riogrande çeşitlerinin tuzluluktan en

fazla etkilendiği ve kuru ağırlıklarının % 15 ile % 30 arasında azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte Kelty ve Post-KLF çeşitlerinin kuru madde içerikleri az da olsa artmış ve Postkontrol ve G-4662 Dracma çeşitlerinde ise % 10 dan daha az kuru ağırlık azalması olmuştur.

Mısır Çeşitlerinin Prolin İçerikleri

Bitkilerin prolin içerikleri tuzlu koşullarda artmaktadır. Bu artış bitkilerin stres koşullarına dayanabilmelerini sağlamaktadır. Tablo 2 de tuzluluğa bağlı olarak bitkilerin prolin içeriklerindeki değişimler verilmiştir. Tablonun incelenmesinde görülebileceği gibi Alkantara çeşiti hariç (bu çeşit tuzluluktan en fazla etkilenmiştir) diğer çeşitlerin prolin içerikleri tuz stresine bağlı olarak artmıştır. Prolin içeriğinde en yüksek artış (% 81.81) Tarım çeşitinde olmuş, bunu Post-KLF (% 52.71), Postkontrol (% 50.33) ve Fanion (% 39.77) çeşitleri izlemiştir. Kelty, G-4662 Dracma, Riogrande çeşitlerinde ise prolin içeriklerinin % 29 ve daha az oranda artış göstermiştir (Tablo 2).

Mısır Çeşitlerinin Sodyum ve Klor İçerikleri

Tuz uygulanmadan yetiştirilen bitkilerin sodyum ve klor içerikleri arasında görülen farklılıklar önemli olmamıştır. Bununla birlikte tuz uygulaması çeşitlerin

tamamının sodyum ve klor içeriğinde önemli artışlar yaratmıştır (Tablo 3). Özellikle Riogrande, Post-KLF, Postkontrol ve Alkantara çeşitlerinin Na içerikleri diğer çeşitlere göre daha yüksek olmuştur. Tuz uygulamasına bağlı olarak bitkilerin klor içerikleri incelendiğinde ise Tarım, Postkontrol, Riogrande, Alkantara ve G-4662 Dracma çeşitlerinin klor içeriklerinin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Mısır Çeşitlerinin Fosfor ve Potasyum İçerikleri

Tuz uygulamasına bağlı olarak Alkantara çeşiti hariç diğer çeşitlerin fosfor içerikleri artmıştır (Tablo 4). Özellikle Fanion ve Postkontrol çeşitlerinde bu artışlar diğer çeşitlere oranla daha yüksek olmuştur. Bitkilerin potasyum içerikleri ise fosfor içeriklerinin aksine tuz uygulamasına bağlı olarak azalmıştır. K/Na oranları ise özellikle Riogrande, PostKLF, Postkontrol ve Alkantara çeşitlerinde 2.37 nin altına düşmüştür (Tablo 5).

Mısır Çeşitlerinin Demir, Bakır, Çinko ve Mangan İçerikleri

Sodyum klorür uygulamasıyla Riogrande, G-4662 Dracma, Tarım ve Kelty çeşitlerinin demir içerikleri azalmış diğer çeşitlerin ise demir içerikleri artmıştır (Tablo 6). Mısır çeşitlerinin bakır içerikleri uygulanan

Tablo 2. Sodyum klorür uygulamasının mısır çeşitlerinin kuru madde (g/bitki) miktarı ile prolin ($\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık) içerikleri üzerine etkisi

Çeşit	Kuru madde			Prolin		
	-NaCl	+NaCl	Değişim,%	-NaCl	+NaCl	Değişim %
Riogrande	2.01 c	1.70c	-15.42	0.270 a	0.313 bc	15.93
Post-KLF	2.50bc	2.57ab	2.80	0.258 a	0.394 ab	52.71
Postkontrol	2.66b	2.64ab	-0.75	0.302 a	0.454 a	50.33
Alkantara	2.58b	1.77c	-31.40	0.282 a	0.251 c	-10.99
G-4662 Dracma	2.34bc	2.17bc	-7.26	0.216 a	0.254 c	17.59
Tarım	2.27bc	1.77c	-22.03	0.253 a	0.460 a	81.81
Fanion	3.58a	2.79a	-22.07	0.264 a	0.369 ab	39.77
Kelty	2.25bc	2.45ab	8.89	0.259 a	0.336 bc	29.73
uygulama (U)		***		***		
Çeşit (Ç)		***		**		
UxÇ int.		**		*		
LSD int (%5)		0.46		0.10		

Değerler 4 tekrarlanmanın ortalamasıdır

* p<0.05 **p<0.01 *** p<0.001

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Tablo 3. Sodyum klorür uygulamasının mısır çeşitlerinin sodyum (%) ve klor (%) içerikleri üzerine etkisi

Çeşit	Na			Cl		
	-NaCl	+NaCl	Değişim,%	-NaCl	+NaCl	Değişim,%
Riogrande	0.22 a	1.70 a	672	0.46 a	1.99 ab	333
Post-KLF	0.13 a	1.83 a	1308	0.32 a	1.63 bc	409
Postkontrol	0.10 a	1.22 b	1120	0.30 a	2.00 ab	567
Alkantara	0.12 a	1.86 a	1450	0.44 a	1.91 ab	334
G-4662 Dracma	0.11 a	0.34 c	209	0.38 a	1.95 ab	413
Tarım	0.10 a	0.45 c	350	0.39 a	2.31 a	492
Fanion	0.11 a	0.26 c	136	0.28 a	1.47 c	425
Kelty	0.09 a	0.35 c	288	0.39 a	1.42 c	264
Uygulama (U)		***			***	
Çeşit (Ç)		***			**	
UxÇ int.		***			*	
LSD int (%5)		0.41			0.38	

Değerler 4 tekrarlanmanın ortalamasıdır

* p<0.05 **p<0.01 *** p<0.001

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Çeşit	Fosfor		Ort.	Değişim, %
	-NaCl	+NaCl		
Riogrande	0.143	0.170	0.157 a	18.88
Post-KLF	0.120	0.125	0.123 bcd	4.16
Postkontrol	0.135	0.188	0.161 a	39.25
Alkantara	0.137	0.135	0.136 abc	-1.45
G-4662 Dracma	0.130	0.145	0.138 abc	11.54
Tarım	0.135	0.163	0.149 ab	20.74
Fanion	0.085	0.120	0.103 d	41.70
Kelty	0.103	0.120	0.111 cd	16.50
Ortalama	0.124	0.146		
Uygulama (U)			***	
Çeşit (Ç)			***	
UxÇ int.			öd	
LSD çeşit (%5)			0.02	

Değerler 4 tekrarlanmanın ortalamasıdır

*** p<0.001, öd:önemli değil

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Tablo 4. Sodyum klorür uygulamasının mısır çeşitlerinin fosfor (%) içeriği üzerine etkisi

sodyum klorüre bağlı olarak Riogrande, Alkantara, ve Kelty çeşitlerinde azalmış; Post-KLF, Tarım ve Fanion çeşitlerinde artmış; Postkontrol ve G-4662 Dracma çeşitlerinde ise değişmemiştir (Tablo 6).

Mısır çeşitlerinin çinko içerikleri uygulanan sodyum klorüre bağlı olarak Alkantara ve Tarım çeşitlerinde artmış, Riogrande, Postkontrol, G-4662 Dracma, Fanion ve Kelty çeşitlerinde azalmış, Post-KLF çeşidinde ise

değişmemiştir (Tablo 7). Çeşitlerin çinkoya gösterdikleri tepkiler birbirlerinden farklı olmuş ve tuz uygulanmadığında Alkantara ve Kelty çeşitlerinin çinko kapsamı kritik sınırın (15 mg/kg) altında olmuştur. Çeşitlerin tümünde mangan uygulanan tuza bağlı olarak artmıştır (Tablo 8).

Mısır çeşitlerinin kuru madde miktarı, prolin ve mineral madde içerikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde

Tablo 5. Sodyum klorür uygulamasının mısır çeşitlerinin potasyum (%) içeriği ve K/Na oranı üzerine etkisi

Çeşit	Potasyum		Ort.	Değişim, %	-NaCl	+NaCl
	-NaCl	+NaCl			K/Na	K/Na
Riogrande	3.98	2.70	3.34 bc	-32.16	18.09	1.59
Post-KLF	3.26	2.79	3.03 c	-14.42	25.08	1.52
Postkontrol	4.44	2.89	3.67 ab	-32.90	44.40	2.37
Alkantara	4.50	3.49	4.00 a	-22.44	37.50	1.88
G-4662 Dracma	4.67	3.61	4.14 a	-22.69	42.45	10.62
Tarım	3.89	3.31	3.60 abc	-14.91	38.90	7.36
Fanion	3.80	2.91	3.36 bc	-23.42	34.55	11.19
Kelty	4.07	3.12	3.60 abc	-23.34	45.33	8.91
Ortalama	4.08	3.10				
Uygulama (U)	***					
Çeşit (Ç)	***					
UxÇ int.	öd					
LSD Çeşit (% 5)	0.55					

Değerler 4 tekrarlanmanın ortalamasıdır

*** p<0.001, öd:önemli değil

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Tablo 6. Sodyum klorür uygulamasının mısır çeşitlerinin demir (mg/kg) ve bakır (mg/kg) içerikleri üzerine etkisi

Çeşit	Fe		Değişim %	Cu		Değişim %
	-NaCl	+NaCl		-NaCl	+NaCl	
Riogrande	206.36 a	155.05 c	-24.86	26.42 b	19.22 b	-27.25
Post-KLF	197.39 a	291.07 a	47.46	19.22 b	21.62 b	12.49
Postkontrol	158.27 a	242.24 ab	53.05	21.62 b	21.62 b	0.00
Alkantara	165.33 a	233.27 abc	41.09	24.02 b	21.62 b	-9.99
G-4662 Dracma	174.61 a	161.49 c	-7.51	24.02 b	24.02 b	0.00
Tarım	206.36 a	170.47 bc	-17.39	21.62 b	24.03 b	11.15
Fanion	179.44 a	278.13 a	55.00	19.22 b	33.63 a	74.97
Kelty	234.49 a	161.49 c	-31.13	36.09 a	26.42ab	-26.79
Uygulama (U)		öd			öd	
Çeşit (Ç)		öd			*	
UxÇ int.		***			**	
LSD çeşit (%5)		71.62			8.13	

Değerler 4 tekrarlanmanın ortalamasıdır

* p<0.05 **p<0.01 *** p<0.001 öd: önemli değil

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

kuru madde miktarı ile bitkinin fosfor, klor ve sodyum içerikleri arasında önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir (Tablo 9). Çeşitlerin fosfor içeriği ile mangan, klor, prolin, sodyum ve potasyum içerikleri arasında önemli pozitif,

klor kapsamı ile prolin, sodyum ve potasyum içerikleri arasında ve sodyum ile potasyum içerikleri arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir.

Çeşit	Zn		Ortalama	Değişim, %
	-NaCl	+NaCl		
Riogrande	31.38	24.19	27.79 a	-22.91
Post-KLF	19.01	19.01	19.01 abc	0.00
Postkontrol	22.65	13.83	18.24 abc	-38.94
Alkantara	14.69	19.01	16.85 bc	29.41
G-4662 Dracma	31.10	25.92	28.51 ab	-16.66
Tarım	15.55	19.01	17.28 bc	22.51
Fanion	22.46	17.28	19.87 abc	-23.06
Kelty	14.69	12.10	13.39 c	-17.63
Ortalama	21.44	18.79		
Uygulama (U)			***	
Çeşit (Ç)			***	
UxÇ int.			öd	
LSD çeşit (%5)			9.06	

Tablo 7. Sodyum klorür uygulamasının mısır çeşitlerinin çinko içeriği üzerine etkisi

Değerler 4 tekrarlanmanın ortalamasıdır

*** p<0.001, öd:önemli değil

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Çeşit	Mn		Ort.	Değişim, %
	-NaCl	+NaCl		
Riogrande	106.05	130.29	118.17 d	22.86
Post-KLF	112.11	140.90	126.50 cd	25.68
Postkontrol	133.32	171.20	152.26 b	28.41
Alkantara	136.35	137.87	137.11 bc	1.11
G-4662 Dracma	149.99	198.46	174.23 a	32.32
Tarım	116.65	131.81	124.23 cd	13.00
Fanion	109.08	134.84	121.96 cd	23.62
Kelty	113.62	142.41	128.02 cd	25.34
Ortalama	122.15	148.47		
Uygulama (U)			***	
Çeşit (Ç)			***	
UxÇ int.			öd	
LSD çeşit (%5)			15.62	

Tablo 8. Sodyum klorür uygulamasının mısır çeşitlerinin mangan içeriği üzerine etkisi

Değerler 4 tekrarlanmanın ortalamasıdır

*** p<0.001, öd:önemli değil

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Tartışma

Mısır çeşitlerinin kuru madde miktarlarında belirlenen azalmalar, tuzlu koşullarda yetiştirme ortamının ozmotik basıncının tuzdan dolayı artmasıyla suyun yarıyışlılığının azalması (25) ve buna bağlı olarak azalan transpirasyon ve CO₂ fiksasyonu ve bitkilerin iyon dengesindeki bozulmalardan dolayı olduğunu söylemek mümkündür. Sodyum klorür uygulanmadığı ortamda çeşitlerin

oluşturduğu kuru madde miktarları 2.01 g/saksı (Riogrande) ile 3.58 g/saksı (Fanion) arasında değişmiş ve çeşitlerin genetik özellikleri arasındaki farklılık bu ayrımı oluşturmuştur. Alkantara, Tarım, Fanion ve Riogrande çeşitleri tuz uygulamasından önemli ölçüde etkilenmiş ve kuru madde miktarları diğer çeşitlere göre oldukça azalmıştır. Mısır çeşitlerinin kuru madde miktarı ile klor ve sodyum içerikleri arasında önemli negatif ilişkiler

Tablo 9. Mısır çeşitlerinin değişik özellikleri arasındaki ilişkiler (r)

	Kuru Ağırlık	P	Fe	Mn	Zn	Cu	Cl	Prolin	Na
P	-0.372**								
Fe	0.065	-0.022							
Mn	-0.054	0.490***	-0.067						
Zn	-0.052	0.106	-0.122	0.055					
Cu	-0.049	-0.160	0.259*	-0.008	-0.014				
Cl	-0.350**	0.511***	0.051	0.522***	-0.030	-0.028			
Prolin	-0.013	0.294*	0.239	0.134	-0.088	-0.004	0.465***		
Na	-0.282*	0.305**	0.228	0.212	-0.031	-0.224	0.645***	0.231	
K	0.121	-0.016	0.243	-0.037	0.226	0.014	-0.513***	-0.337**	-0.415***

* p<0.05 **p<0.01 *** p<0.001

belirlenmiştir (sırasıyla $r=-0.350^{**}$ ve $r=-0.282^{*}$, Tablo 9). Güneş vd. (19) buğday çeşitleriyle yaptıkları çalışmada da tuz uygulamasının kuru madde miktarını düşürdüğünü ve kuru madde ile bitkinin Cl ve Na içerikleri arasında önemli negatif ilişkiler belirlemişlerdir. Tuzluluğa daha duyarlı görülen Kelty ve PostKLF çeşitlerinin K içeriğindeki azalmalar genel olarak diğer çeşitlere göre daha düşük olmuştur. Kelty çeşidinin Na ve Cl içeriği genel olarak diğer çeşitlere göre oldukça düşük olmuştur. Diğer dayanıklı çeşit olan PostKLF çeşidinin Na içeriği yüksek olmakla birlikte klor içeriği genel olarak tuza hassas çeşitlerden daha düşük olmuştur.

Tuzlu ortamda yetiştirilen bitkilerin tuza dayanıklılıklarının ölçüsü olarak kabul edilen prolinin, stres fizyolojisinde önemli bir yeri vardır (26, 27). Tuz stresinde bitkiler tarafından akümüle edilen prolinin ozmotik koruyucu rolü Sheoran ve Nainawatee (27) ve Chowdhury vd. (18) tarafından ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Tuz stresinden kuru madde yönünden etkilenmeyen (Post-KLF ve Kelty) ve az etkilenen (Postkontrol ve G-4662 Dracma) çeşitlerin tuz stresinden etkilenen çeşitlere göre göreceli olarak daha fazla prolin akümüle etmişlerdir. Bu bulgu, Sheoran ve Nainawatee (27), Chowdhury vd. (18) ve Güneş vd. (19) ile uyum içerisinde olmuştur. Kuru madde yönünden tuz stresinden en fazla etkilenen Alkantara çeşidinin prolin içeriği tuz uygulamasında % 10.99 oranında azalmış, Tarım çeşidinin prolin kapsamı ise % 81.81 oranında artmıştır.

Mısır çeşitlerinin sodyum ve klor içerikleri uygulanan tuza bağlı olarak artmıştır. Tuz uygulanmadığında tüm çeşitlerin Na ve Cl içerikleri arasında önemli farklılık (Duncan testi, %5) belirlenemezken, tuz uygulandığında Riogrande, Post-KLF, Postkontrol ve Alkantara

çeşitlerinin Na içerikleri diğer çeşitlere oranla çok daha fazla artmıştır. Post-KLF ve Postkontrol çeşitlerinin Na içeriklerinin yüksek olması bu çeşitlerin kuru madde miktarını olumsuz yönde etkilememiştir. Bu durum anılan çeşitlerin genotipik özelliklerinden ileri gelmesiyle açıklanabilir. Diğer yandan, Tarım ve Fanion çeşitlerinin sodyum içeriklerinin düşük olmasına karşın, bu çeşitler tuz stresinden önemli ölçüde etkilenmiş ve kuru madde miktarları tuzdan dolayı önemli ölçüde azalmıştır. Mısır çeşitlerinin klor içerikleri sodyum içeriklerine benzer yönde değişim göstermiştir. Klor içerikleri ile sodyum içerikleri arasında önemli pozitif ilişki çıkması ($r=0.645^{***}$) bu durumu doğrular niteliktedir.

Mısır çeşitlerinin fosfor içerikleri uygulanan sodyum klorüre bağlı olarak Alkantara çeşidinde çok az oranda azalmış diğer çeşitlerde ise artmıştır. Mısır çeşitlerinin fosfor içerikleri ile sodyum ve klor içerikleri arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir (sırasıyla $r=0.305^{**}$ ve $r=0.511^{***}$). Tuzluluğun bitkilerin fosfor içerikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda farklı sonuçlar alınmıştır. Bir grup araştırmacı tuz uygulamasının bitkilerin fosfor içeriğini artırdığını (28, 29, 30), diğer bir grup araştırmacı ise gerilettiğini (31, 32) saptamışlardır.

Mısır çeşitlerinin potasyum içerikleri sodyum klorür uygulamasıyla önemli miktarlarda azalmıştır. Potasyum içeriği ile klor ve sodyum içerikleri arasında önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir (sırasıyla $r=-0.513^{***}$ ve $r=-0.415^{***}$). Bitkilerin tuzluluğa dayanıklılıklarının bir ölçüsü olan K/Na oranları tuzsuz koşullarda Postkontrol, Dracma ve Kelty çeşitlerinde 40 in üzerinde iken, iyon dengesinde bozulmadan dolayı, tuzlu koşullarda bu oranlar Dracma, Fanion, Tarım ve Kelty çeşitlerinde 8-10 a düşmüş, diğer çeşitlerde ise bu oranlar 1.5-2.5 arasında

değişme göstermiştir (Tablo 5). Elde edilen bu bulgular Güneş vd. (19) ve İnal vd. (33) ile uyum içerisindedir.

Riogrande, G-4662 Drama, Tarım ve Kely çeşitlerinde demir içerikleri uygulanan sodyum klorüre bağlı olarak azalmış diğer çeşitlerde ise artmıştır. Strogonov (31) tuzlu koşullarda bitkilerin demir içeriklerinin azaldığını belirlerken, Maas vd. (34) ise arttığını belirlemiştir. Buna karşın Martinez vd. (35) domates, Güneş vd. (19) buğday çeşitleriyle yaptıkları çalışmada, tuzlu koşullarda deneme bitkilerinin demir içeriğinin bazı çeşitlerde arttığını bazı çeşitlerde ise azaldığını saptamışlardır.

Sodyum klorür uygulamasıyla Riogrande, Alkantara ve Kely çeşitlerinde bakır, Riogrande, Postkontrol G-4662 Drama, Fanion ve Kely çeşitlerinde ise çinko içerikleri azalmıştır. Diğer çeşitlerde ise bakır ve çinko içerikleri

artmış veya değişmemiştir. Mangan içerikleri ise tüm çeşitlerde artmıştır. Bu bulgular Chavan ve Karadge (11), Martinez vd. (35) ile Maas vd. (34) tarafından elde edilen sonuçlarla uyum içerisindedir.

Sonuç olarak, bitkisel verimin sınırlandırıldığı tuzlu alanlarda ortaya çıkan ekonomik kayıpların azaltılması veya ortadan kaldırılması için, bu ortamlarda yetiştirilebilecek en uygun bitki türlerinin seçimi yanında bu türlerin en uygun çeşitlerinin de seçimi çok büyük önem taşımaktadır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, denemede kullanılan sekiz mısır çeşidinden Kely, Post-KLF, Postkontrol ve G-4662 Drama çeşitleri diğer çeşitlere göre tuzluluğa daha dayanıklı olduğu ve tuzlu alanlarda bu çeşitlerin yetiştirilmesinin uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

1. Dinç, U., Şenol, S., Kapur, S., Atalay, O., Cangir, C., Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Genel Yayın no 51. s 233. 1993.
2. Siegel, S.M., Siegel, B.Z., Massey, J., Lahne, P., Chen, J., Growth of corn in saline waters. *Physiol. Plant*, 50, 71-73, 1980.
3. Kirkby, E.A., Knight, A.H., The influence of the level of nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation and cation anion balance in whole tomato plants. *Plant Physiology*, 60,349-353, 1987.
4. Güneş, A., Post, W.H.K., Kirkby, E.A., Aktaş, M., Influence of partial replacement on nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. *Journal of Plant Nutrition*, 17,1929-1938, 1994.
5. İnal, A., Güneş, A., Aktaş, M., Effects of chloride and partial substitution of reduced forms of nitrogen for nitrate in nutrient solution of the nitrate, total nitrogen and chlorine contents of onion. *Journal of Plant Nutrition*, 18, 2219- 2227, 1995.
6. Lewitt, J., Salt stresses. In: Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol II, pp. 365-454., Academic Press, 1980 a.
7. Hajrasuliha, S., Accumulation and toxicity of chloride in bean plants. *Plant and Soil*, 55, 133-138, 1980.
8. Flowers, T.J., Troke, P.F., Yeo, A.R., The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 28, 89-121, 1977.
9. Hasan, N.A.K., Drew, J.W., Knudsen, D., Olson, R.A., Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn: I. barley (*Hordeum vulgare* L.). *Agron. Journal*, 62,43-45, 1970 a.
10. Hasan, N.A.K., Drew, J.W., Knudsen, D., Olson, R.A., Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn: II. corn (*Zea mays* L.). *Agron. Journal*, 62,46-48, 1970 b.
11. Chavan, P.D., Karadge, B.A., Influence of salinity on mineral nutrition of peanut (*Arachis hypogea* L.). *Plant and Soil*, 54, 5-13, 1980.
12. Alpaslan, M., Güneş, A., Taban, S., Erdal, O., Tarakçıoğlu, C. Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko ve mangan içeriklerinde değişimler. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 1997. (Baskıda).
13. Flowers, T.J., Yeo, A.R., Variability in the resistance of sodium chloride salinity within rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *New Phytol.*, 88, 363-373, 1981.
14. Lewitt, J., Responses of Plants to Environmental Stresses. Academic Press, New York, pp. 489-530, 1980 b.
15. Van Steveninck, R.F.M., Van Steveninck, M.E., Stelzer, L.R., Lauchli, A., Studies on the distribution of Na and Cl in two species of lupin (*Lupinus luteus* and *Lupinus angustifolius*) differing in salt tolerance. *Physiol. Plant*, 56, 465-473, 1982.
16. Alia, Pardha Sarahi, P., Mohanthy, P., Proline in relation to free radical production in seedlings of *Brassica juncea* raised under sodium chloride stress. *Plant and Soil*, 155/156, 497-500, 1993.
17. Kumar, V., Sharma, D.R., Selection and characterization of an L-thiazolidine-4-carboxylic acid resistant callus cultures of *Vignaradiata* (L.) Wilczek var. *Radiata*. *Plant Cell Rep.*, 7, 648-651, 1989.

18. Chowdhury, J.B., Jain, S., Jain, R.K., Biotechnological approaches for developing salt-tolerant crops. *J.Plant Biochem. Biotech.*, 2, 1-7, 1993.
19. Güneş, A., Alpaslan, M., Taban, S., Hatipoğlu, F., Değişik buğday çeşitlerinin tuz stresine dayanıklılıkları. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 21, 215-219, 1997.
20. Ashraf, M., McNeilly, T., Bradshaw, A.D., The response to NaCl and ionic content of selected salt tolerant and normal lines of three legume forage species sand culture. *New Phytol.*, 104, 453-461, 1986.
21. Akhtar, J.G., Qureshi, R.H., Combined effect of salinity and hypoxia in wheat (*Triticum aestivum* L.) and wheat-Thinopyrum amphiploids. *Plant and Soil*, 166, 47-54, 1994.
22. Chowdhury, M.A.M., Moseki, B., Bowling, D.J.F., A method for screening rice plants for salt tolerance. *Plant and Soil*, 171, 317-322, 1995.
23. Kacar, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 453, Uygulama Klavuzu 155. A.Ü. Basımevi, Ankara, 1972.
24. Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207, 1973.
25. Bernstein, L., Osmotic adjustment of plants to saline media. II. dynamic phase. *Am. J. Botany.*, 48, 909-918, 1963.
26. Dix, P.J., Cell Line Selection. In *Plant Cell Culture Technology*. Ed. M.M. Yeoman, pp. 143-201. Blackwell Scientific Publications, London, 1986.
27. Sheoran, I.S., Nainawatee, H.S., Metabolic Changes in Relation to Environmental Stresses. In *Plant Biochemistry Research in India*. Ed. R. Singh, pp. 157-178. The Society for Plant Physiology and Biochemistry, New Delhi, India, 1990.
28. Gates, C.T., Haydoc, K.P., Little, I.P., Response to salinity in glycine. I. *Glinice javinica*. *Aust. J. Exp. Agric. Animal Husb.*, 6, 261-265, 1966.
29. Syed, M.M., Swaiy, S.A.E., Effect of saline irrigation water on n.co.310 and h.50.7209. cultivars of sugarcane. II. chemical composition of plants. *Trop.Agric.*, 50, 45-51, 1972.
30. Cooper, A.W., Dumbroff, E.B., Plant adjustment to osmotic stress in balanced mineral nutrient media. *Can. J. Botany.*, 51, 763-773, 1973.
31. Strogonov, B.P., *Physiological Basis of Salt Tolerance of Plants as Affected by Various Types of Salinity*. Edition Jerusalem TPST, 1964.
32. Ravikovitch, S., Porath, A., The effect of nutrients on the salt tolerance of crops. *Plant and Soil*, 26, 49-71, 1967.
33. Inal, A., Güneş, A., Alpaslan, M., Peat-perlit ortamında besin çözeltisi ile yetiştirilen domates (*Lycopersicon esculentum* L.) in gelişmesi, klorofil, prolin ve mineral madde içeriğine değişik NaCl düzeylerinin etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 21, 95-99, 1997.
34. Maas, E.V., Ogata, G., Fernandez, G.A., Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants. *Agronomy Journal*, 64, 793-795, 1972.
35. Martinez, V., Cerda, A., Fernandez, G.A., Salt tolerance of four tomato hybrids. *Plant and Soil*, 97, 233-242, 1987.