

**BAMYA (*Abelmoschus esculentus* L.)DA TUZ STRESİNE TOLERANS  
BAKIMINDAN GENOTİPSEL FARKLILIKLAR VE TARAMA  
PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Şebnem KUŞVURAN\*

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Kızılırmak, Çankırı

**Özet**

Bu çalışmada bamyada tuza tolerant genotiplerin belirlenmesinde kullanılacak bazı parametrelerin etkinliği ile genotiplerin tuz stresine karşı göstermiş oldukları tepkiler incelenmiştir. On beş bamyaya genotipine ait tohumlar 2:1 oranında torf:perlit karışımı içeren viyollere ekilmiş, ekimden 20 gün sonra içerisinde 2:1 oranında torf:perlit karışımı bulunan plastik saksılara şaşırtılmıştır. Bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya ulaştığında 200 mM NaCl uygulaması gerçekleştirilmiştir. Stres sonunda oluşan etkilerin ortaya konulabilmesi amacı ile bitkilerde 0-5 görsel skala değerlendirmesi, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanı, yeşil aksam  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$  iyon analizleri bakımından değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda bamyaya genotiplerinin tuz stresine karşı farklı tepkiler gösterdiği, 0-5 skala değerlendirmesi, yeşil aksam kuru ağırlığı, yaprak alanı ile  $Na^+$ ,  $K^+$  ve  $Ca^{++}$  iyon değişimlerinin tarama çalışmalarında etkin olarak kullanılacak parametreler arasında yer alabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bamyaya, Potasyum, Sodyum, Tuzluluk, Tarama

**INVESTIGATION OF SCREENING PARAMETERS AND GENOTYPIC  
DIFFERENCES FOR SALT TOLERANCE IN OKRA (*Abelmoschus  
esculentus* L.)**

**Abstract**

---

\* Sorumlu yazar:sebnemkusvuran@gmail.com

This study was carried out for determination of screening parameters of okra genotypes under salinity stress. Seeds of fifteen genotypes were germinated in mixture of peat:perlite of 2:1 ratio. After twenty days of sowing, seedlings were transferred to plastic pots containing mixture of peat: perlite of 2:1 ratio. Plants with three leaves were subject to 200 mM NaCl. The end of the stress, plants were evaluated according to 0-5 symptoms scores, fresh and dry shoot and root weights, plant height and stem diameter, leaf number, leaf area, the shoot concentrations of Na, K and Ca. As the results of the study, the okra genotypes were showed different responses under salt stress. 0-5 symptoms scores, dry shoot weight, leaf area, the shoot concentrations of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>++</sup> were determinate as that could be used in screening studies.

**Keywords:** Okra, Potassium, Salinity, Screening, Sodium

## **1. GİRİŞ**

Bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörleri arasında yer alan tuzluluk, dünyada sulanabilir alanların % 20'sini, tarım arazilerinin ise % 6' sını etkilemiş durumdadır. Tuzluluğun artışına bağlı olarak sürdürülebilir tarım alanlarının önümüzdeki 25 yıl içerisinde % 30'unun, 21. yüzyılın ortalarında ise % 50'sinin tahrip olabileceği bildirilmektedir (Munnns, 2005; Asraf ve Foolad, 2007; Ahmadi vd., 2009; Kuşvuran, 2010).

Tuz stresi; değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanır ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olur. Bu tuzlar genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak doğada en çok rastlanılan tuz formu sodyum klorür (NaCl)'dür. Tuzlu ortamlarda yetişen bir bitki için büyümeyi engelleyici faktörleri a) kök bölgesindeki düşük su potansiyeli nedeniyle su alımının azalması veya diğer bir deyişle su stresi, b) iyon toksisitesine neden olacak düzeyde yükselen Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının bitki bünyesinde birikimi, c) besin maddelerinin alımı ve taşınımı sırasında ortaya çıkan dengesizlikler ve özellikle K<sup>+</sup> ve kısmen Ca<sup>++</sup> eksikliklerinin ortaya çıkması (Munns ve Termaat 1986; Marschner, 1995; Yaşar, 2003; Daşgan ve Koç, 2009) şeklinde sıralanabilmektedir.

Genel olarak tuz zararı; daha küçük yapı, yaprak sayısında ve alanında azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan büyümede yavaşlama şeklinde etkisini göstermektedir. Bunun yanı sıra, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma, meyve tat ve kalitesinde bozulma ve buna bağlı olarak verimde düşüş tuz stresinin ortaya çıkardığı etkiler arasında yer almaktadır (Asraf, 2004). Yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana gelmekte, bunun sonucu olarak fotosentez etkinliği azalarak bitkinin gelişiminde olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (Yaşar, 2003; Kuşvuran vd., 2007; Daşgan ve Koç, 2009).

Tuzluluğa karşı bazı önlemler alınabilmekte ise de, bu yöntemlerin genel olarak pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle son yıllarda, araştırmacılar tuz zararının en aza indirilmesi amacı ile farklı önlemler üzerinde çalışmalarına devam etmektedir. Bunların başında tuzluluğun sorun olduğu alanlarda normal gelişme ve büyüme göstererek ekonomik bir ürün oluşturabilen, tuz stresine karşı toleransı yüksek bitki genotiplerinin belirlenmesi ve yeni çeşitlerin ıslah edilmesi gelmektedir (Kuşvuran, 2010)

Bamya (*Abelmoschus esculentus* L.), tuza tolerans bakımından hassas olarak sınıflandırılmaktadır (Kuşvuran vd., 2007). Abid vd. (2002), tuzlulukta meydan gelen artışa bağlı olarak bamya bitkisinin zarar gördüğünü bildirirken; Asraf vd. (2003), 0 ve 100 mM NaCl konsantrasyonlarında yetiştirilen iki farklı bamya çeşidinin yer aldığı çalışmalarında iyon regülasyonu, stoma geçirgenliği ve transpirasyon oranı gibi parametreler bakımından çeşitler arasında farklılıklar bulunduğunu ifade etmişlerdir. Saleem vd. (2011), Niralı ve Posa Sawni bamya çeşitlerinde yaptıkları çalışmalarında, tuz stresinin yeşil aksam ve kök yaş ağırlığı, transpirasyon oranı, klorofil b içeriği, transpirasyon oranını önemli ölçüde azalmaya neden olduğunu, hassas Posa Sawni çeşidinde yapraklarda Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının daha yüksek oranlarında birikim gösterdiğini ifade etmişlerdir. Shahid vd. (2011), ise yüksek düzeyde Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının hem yaprak hem de köklerde zararlanmaya neden olduğunu vurgulamışlardır.

Burada sunulan çalışmada bamyada tuza toleransın belirlenmesinde bazı fizyolojik parametrelerin etkinliği ve iyon regülasyonu bakımından ortaya çıkan değişimler incelenmiştir.

## **2. MATERYAL ve YÖNTEM**

Onbeş bamyaya genotipinin kullanıldığı çalışmada materyaller, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü genetik materyal koleksiyonundan temin edilmiştir. Tohumlar 2:1 oranında hazırlanan torf:perlit ortamına ekilmiş, yirmi günlük aşamaya ulaşan fideler yine içinde 2:1 oranında hazırlanmış torf:perlit karışımı bulunan 2 litre hacminde plastik saksılara şaşırtılmıştır. Fideler şaşırtmadan itibaren 10 gün süresince % 30 oranında drenaj seviyesinde sulanmış, ardından stres bitkilerinde 50 mM dan başlayarak kademeli olarak tuz oranı artırılmış ve 4.gün sonunda 200 mM'a ulaşılmıştır. Final konsantrasyondan 20 gün sonra genotipler arasında farklılıklar ortaya çıkmış, ölçüm ve analizler için örnek alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen bitkilerde 0-5 skalası, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı ve yaprak alanı, yaprakta Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Ca<sup>++</sup> iyon analizleri yapılmıştır.

### **2.1. 0-5 Skalası:**

Genç bamyaya bitkilerinde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bunun için zararlanma derecesine göre bitkilere aşağıda belirtilen semptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir (Kuşvuran vd., 2007).

0= Kontrol bitkileri; 1= Alt yapraklarda çok hafif sararmaların başladığı normal yeşil bitkiler; 2= Alt yapraklarda sararma ve/veya solmanın başlaması bununla birlikte bitkinin genelinde renk açılması; 3= Alt yapraklarda sararma, solgunluk ve/veya kuruma, bitkinin genelinde ise orta düzeyde solgunluk ve/veya sararma durumu; 4= Yaprakların çoğunluğunda (% 50-80) kuruma zararı; 5= Yaprakların tamamı kurumuş olan bitkiler

### **2.2. Bitkide Yeşil Aksam, Kök Yaş ve Kuru Ağırlık Ölçümleri**

Her genotipten tesadüfi olarak seçilen 4'er bitki hassas terazide tartılarak g olarak yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra 65°C'de etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık gram olarak belirlenmiştir (Daşgan ve Koç, 2009; Kuşvuran, 2010).

### **2.3. Yaprak Sayısı ve Alanı Ölçümleri**

Deneme sonunda hasat edilen bamyaya bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile adet bitki<sup>-1</sup> olarak, yaprak alanı ise

Licor marka LI-3000A model yaprak alan ölçer aleti kullanılarak  $\text{cm}^2$  bitki<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

#### **2.4. Mineral Element Analizleri**

Çalışmada genotiplerin iyon değişimlerinin belirlenmesi amacı ile bitkilerde yeşil aksam ve kök kısımları fan sistemli bir etüvde 65°C'de 48 saat kurutulmuştur. Bitki kısımları, öğütülerek 550°C'de kül haline getirilmiş ve % 3.3 (v/v) HCl içerisinde çözdürülerek K<sup>+</sup> ve Ca<sup>++</sup> elementlerinin okumaları Atomik Absorpsiyon Spektrometre cihazında emisyon modunda yapılmıştır (Daşgan ve Koç 2009; Kuşvuran, 2010).

#### **2.5. Deneme Deseni ve Değerlendirme**

Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemede analizlerin yapılması aşamasındaki örnek alımlarında; her bir analiz için, her tekerrürdeki dörder bitki tesadüfi olarak seçilerek kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri kullanılan deneme desenine göre "SAS 9.0" paket programında varyans analizine tabii tutulmuştur. Ortalamalar % 5 önem seviyesinde LSD testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

### **3. BULGULAR VE TARTIŞMA**

Çalışmada yer alan on beş farklı bamya genotipi tuz stresi karşısında farklı tepkiler göstermiştir. İlk belirgin etkiler bitkilerin yeşil aksam ağırlığında azalma ve bitki büyümesinde duraklama olarak ortaya çıkmıştır. Bunu izleyen aşamada yaşlı yapraklardan başlayarak sararma, kuruma ve yaprak dökülmesi, hassas genotiplerde bitkinin ölümü gerçekleşmiştir.

#### **3.1. Skala Değerlendirmesi**

Tuzluluğun morfolojik olarak ortaya çıkardığı zararın belirlenmesi amacı ile yapılan 0-5 skala değerlendirmesinde kontrol bitkileri "0" olarak nitelendirilmiştir. Çalışma sonucunda Okr-49, Okr-6, Okr-92 ve Okr-36 no'lu genotiplerin 2-2.50 skala değerleri ile stres etkisinden en az etkilendiği; Okr-93 ve Okr-112 no'lu genotiplerin ise 4 skala değerleri ile tuz stresinden en fazla zarar gören genotipler olduğu belirlenmiştir. Kuşvuran vd. (2007) bamyada yaptıkları bir tuzluluk çalışmasında, görsel skala (0-5) değerleri

bakımından genotiplerin farklı puanlamalar aldığını ve farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. Aktaş (2002)'in biberde, Daşgan vd. (2002)'nin domateste, Kuşvuran (2010)'in kavunda yaptıkları tuz çalışmalarında skala değerlerinin genotiplerin seçiminde önemli bir parametre olabileceği ifade edilmiştir (Çizelge 1).

### **3.2. Yeşil Aksam Yaş ve Kuru Ağırlıkları**

Farklı bamyaya genotiplerinin tuz stresi sonucunda göstermiş oldukları tepkilerin belirlenmesi ve etkin tarama yöntemlerinin ortaya konulmasını amaçlayan çalışmada, genotipler yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları bakımından da değerlendirilmiştir (Çizelge 1). Yapılan denemede Okr-6, Okr-36, Okr-89, Okr-90 ve Okr-92 no'lu genotipler tuz koşulları altında yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık kayıplarını koruyarak kontrol bitkilerine yakın değerler göstermişlerdir (% 14.8- 28.8 ağırlık kaybı). Stres etkisinin daha fazla görüldüğü Okr-47, Okr-86, Okr-93, Okr-110 ve Okr-112 no'lu genotiplerde yaş ve kuru ağırlık bakımından kayıplar % 69.5-88.4 arasında değişen oranlarda belirlenmiştir. Tuz stres koşullarında ilk belirgin semptomatik etki, bitkilerin biyomas ağırlıklarında, boy veya alanlarında azalmalardır. Bunu takiben öncelikle yaşlı yapraklardan başlayarak sararma ve nekroze olma, yaşlı yapraklardan itibaren kuruyarak yaprak dökülmesi, büyümenin sınırlanması ve sonuçta bitkinin ölümü gerçekleşir (Yaşar, 2003). Skala değerleri bakımından daha düşük puanlamalar almalarına karşılık yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık değerleri bakımından önemli kayıplar gösteren genotiplerin enzim mekanizmalarını devreye sokarak toksik Na etkisi karşısında hücre parçalanmasını önlemeye çalıştıkları böylece dayanımlarını artırdıkları düşünülmektedir. Mer vd. (2000), tuz stresinin büyümede sınırlanma ve yaşlı yapraklarda nekrozlar şeklinde etkisini gösterdiğini bildirirken buğday, domates ve kabakta yapılan çalışmalar da, stres sonucu bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında kayıpların meydana geldiğini göstermiştir (Daşgan vd., 2002; Yaşar, 2003; Sevengör, 2010).

Çizelge 1. Bamyaya genotiplerinde tuz stresi sonucunda bitki büyüme parametreleri bakımından meydana gelen değişimler

Genotip No	Skala Değeri	Bitki Yeşil Aksam Yaş Ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )			Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )		
		Kontrol	Tuz	Değişim (%)	Kontrol	Tuz	Değişim (%)
3	2.7 b-d	76.27ab	44.70c	-41.39	8.28ab	6.58a	-20.53
6	2.25cd	72.85a-c	52.40b	-28.07	7.24a-c	5.44a-c	-24.86
11	3.00a-d	78.25a	50.76b	-35.13	9.15a	5.52ab	-39.67
36	2.50cd	45.95ef	32.68de	-28.88	3.64e	3.42c-e	-6.04
47	2.75b-d	65.80c	28.51f	-56.67	4.32de	2.10e	-51.39
49	2.00d	68.65bc	35.76d	-47.91	6.34b-d	2.73de	-56.94
67	3.25a-c	53.22de	28.82ef	-45.85	4.48de	3.47b-c	-22.54
86	3.75ab	47.50d-f	19.51h	-58.93	4.69de	1.43e	-69.51
89	2.75b-d	76.27ab	58.24a	-23.64	7.51a-c	5.48a-c	-27.03
90	2.75b-d	53.52de	45.56c	-14.87	5.51c-e	4.67a-d	-15.25
92	2.25cd	39.69f	29.73ef	-25.09	3.35e	2.38e	-28.96
93	4a	42.51f	15.68h	-63.11	5.37c-e	2.13e	-60.34
108	3.25a-c	47.44d-f	27.52f	-41.99	4.69de	3.25de	-30.70
110	3.75ab	47.72d-f	23.50g	-50.75	7.60a-c	3.31de	-56.45
112	4a	55.38d	28.56f	-48.43	6.33b-d	2.54e	-59.87
Ort.	3.22	58.07	34.80	-40.71	5.90	3.63	-38.03
LSD (%5)	1.13	9.14	3.87		2.32	2.07	

### 3.3. Kök Yaş ve Kuru Ağırlıkları

Kök yaş ve kuru ağırlıkları bakımından sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, elde edilen bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Stres koşullarında kök yaş ve kuru ağırlıklarında azalma meydana gelmiş, oluşan bu değişimlerin Okr-49, Okr-93, Okr-108, Okr-110 no'lu genotiplerde daha yüksek olduğu görülmüştür (% 48.4 ve % 75.6 arasında). Ancak, Okr-3, Okr-6, Okr-11, Okr-36 ve Okr-92 bamyaya genotiplerinde ise kayıplar % 11.2 ile % 30 oranları arasında kalmıştır. Bamyada tuz stresinin toksik Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonları nedeniyle bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesinden dolayı kök taze ve kuru ağırlıklarında kayıplar meydana geldiği, bu kayıpların ise tolerant olan genotiplerde daha düşük düzeyde gerçekleştiği bildirilmiştir (Asraf vd., 2003). Dadkhah ve Grrrifiths (2006), yüksek tuz konsantrasyonlarının şeker pancarında kök gelişimini engellediğini, 250 ve 350 mM tuz seviyelerinde kök kuru ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre % 23.3 ile % 89.8 oranında azaldığını ifade etmiştir. Adavi vd. (2007) ise artan tuz konsantrasyonlarının kök kuru ağırlıklarında azalmaya neden olduğunu saptamışlardır. Çalışmada elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulguları ile de benzerlik göstermiştir.

Çizelge 2. Bamyada genotiplerinde tuz stresi sonucunda kök yaş ve kuru ağırlıkları bakımından meydana gelen değişimler

Genotip No	Kök Yaş Ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )			Kök Kuru Ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )		
	Kontrol	Tuz	Değişim (%)	Kontrol	Tuz	Değişim (%)
3	6.00b-d	4.20a-c	-30.00	1.72a-c	1.42a-d	-17.44
6	5.95b-d	3.22c-e	-45.88	1.48c	1.16b-g	-21.62
11	7.33ab	5.22a	-28.79	2.33ab	1.92a	-17.60
36	5.49c-e	3.73b-d	-32.06	1.51c	1.34a-e	-11.26
47	3.83e	1.49g	-61.10	0.43d	0.26i	-39.53
49	4.84de	1.55fg	-67.98	1.36c	0.56q-i	-58.82
67	7.30ab	4.99a	-31.64	1.71a-c	1.33a-e	-22.22
86	7.01bc	2.81de	-59.91	1.26c	0.65f-i	-48.41
89	6.24b-d	4.40a-c	-29.49	2.44a	1.65ab	-32.38
90	6.27cd	4.27a-c	-31.90	1.96a-c	1.45a-c	-26.02
92	4.13e	3.34cd	-19.13	1.25c	0.97c-h	-22.40
93	6.80bc	2.70d-f	-60.29	1.60bc	0.39hi	-75.63
108	6.93bc	3.45cd	-50.22	1.63bc	0.79d-i	-51.53
110	6.04b-d	2.08e-g	-65.56	1.44c	0.76e-i	-47.22
112	8.80a	4.70ab	-46.59	1.95a-c	1.27b-f	-34.87
Ort.	6.20	3.48	-44.04	1.60	1.06	-35.13
LSD(%5)	1.66	1.18		0.75	1.13	

### 3.4. Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanında Meydana Gelen Değişimler

Tuz uygulaması genotiplerin yaprak sayısı ve alanında azalmalara neden olurken, genotipler arasında da farklılıklar ortaya koymuştur (Çizelge 3). Yaprak sayısı ve alanı bakımından tuz koşullarında kontrollerine en yakın değerler Okr-36, Okr- 89, Okr-90 ve Okr-92 (% 22 - % 38 arasında) no'lu genotiplerde saptanmıştır. Buna karşılık tuzluluğa bağlı olarak kontrollerine oranla en fazla değişimin saptandığı genotipler arasında Okr-86, Okr-93, Okr-110 ve Okr-112 % 47 - % 66 arasında değişen oranlar ile ilk sıralarda yer almıştır. Tuz stresi karşısında NaCl'ün neden olduğu toksitise ve su potansiyelinde meydana gelen azalma, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyelinin düşmesine ve bitki gelişiminde azalmaya neden olmaktadır. Özellikle stomaların kapanması, bitkinin fotosentez hızının azalmasına ve ilerleyen dönemlerde bitkinin ölümüne yol açmaktadır. Bu değişim süreci



içerisinde tuz stresine en duyarlı olan bitki organlarının yapraklar olduğu düşünülmektedir (Munns ve Termaat, 1986; Yaşar, 2003). Kautgen ve Pawelzik (2009) çilekte, Kuşvuran (2010) kavunda yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, tuz seviyesindeki artış ile birlikte yaprak alanında azalma meydana geldiğini vurgulamışlardır.

Çizelge 3. Bamya genotiplerinde tuz stresi sonucunda yaprak sayısı ve yaprak alanı bakımından meydana gelen değişimler

Genotip No	Yaprak Sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )			Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> bitki <sup>-1</sup> )		
	Kontrol	Tuz	Değişim (%)	Kontrol	Tuz	Değişim (%)
3	6.00gh	4.25c-e	-29.17	245.8c-e	118.7c-e	-51.71
6	7.75c-f	4.75a-d	-38.71	287.3a-c	154.4a	-46.26
11	4.50h	3.00e	-33.33	202.3ef	114.5d-f	-43.40
36	7.00e-g	4.25c-e	-39.29	205.9ef	156.7ab	-23.90
47	6.25gf	3.00e	-52.00	238.0c-e	121.2c-e	-49.08
49	9.00a-c	6.25a	-30.56	310.4ab	138.1bc	-55.51
67	7.50c-g	4.75a-d	-36.67	339.7a	170.4a	-49.84
86	7.75c-f	6.00ab	-22.58	326.6ab	110.8d-f	-66.07
89	9.75a	4.00c-e	-58.97	212.5d-f	130.9cd	-38.40
90	6.50e-g	4.25c-e	-34.62	157.7fg	106.9e-g	-32.21
92	7.50c-g	4.25c-e	-43.33	147.6g	113.1d-f	-23.37
93	7.25d-g	4.50b-e	-37.93	271.1b-d	91.5 fg	-66.25
108	9.50ab	5.00a-c	-47.37	201.5ef	85.84g	-57.40
110	8.00b-e	3.25de	-59.38	218.4de	92.34fg	-57.72
112	8.75a-d	3.75c-e	-57.14	268.7b-d	105.1e-g	-60.89
Ort.	7.58	4.35	-41.04	242.2	120.7	-48.13
LSD(%5)	1.69	1.72		58.64	23.26	

### 3.5. Yeşil Aksam Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> ile K/Na ve Ca/Na Oranlarında Meydana Gelen Değişimler

On beş farklı bamya genotipi ile gerçekleştirilen çalışmada, bitkilerin tuz stresi karşısında iyon dengesi bakımından göstermiş oldukları tepkiler farklılık göstermiştir. Tuz uygulaması ile birlikte, yeşil aksam Na<sup>+</sup> iyon konsantrasyonu tüm genotiplerde artış göstermiştir. Buna göre Okr-3, Okr-89, Okr-92 nolu genotipler daha seçici davranarak, Na alımını sınırlı tutmuş, buna karşılık Okr-47, Okr-49, Okr-108 ve Okr-112 bünyelerine en fazla Na

iyonu alan genotipler arasında yer almıştır (Çizelge 4). Genel olarak skala değeri yüksek olan genotiplerin bünyelerine daha fazla Na iyonu alırken, Okr-36 ve Okr-90 nolu bamyaya genotiplerinde skala değerleri düşük olmasına karşılık Na iyonunun artış gösterdiği, bu genotiplerde Na-kabullenen (Na-Includer) mekanizmasının aktif olduğu ve bir şekilde Na<sup>+</sup> iyonuna karşı doku toleransı gösterdiği düşünülmektedir. Nitekim, benzer sonuçlar Marschner, (1995) ,Daşgan ve Koç (2009), Kuşvuran (2010) tarafından da bildirilmiştir.

Çizelge 4. Bamyaya genotiplerinde tuz stresi sonucunda bitki yeşil aksam Na, K, Ca iyon değişimleri bakımından meydana gelen değişimler

No	Na (%)			K (%)			Ca (%)		
	Kontrol	Tuz	Değişim (%)	Kontrol	Tuz	Değişim (%)	Kontrol	Tuz	Değişim (%)
3	0.87a-d	2.93b-d	236.78	2.53de	1.74d-h	-31.23	3.17b-d	2.19ab	-30.91
6	1.07a	3.77ab	252.34	3.50a-d	2.16a-d	-38.29	2.83c-e	1.87a-d	-33.92
11	1.01ab	3.24a-d	220.79	4.24ab	2.72a	-35.85	2.54e	1.58c-f	-37.80
36	1.04ab	4.37a	320.19	2.95b-e	2.23a-d	-24.41	2.49e	2.21ab	-11.24
47	0.58de	3.65a-d	529.31	3.49a-d	1.85b-g	-46.99	3.18b-d	1.49d-f	-53.14
49	0.53e	2.93b-d	452.83	2.07e	1.14h	-44.93	2.83de	1.66c-f	-41.34
67	0.64c-e	2.40d	275.00	2.94b-e	1.77c-h	-39.80	3.38bc	1.98a-d	-41.42
86	0.93a-c	2.46cd	164.52	3.14a-e	1.54d-h	-50.96	3.50b	2.60a-c	-25.71
89	0.81a-e	2.75b-d	239.51	2.80c-e	2.03a-f	-27.50	4.45a	1.95a-d	-56.18
90	1.11a	3.93ab	254.05	3.18a-e	2.44a-c	-23.27	3.39b	2.33a	-31.27
92	0.83a-e	2.88b-d	246.99	3.54a-d	2.53ab	-28.53	3.17b-d	2.23ab	-29.65
93	0.88a-d	4.43a	403.41	3.17a-e	1.15gh	-63.72	3.14b-d	1.29ef	-58.92
108	0.77b-e	3.92ab	409.09	2.70c-e	1.35f-h	-50.00	2.70de	1.78b-e	-34.07
110	0.81a-e	3.93ab	385.19	4.40a	2.11a-d	-52.05	1.92f	1.28ef	-33.33
112	0.69c-e	3.69a-c	434.78	3.99a-c	1.49e-h	-62.66	2.75de	1.23f	-55.27
Ort.	0.84	3.42	321.6	3.24	1.88	-41.34	3.03	1.84	-38.28
LSD (%5)	0.30	1.25		1.32	0.70		0.55	0.51	

Tuz stresi tüm genotiplerin K<sup>+</sup> miktarında azalmaya neden olmuştur. Bünyelerinde K<sup>+</sup> iyonunu koruyabilen genotipler arasında Okr-90 (% 23.2), Okr-36 (% 24.4), Okr-89 (% 27.5) ilk sıralarda yer alırken; Okr-93, Okr-112 ve Okr-110 % 52.6 ile % 63.7 arasında değişen oranlarda kayıplarla karşı karşıya kalmıştır (Çizelge 4). Genotiplerde K<sup>+</sup> ile Na<sup>+</sup> iyonu arasındaki tercihlerin bir göstergesi olarak düşünülen K/Na oranı bakımından Okr-90, Okr-89 ve Okr-92 tercihini K iyonu yönünde kullanmış, ancak Okr-112, Okr-

93 ve Okr-49 bu konuda yetersiz kalarak  $\text{Na}^+$  iyonunu bünyelerine daha fazla almıştır (Çizelge 5). Sodyum miktarında meydana gelen artış, genellikle ozmotik regülasyonu ve besin dengesini bozarak spesifik iyon toksisitesine girmekte, iyonik çaplarının ve elektriksel yüklerinin benzerliği nedeniyle  $\text{K}^+$  iyonu ile rekabete girerek bu iyonun alımını da engellemektedir (Levitt, 1980). Romerao vd. (1997), Debouba vd. (2006) yapraklarda artan  $\text{Na}^+$  konsantrasyonunun  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  iyonlarının antagonistik etkisi nedeniyle  $\text{K}^+$  eksikliklerine neden olabileceğini ifade etmiş, Daşgan vd (2006), Daşgan ve Koç (2009), Kuşvuran (2010) kitlesel tarama çalışmalarında  $\text{K}^+$  ile  $\text{K}/\text{Na}$  oranındaki değişimin önemli bir seçim kriteri olabileceğini ifade etmişlerdir.

Kalsiyum iyonunda meydana gelen değişimlerde Çizelge 3'de verilmiştir. Genel olarak tuz stresi tüm genotiplerde  $\text{Ca}^{++}$  iyonu bakımından değişen oranlarda azalmaya yol açmıştır. Buna göre, Okr-36 (% 11.2), Okr-86 (% 25.7) ve Okr-92 (% 29.6) kontrollerine oranla  $\text{Ca}^{++}$  iyonunu bünyelerinde en fazla koruyabilen genotipler arasında yer almıştır. Ancak Okr-93 (% 58.9), Okr-112 (% 55.2) ve Okr-47 (% 53.1)  $\text{Ca}^{++}$  iyonu bakımından değişimin en fazla gerçekleştiği genotipler arasında belirlenmiştir.  $\text{Ca}/\text{Na}$  oranlarında meydana gelen değişimlerde bu sonuçlar ile paralellik göstermiştir (Çizelge 5). Okr-86, Okr-36 ve Okr-90  $\text{Ca}/\text{Na}$  oranı yönünden incelendiğinde  $\text{Ca}^{++}$  iyonunu bünyelerinde tutmaya başaran genotipler olurken; Okr-47, Okr-93 ve Okr-112 bamyada genotiplerinde sodyum iyonunun daha etkili olduğu saptanmıştır. Bitki hücresinde devam eden iyon taşınımı tek değerli ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) ve çift değerli ( $\text{Ca}^{++}$ ) katyonlar arasındaki denge ile sürdürülmektedir. Tek değerli katyonların konsantrasyonunda meydana gelen artış, iyon taşınım dengesini değiştirerek hücre geçirgenliğinin bozulmasına ve hücrenin zararlanmasına neden olmaktadır (Yaşar, 2003). Hussain vd. (2008), tuz konsantrasyonunun bitkilerde  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının birikimine neden olduğunu,  $\text{Ca}^{++}$  oranının ise azalma eğilimine geçtiğini bildirmişlerdir. Yine yüksek tuz konsantrasyonlarının bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azalttığı, kalsiyum yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olduğu pek çok araştırmacı tarafından da vurgulanmıştır (Daşgan ve Koç, 2009; Kuşvuran, 2010).

Çalışmada ayrıca incelenen parametrelerin birbiri ile olan ilişkisine de yer verilmiş ve Çizelge 6'da gösterilmiştir. Görülebileceği üzere,  $\text{Na}^+$  ile skala değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu, skala değeri arttıkça bitkinin  $\text{Na}^+$  değerinde de artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bununla birlikte diğer parametreler ile skala değeri arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Skala değeri küçük olan (tuzdan daha az etkilenen) genotiplerin özellikle yeşil aksam yaş ağırlığı, yaprak alanı, yaprak sayısını tuz stresi altında

koruyabilme kapasitesi de yüksek olmuştur. İyon değişimleri incelendiğinde ise  $K^+$  ve  $Ca^{++}$  değerlerinin skala ile -0.557 ile -0.670 korelasyon katsayısı ile negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Genel olarak bünyesine  $Ca^{++}$  ve  $K^+$  iyonlarını daha fazla alarak  $Na^+$  alımını sınırlandıran ve böylece bitki bünyesinde iyon dengesini kurmayı başarabilen genotiplerin tuza toleranslarının daha yüksek olduğu dolayısı ile daha düşük skala değerine ulaştıkları görülmüştür. Benzer sonuçlar, Kuşvuran (2004) kavunda, Daşgan vd.(2006) börülce ve fasulyede de tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Bamyı genotiplerinde tuz stresi sonucunda bitki yeşil aksam K/Na ve Ca/Na oranlarında meydana gelen değişimler

No	K/Na			Ca/Na		
	Kontrol	Tuz	Değişim (%)	Kontrol	Tuz	Değişim (%)
3	2.93b	0.59cd	-79.86	3.66b-e	0.76a-d	-79.23
6	3.50ab	0.57cd	-83.71	3.20de	0.50b-e	-84.38
11	4.41ab	0.90a	-79.59	2.72e	0.54a-e	-80.15
36	3.04b	0.54cd	-82.24	2.53e	0.55a-e	-78.26
47	5.96a	0.50b-e	-91.61	6.09ab	0.40c-e	-93.43
49	6.04a	0.46c-e	-92.38	7.75 a	0.98 a	-87.35
67	4.68ab	0.75ab	-83.97	5.33a-d	0.84a-c	-84.24
86	3.39ab	0.64a-c	-81.12	3.79b-e	0.88ab	-76.78
89	3.63ab	0.75ab	-79.34	5.63a-c	0.70a-e	-87.57
90	2.84b	0.66a-c	-76.76	3.06c-e	0.64a-d	-79.08
92	4.33ab	0.88a	-79.68	3.84b-e	0.77a-d	-79.95
93	3.57ab	0.26e	-92.72	3.70b-e	0.29e	-92.16
108	3.64ab	0.35de	-90.38	3.52b-e	0.45b-e	-87.22
110	5.50ab	0.55cd	-90.00	2.39e	0.33de	-86.19
112	5.92a	0.40c-e	-93.24	4.05b-e	0.33de	-91.85
Ort.	4.28	0.59	-85.11	4.08	0.60	-84.52
LSD (%5)	2.82	0.26		2.60	0.45	

Çizelge 6. Denemede incelenen parametreler arasında oluşan korelasyon\* tablosu

	Yaş Ağırlık	Kuru Ağırlık	Skala	Kök Kuru Ağı.	Yaprak Sayısı	Na	Ca	K	Yaprak Alanı	Kök Yaş Ağı.	Ca/Na
Yaş Ağı.	1.000	0.687	-0.653	0.503	0.373	-0.614	0.607	0.462	0.572	0.546	0.553
Kuru Ağı.	0.687	1.000	-0.468	0.490	0.243	-0.429	0.349	0.387	0.394	0.480	0.340
Skala	-0.653	-0.468	1.000	-0.384	-0.576	0.767	-0.670	-0.557	-0.683	-0.520	-0.660
Kök Kuru	0.499	0.490	-0.384	1.000	0.257	-0.364	0.395	0.361	0.329	0.633	0.281
Yap.Say.	0.373	0.243	-0.576	0.257	1.000	-0.667	0.613	0.284	0.603	0.466	0.542
Na	-0.614	-0.429	0.767	-0.364	-0.667	1.000	-0.700	-0.504	-0.704	-0.623	-0.744
Ca	0.607	0.349	-0.670	0.395	0.613	-0.700	1.000	0.394	0.616	0.507	0.574
K	0.462	0.387	-0.557	0.361	0.284	-0.505	0.394	1.000	0.436	0.528	0.740
Yap.Alanı	0.572	0.394	-0.683	0.329	0.603	-0.704	0.616	0.436	1.000	0.591	0.643
Kök Yaş Ağı.	0.536	0.480	-0.520	0.633	0.466	-0.623	0.507	0.528	0.591	1.000	0.541
K/Na	0.553	0.340	-0.660	0.281	0.542	-0.744	0.574	0.740	0.643	0.541	1.000
Ca/Na	0.591	0.290	-0.638	0.255	0.605	-0.746	0.749	0.373	0.685	0.447	0.838

\*P 0.01 düzeyinde önemlidir

#### 4. SONUÇ

Çalışma sonucunda bamyaya genotiplerinin tuza tolerans düzeylerinin farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle kitlesel tarama çalışmalarında skala değerleri ile, bitki kuru ağırlıkları, yaprak alanı gibi parametrelerin etkin olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Bitkilerin tuz stresi karşısında göstermiş oldukları iyon değişimlerinin ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  ile  $\text{K/Na}$  ve  $\text{Ca/Na}$ ) tolerans düzeylerinin ortaya konulması açısından önemli parametreler olduğu kanısına varılmıştır. Bu parametrele ışığında Okr-89, Okr-90 ve Ok-92 toleransı yüksek olan genotipler arasında ilk sırayı alırken; Okr-86, Okr-93 ve Okr-110 en hassas genotipler olarak belirlenmiştir.

#### Kaynaklar

- Abid, M., Malik, S.A., Bilal, K., Wajid, R.A. 2002. Response of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) to EC and SAR of Irrigation Water. *International Journal Of Agriculture & Biology*, 4(3):311-314.
- Adavi, Z., Mobil, M., Razmjoo, K., Landi, E. 2007. Effects of Salinity of Irrigation Water on *Cynodon* Spp. Cultivars Grown on Salinity Soil in Isfahan. *J.Sci and Technol. Agric and Natur.* 10: 4.
- Ahmadi, A., Emam, Y., Pessarakli, M. 2009. Response of Various Cultivars of Wheat and Maize to Salinity Stress. *Journal of Food, Agriculture Environment*, 7(1): 123-128.
- Aktaş, H. 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, 105 s., Adana.
- Asraf, M., Arfan, M., Ahmad, A. 2003. Salt Tolerance in Okra: Ion Relations and Gas Exchanges Characteristics. *Journal of Plant Nutrition*, 26 (1): 63-79.
- Asraf, M. 2004. Some Important Physiological Selection Criteria for Salt Tolerance in Plants. *Flora*, 199: 361-376.
- Asraf, M., Foolad, M.R. 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206-216.
- Dadkhah A.R., Grrifiths, H. 2006. The Effect of Salinity on Growth, Inorganic Ions and Dry Matter Partitioning in Sugar Beet Cultivars. *J. Agric. Sci. Technol.*, 8: 199-210.
- Daşgan, H.Y., Aktaş, H., Abak, K., Çakmak, İ. 2002. Determination of Screening Techniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses. *Plant Science*, 163: 695-703.
- Daşgan, H.Y., Koç, S., Ekici, B., Aktaş, H., Abak, K. 2006. Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. *Alatırım*, 5(1): 23-31.

- Daşgan, H.Y., Koç, S. 2009. Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters. *Journal of Food, Agriculture Environment*, 7(2): 363-372
- Debouba, M., Gouia, H., Suzuki, A., Ghorbel, M.H. 2006. NaCl Stress Effects on Enzymes Involved in Nitrogen Assimilation Pathway in Tomato "Lycopersicon Esculentum" Seedling. *Journal of Plant Physiology*, 163: 1247-1258.
- Hussain, K., Asraf, M, Asraf, M.Y. 2008. Relationship Between Growth and Ion Relation in Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.)R.Br.) at Different Growth Stages under Salt Stres. *African Journal of Plant Science*, 2(3): 23-27.
- Kautgen, A., Pawelzik, E. 2009. Impacts of NaCl Stress on Plant Growth and Mineral Nutrient Assimilation in Two Cultivars of Strawberry. *Environmental and Experimental Botany*, 65: 170–176.
- Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, S., Abak, K., Yasar, F. 2007. Responses of Some Melon (*Cucumis* Sp.) Genotypes to Salt Stress. *Journal of Agricultural Sciences, Ankara University Faculty of Agriculture*. 13 (4): 395- 404.
- Kuşvuran, Ş. 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar (Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 355s.).
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol.Ii, 2nd Ed. Academic Press, 607 s,New York,.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 657-680.
- Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya, D.H., Pandey, A.N. 2000. Effect of Salt on Germination of Seeds and Growth Young Plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. *J. Gron. Crop. Sci.*, 185: 209-217.
- Munns, R., Termaat, A. 1986. Whole- Plant Responses to Salinity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13: 143-160.
- Munns, R. 2005. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. *New Phytol.*, 167: 645-663.
- Neves, O.S.C., Carvalho, J.G., Rodrigues, C.R. 2004. Growth and Mineral Nutrition of Umbuzeiro Seedlings (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam.) under Salt Stress in Nutrient Solution. *CiEnc. Agrotec.*, 28: 997–1006.
- Romero, L., Belakbir, A., Ragala, L., Ruiz, J.M. 1997. Response of Plant Yield And Leaf Pigments Tos Aline Conditions: Effectiveness of Different Rootstocks In Melon Plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Sci. Plant Nutr.* 43(4): 855-862.
- Saleem, A., Ashraf, M., Akram, N.A. 2011. Salt (NaCl)-Induced Modulation in some Key Physio-Biochemical Attributes in Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) *J. Agronomy & Crop Science*, 202-213.
- Sevengör, Ş. 2010. Kabakta (*Cucurbita pepo* L.) Tuz Stresine Toleransın Belirlenmesinde Antioksidant Enzim Aktivitelerinin In Vitro ve In Vivo Olarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 165 s., Ankara.

- Shahid, M.A., Pervez, M.A., Balal, R.M., Ahmad, R., Ayyub, C.M., Abbas, D., Akhtar, R. 2011. Salt stress effects on some morphological and physiological characteristics of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Soil and Environment*, 30:66-73.
- Takagi, M., El-Shemy, H.A., Sasaki, S., Toyama, S., Kanai, S., Saneoka, H., Fujita, K. 2009. Elevated CO<sub>2</sub> Concentration Alleviates Salinity Stress in Tomato Plant. *Soil and Plant Science*, 59: 87-96.
- Yaşar, F. 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 139 s., Van.