

**ERKEN BİTKİ GELİŞME AŞAMASINDA KURAKLIK ve TUZLULUK
STRESLERİNE TOLERANS BAKIMINDAN FASULYE GENOTİPLERİNİN
TARANMASI**

*Screening of the Bean Genotypes for Their Tolerans to Salinity and Drought
Stresses at the Early Plant Growth Phase*

Emine KAYA
Bahçe Bitkileri

H. Yıldız DAŞGAN
Bahçe Bitkileri

ÖZET

Bu çalışmada, 81 adet farklı fasulye genotipinin kurak ve tuzluluğa tolerans seviyelerinin erken bitki gelişme aşamasında araştırılması amaçlanmıştır. Tuz ve kuraklığa yüksek tolerans gösteren fasulye genotipleri üreticilere önerilebileceği gibi ilerde ıslah çalışmalarında gen kaynağı olarak da kullanılabilir. Bitkiler, "substrat kültürü" tekniği ile vermikulit ortamında yetiştirilmiştir. Fasulye genotiplerinin tuz stresine tepkilerini ortaya çıkarmak için 200mM NaCl kullanılırken, kuraklık stresi kademeli su kesilerek oluşturulmuştur. Çalışmada, fasulye bitkileri tuz ve kurak streslerinin yanı sıra stres olmayan kontrol koşullarında da yetiştirilmiştir. Denemede 28 günlük erken gelişme aşamasındaki fasulye bitkileri ile çalışılmış, verime kadar gidilmemiştir. Farklı fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklığa tolerant olanlarını belirlemek amacıyla bir seri morfolojik ve fizyolojik ölçümler ve analizler yapılmıştır. İncelenen tüm parametreler bakımından tuz ve kuraklık stresindeki bitkilerde kontrol bitkilerine göre oluşan % değişimler hesaplanmıştır. Ayrıca parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, incelenen fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklık streslerine tepkileri bakımından geniş bir varyasyonun olduğu belirlenmiştir. Seksen bir farklı fasulye genotipi tuz ve kuraklığa tolerant, orta düzeyde tolerant ve hassas olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, kuraklık stresi, NaCl stresi, tolerans, tarama

ABSTRACT

In this study, salinity and drought responses of the 81 bean genotypes have been investigated under the early plant growth phase. The goal of the work was the determination of tolerance levels of the bean genotypes. The bean genotypes with high tolerance level can be suggest to the growers and also can be used as genetic material in breeding programs in the future. The plants have been grown in vermiculite by "substrate culture" technique. The bean genotypes have been grown with 200mM NaCl for salinity stress and irrigation was stopped gradually for drought stress. Control plants without stress have also been grown. Young plant stage (28 days old plant) was used for screening studies and plants were not been grown until fruit stage. In order to identified tolerance and

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

susceptible bean genotypes some morphological and physiological measurements and analysis have been realized. All these parameters' differences in salinity and drought stresses via control have been calculated. Also the relationships among the parameters have been investigated. At the end of the study, large variations have been determined in bean genotypes for their salinity and drought responses. Eighty-one bean genotypes have been classified; tolerant, mild tolerant and susceptible. In general okra plants sometimes have been shown similar responses in saline and drought conditions, however, salinity stress more severe than drought stress.

Key Words: Bean, NaCl stress, drought stress, tolerance, screening

Giriş

Biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin etkisi altında bitkilerde ortaya çıkan değişimler stres olarak ifade edilmektedir (Taiz ve Zieger, 2002). Kuraklık ve tuzluluk dünyada tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır (Boyer, 1982).

Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Ergene, 1982; Kwiatowsky, 1998, Kara, 2002). Tuz baskısı koşullarında yetişen bitkiler iki sorunla karşı karşıyadırlar. Bunlardan ilki, toprak çözeltisindeki yüksek tuz miktarına bağlı olarak osmotik basıncın artması ve toprak su potansiyelinin düşmesi, diğeri ise Cl ve Na gibi zararlı iyonların yüksek konsantrasyonu ve iyon konsantrasyonlarında dengesizliktir (Erdal ve ark., 2000). Tuzluluk bitkinin morfolojisi ve anatomisini de kapsayan tüm metabolizmasını etkileyen bir faktördür (Levitt, 1980). "Tuz toleransı", bitkilerde farklı biçimlerde kendini gösterebilmektedir. Levitt (1980)'in açıkladığı iki farklı mekanizma, daha sonraki yıllarda Marschner (1995) tarafından da geliştirilerek anlatılmıştır. Buna göre, eğer bir bitkide tuzdan sakınım (*exclusion*) ve tuzu kabullenme (*inclusion*) mekanizmalarından birisi iyi gelişmiş ise, bu bitki genotipinin tuza toleransı yüksek olmaktadır (Kuşvuran ve ark., 2008).

Kuraklık, genel anlamda meteorolojik bir olgu olup toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemdir. Yağışsız dönemin kuraklık oluşturması, toprağın su tutma kapasitesi ve bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapotranspirasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Jones, 1992; Kozłowski ve Pallardy, 1997). Kuraklık genel olarak su noksanlığı ve kuruma olarak iki tipe ayrılabilir; su noksanlığı, orta düzeydeki su kaybı olarak tanımlanırken, kuruma ise aşırı miktardaki su kaybı olarak tanımlanabilir (Smirnov, 1993). Kurak şartlar altında yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler, genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya; köklerde oluşan morfolojik değişimler ise topraktaki suyu daha yüksek bir kuvvetle absorbe etmeye yöneliktir (Çirak ve Esendal, 2006). Değişen yağış rejimlerinin de etkisi ile topraklarda oluşan kuraklık ve beraberinde getirdiği tuzluluk, bitkisel üretimi önemli ölçüde sınırlandırmaktadır (Annan, 2000). Burada

sunulan tez çalışmasında, fasulye türüne ait çoğunluğu ülkemizin farklı bölgelerinden toplanan bir koleksiyonun içinden seçilen fasulye genotiplerinin kurak ve tuzluluğa tolerans seviyelerinin erken bitki gelişme aşamasında araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Deneme Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait araştırma alanındaki 500 m² alana sahip bir cam serada yürütülmüştür. Bölümümüzün fasulye gen bankasında bulunan 81 genotip bitki materyali olarak kullanılmıştır.

Metot

Denemenin tamamında genç bitki aşamasında çalışılmış, bitkiler saksılarda substrat kültüründe yetiştirilmiş, meyveye kadar gidilmemiştir. Tohumlar vermikülit içeren ortama, 2 litre kapasitedeki saksılara ekilmiştir. Denemeler kuraklık uygulaması, tuz uygulaması ve kontrol uygulamasını içerecek biçimde, her uygulamada 4 saksı ve her saksıda 3 bitki olacak şekilde oluşturulmuştur. Her genotipten stres ve kontrol koşullarında ayrı ayrı en az 12'şer bitki olmuştur.

On beş günlük, 3 yapraklı aşamaya ulaşıncaya kadar stressiz koşullarda büyütülen bitkiler bu aşamadan itibaren tuz ve su stresine maruz bırakılmıştır. 50 mM NaCl ile ilk tuz uygulaması başlanmış, kademeli olarak tuz konsantrasyonu artırılmış ve 4 günün sonunda 200 mM NaCl değerine ulaşılmıştır. Tuz uygulamasında bitkiler strese girinceye kadar her gün aynı dozda NaCl ile muamele edilmiştir. Kuraklık uygulamasında ise 160 ml/saksı besin çözeltisi ile ilk kuraklık uygulaması başlanmış, kademeli olarak su stresi dozu azaltılmış olup, 4. günün sonunda kuraklık uygulamasında 40 ml besin çözeltisi değerine ulaşılmıştır. Dördüncü günden sonra sulama kesilmiştir.

Besin Çözeltisi Kompozisyonu

Bitkilerin sulanmasında komple besin elementlerini içeren bir besin çözeltisi kullanılmıştır. Besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları şu şekilde belirlenmiştir; N: 130 mg/l, P: 35 mg/l, K: 220 mg/l, Mg: 45 mg/l, Ca: 150 mg/l, S: 70 mg/l, Fe: 1.50 mg/l, Mn: 0.80 mg/l, B: 0.50 mg/l, Zn: 0.15 mg/l, Cu: 0.10 mg/l ve Mo: 0.10 mg/l.

Yapılan Ölçüm ve Analizler

Bitkilerde su ve tuz stresinden kaynaklanan zararlanmanın gözle görülen belirtilerini ifade edebilmek amacıyla, 0-5 skala değerlendirmesi yapılmıştır. Aşağıda belirtilen skalaların oluşturulması ön denemeler yapılarak belirlenmiştir. Bitkilerin zararlanma derecesine göre 0- 5 arasında puan verilmiştir.

0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)

1: Su stresinden hafif etkilenme % 5'den fazla değil,

- 2: Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı olabilir ve su stresinden etkilenme % 6-20 arası olabilir,
- 3: Yapraklarda kıvrılma, kapanma, solgunluk ve sararmalar % 21-50 arası stresten etkilenme olabilir,
- 4: Yaprakların % 51-80 düzeylerinde şiddetli solgunluk, sararma, yapraklarda nekroz ve kurumalar,
- 5: Bitkide % 80 üzerinde geriye dönüşümsüz solma, yapraklarda kurumalar veya ölüm olabilir.

Deneme sonunda hasat edilen bitkilerde bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet), yaprak alanı (adet/bitki), bitki yeşil aksam ve köklerinin yaş ve kuru ağırlıkları (g/bitki), SPAD-klorofil metre okumaları, yaprak oransal su içeriği, yaprak membran zararlanması, yaprak su potansiyeli, yaprak sıcaklığı, stoma geçirgenliği, yaprak ozmotik potansiyeli belirlenmiştir. Ayrıca yeşil aksam ve köklerde Cl, Na, K, Ca element analizleri de yapılmıştır. Bitki yeşil aksam ve kök kuru ağırlıklarının belirlenebilmesi için bitki ve kök örnekleri, 65 °C sıcaklıktaki etüvde, 48 saat süre ile kurutulmuştur.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kuraklık uygulaması ve 200 mM NaCl uygulanan fasulye genotiplerinde görsel skala değerlendirmesi bakımından ortaya çıkan değişimler geniş bir varyasyon göstermiştir. Tuz stresinde tüm genotiplerin ortalamasının skala değerinin 2.76, kuraklık stresinde ise tüm genotiplerin ortalamasının skala değerinin 3.12 olduğu saptanmıştır. Domateste (Daşgan ve ark., 2002), biberde (Aktaş ve ark., 2006), fasulyede (Daşgan ve Koç, 2009) yapılan tuz stresine karşı tarama çalışmalarında skala değerleri bakımından genotipler arasında önemli varyasyonların görüldüğü ve diğer morfolojik ve fizyolojik parametreler yanında skala değerlendirmesinin de önemli olduğu bildirilmektedir.

Tuz ve kuraklık stresinin etkileri bitki boyu bakımından karşılaştırıldığında, tuz stresinin bitki boyunda meydana getirdiği azalma ile kuraklık stresinin bitki boyunda meydana getirdiği azalma arasında çok büyük bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Kontrol bitkilerine göre tuzluluk stresi genotiplerde genel olarak % 69.46 oranında bir azalmaya neden olurken, kuraklık stresinde bu oran kontrol bitkilerine göre % 67.16 düzeyinde gerçekleşmiştir. Kuşvuran (2010), kavunda tuz ve kuraklık stresinin bitki boyu bakımından ortaya çıkardığı tepkiler karşılaştırıldığında, tuz stresinin bitki boyunda meydana getirdiği azalmanın kuraklık stresine göre daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Tuz ve kurak koşullardaki fasulye genotiplerinde yaprak sayısı bakımından % değişimlere göre bir değerlendirme yapıldığında genel ortalamaya bakılarak 2 stres arasında yaklaşık % 10'luk bir fark görülmektedir. Kuraklık stresi fasulye genotiplerinde % 63.72 oranında bir kayba sebep olmasına rağmen tuz stresinde bu oran % 54.01 olarak belirlenmiştir. Yaprak sayısının kuraktan biraz daha fazla etkilendiği söylenebilir.

Tuz ve kuraklık stresi çalışmada yer alan fasulye genotiplerinde yeşil aksam ve köklerinin, yaş ve kuru ağırlık değerlerinin azalmasına neden olmuştur.

Tuz ve kuraklık stresinin fasulye genotipleri üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında kuraklık stresinin ortaya koyduğu etkinin daha yüksek olduğu ve bu nedenle yeşil aksam yaş (Y.A.Y.A.) ve kuru ağırlık (Y.A.K.A.) bakımından kontrol bitkilerine oranla daha büyük kayıpların meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 1.).

Klorofil değerleri ise tuz ve kuraklık stresi altında yetiştirilen bitkilerde artış göstermiştir. Ancak tuz koşullarında yetiştirilen bitkilerde bu artış daha düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Bu durumda klorofil değerleri açısından tuz stresi fasulye genotiplerinde ortalama % 6.05 oranında artış gösterirken, kuraklık stresi fasulye genotiplerinde genel olarak ortalama % 37.88 oranında artış göstermiştir.

Yaprak alanı tüm fasulye genotiplerinde, tuz ve kuraklık stres koşullarında azalma eğilimi göstermiştir. Genotiplerin daha çok kurak koşullarından etkilendiği görülen çalışmada genotiplerin kontrol bitkilerine göre ortalama % değişim oranı % 72.59 olurken, bu değer tuz stresinde % 60.73 düzeyinde saptanmıştır. Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışmada genotiplerin yaprak alanının tuz ve kuraklık stres koşullarında azalma eğilimi gösterdiğini belirlemiştir.

Tuz ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerler bakımından yaprak oransal su içeriğinin (RWC) genel olarak kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği görülmüştür. Tuz stresi koşullarında ortalama değişim % 8.01 oranında artış gösterirken, kuraklık stresinde bu oran ortalama % 1.62 oranında azalma şeklinde görülmüştür. Yakıt ve Tuna (2006), mısırdaki yaptıkları çalışmada 100 mM NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir. Tuz ve kurak koşullarda yetiştirilen 81 adet fasulye genotipinde yaprak hücre membranlarında (MI) meydana gelen zararlanma bakımından ortaya çıkan değişimler, her iki stres koşulunda farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

Tuz stresi sonucu bitkilerin yeşil aksam ve köklerdeki Cl ve Na konsantrasyonlarının kontrol bitkilerine göre ortalama % değişimleri artış göstermiştir. Bitkilerin Na ve Cl iyonlarını kendilerinden uzak tutmaları sayesinde tuz toleransı sağlayabildikleri bilinmektedir. Rush ve Epstein (1981) domateste Na⁺ akümüasyonu miktarının tuza tolerant genotip seçiminde iyi bir indeks olabileceğinden söz etmektedir.

Tuz ve kuraklık stresi uygulanan bitkilerde yeşil aksam K konsantrasyonu tuz stresi altındaki bitkilerde artarken, kuraklık stresinde azalma göstermiştir. Kök K konsantrasyonu ise her iki stresten de olumsuz etkilenecek şekilde azalma göstermiştir. Tuz ve kuraklık stresi sonucu yeşil aksam Ca konsantrasyonu kontrol bitkilerine göre ortalama % değişimleri azalma göstermiştir. Kök Ca konsantrasyonu ise tuz stresi altındaki bitkilerde artma gösterirken, kuraklık stresi altındaki bitkilerde kontrol bitkilerine göre ortalama % değişimleri düşük oranda azalma göstermiştir.

Tuz uygulanan fasulye bitkilerinin ve uygulanmayan kontrol bitkilerine göre % değişim ortalamalarına bakıldığında, yeşil aksam K/Na oranları bakımından önemli bir azalmanın olduğu görülmüştür. Buna göre tuzlulukta kontrole göre değişim ortalamasının % 67.65 olduğu tespit edilmiştir. Kök K/Na oranı % değişim ortalaması bakımından Çizelge 1.'de de görüldüğü gibi tuz stresi fasulye genotiplerinde kontrole göre % 93.15 oranında önemli bir azalma meydana

getirmiştir. 200 mM NaCl uygulanan fasulye genotiplerinin yeşil aksam Ca/Na oranları bakımından kontrol bitkilerine göre % değişimi genel olarak ortalama % 78.48 oranında azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Tuz koşullarında yetiştirilen fasulye genotiplerinin kök Ca/Na oranlarının % değişim ortalaması ise kontrol bitkilerine göre % 88.20 oranında azalma göstermiştir. Bitkilerin tuzlu koşullarda Na^+ iyonu yerine K^+ veya Ca^{+2} iyonlarını almayı tercih etmelerini sağlayan seçicilik özelliğinin gelişmiş olması ve buna bağlı olarak ölçülen yüksek K/Na ve Ca/Na oranları, tuza tolerant genotip seçimlerinde kullanılabilir bir parametre olarak literatürde karşımıza çıkmaktadır (Daşgan ve ark., 2002; Daşgan ve Koç, 2009; Kuşvuran, 2010).

Tuz ve kuraklık stresi sonucu bitkilerin yaprak su potansiyellerinin (Yaprak Su Pot.) kontrole göre ortalama % değişimleri artış göstermiştir. Tuz ve kuraklık stresi fasulye genotiplerinde yaprak sıcaklığı bakımından farklı tepkiler göstermiştir.

Yapılan çalışma sonucunda tuz stresi altındaki bitkilerin stoma geçirgenliği (Stoma Geçirg.) kontrol bitkilerine göre % 20.12 oranında azalma olarak belirlenirken, kuraklık stresi sonucu bu azalmanın kontrol bitkilerine göre % 14.13 oranında olduğu belirlenmiştir. Romero-Aranda ve ark. (2001) *L.esculentum* kültürleriyle yaptıkları çalışmada, 2 ay süre ile 35 ve 70 mM NaCl stresi uygulanan domates bitkilerinin stoma geçirgenliğinde önemli bir azalma bulmuşlardır.

Tuz ve kuraklık stresi altındaki genotiplerin yaprak ozmotik potansiyellerinin (Yap. Ozmo. Pot.) ortalama % değişimi kontrol bitkilerine göre değerlendirildiğinde, tuz stresi % 292.30 oranında artış göstermiştir. Kuraklık stresi ise yaprak ozmotik potansiyeli bakımından tuz stresinden daha az düzeyde genel olarak ortalama % 31.74 oranında artış göstermiştir (Çizelge 1.).

Çizelge 1. Tuzluluk ve kuraklık stresleri altında bitkilerin ortalama değerleri

Parametreler	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrole göre % değişim	
				Tuz	Kurak
Skala	-	2.76	3.12	-	-
Bitki Boyu	127.71	38.87	40.60	-69.46	-67.16
Yaprak Sayısı	7.31	3.28	2.55	-54.01	-63.72
Y.A.Y.A.	27.43	8.72	6.47	-67.75	-75.52
Y.A.K.A.	3.04	1.08	0.97	-63.12	-66.56
Kök Yaş Ağırlık	18.46	13.77	8.67	-21.90	-49.61
Kök Kuru Ağırlık	0.78	0.57	0.64	-24.18	-14.39
Klorofil	36.59	38.40	49.95	6.05	37.88
Yaprak Alanı	836.45	301.01	211.94	-60.73	-72.59
RWC	54.08	56.48	51.64	8.01	-1.62
MII	-	38.44	6.88	-	-
Yeşil Aksam Cl	1.07	7.85	-	677.87	-
Kök Cl	0.90	3.38	-	296.00	-
Yeşil Aksam Na	0.82	3.30	-	349.82	-
Kök Na	0.42	4.42	-	1023.24	-
Yeşil Aksam K	4.06	5.26	3.45	32.05	-11.26
Kök K	0.88	0.81	0.59	-18.78	-43.47
Yeşil Aksam Ca	2.11	1.70	0.90	-11.65	-54.22
Kök Ca	0.49	0.78	0.66	19.24	-3.40
Yeşil Aks. K/Na	5.80	1.79	-	-67.65	-
Kök K/Na	3.33	0.19	-	-93.15	-
Yeşil Aks. Ca/Na	3,03	0,58	-	-78.48	-
Kök Ca/Na	2.24	0.22	-	-88.20	-
Yaprak Su Pot.	13.88	15.75	14.99	68.25	24.90
Yaprak Sıcaklığı	31.84	25.10	36.16	-20.57	13.95
Stoma Geçirg.	28.28	10.95	17.10	-20.12	-14.13
Yap. Ozmo. Pot.	611.00	1966.00	690.00	292.30	31.74

81 farklı fasulye genotipi ile gerçekleştirilen tuz ve kurak uygulamaları karşısında, genotiplerin strese toleranslık derecelerinin de farklı olduğu belirlenmiştir. İncelenen genotipler, tolerant, orta tolerant ve hassas olarak sınıflandırılırken, bu sınıflandırma sırasında çalışmada yer alan bütün parametreler ve genotiplerin bu parametreler içerisinde % değişim oranları ve sıralamaları göz önüne alınmıştır (Çizelge 2.).

Tuz stresi karşısında toplam 31 genotip dayanıklı, 31 genotip orta düzeyde dayanıklı ve 19 genotip duyarlı olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresi karşısında ise toplam 25 genotip dayanıklı, 37 genotip orta dayanıklı ve 19 genotip duyarlı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda genotiplerin toleranslık düzeyleri

TUZ			KURAK		
Dayanıklı	Orta Dayanıklı	Duyarlı	Dayanıklı	Orta Dayanıklı	Duyarlı
Bn-4	Bn-2	Bn-1	Bn-18	Bn-1	Bn-16
Bn-9	Bn-6	Bn-11	Bn-20	Bn-2	Bn-19
Bn-10	Bn-13	Bn-16	Bn-24	Bn-4	Bn-21
Bn-12	Bn-18	Bn-21	Bn-26	Bn-6	Bn-22
Bn-14	Bn-19	Bn-26	Bn-37	Bn-9	Bn-27
Bn-15	Bn-22	Bn-32	Bn-38/2	Bn-10	Bn-30
Bn-17	Bn-23	Bn-33	Bn-45	Bn-11	Bn-32
Bn-20	Bn-27	Bn-37	Bn-46	Bn-12	Bn-39
Bn-24	Bn-30	Bn-39	Bn-47	Bn-13	Bn-40
Bn-31	Bn-38/2	Bn-46	Bn-52	Bn-14	Bn-42
Bn-34	Bn-45	Bn-47	Bn-57	Bn-15	Bn-54
Bn-35	Bn-50	Bn-57	Bn-66	Bn-17	Bn-56
Bn-36	Bn-51	Bn-68	Bn-67	Bn-23	Bn-60
Bn-38/1	Bn-56	Bn-69	Bn-68	Bn-31	Bn-73
Bn-40	Bn-62	Bn-70	Bn-70	Bn-33	Bn-76
Bn-42	Bn-63	Bn-78	Bn-75	Bn-34	Bn-89
Bn-52	Bn-65	Bn-106	Bn-106	Bn-35	Bn-101
Bn-54	Bn-66	Bn-122	Bn-109	Bn-36	Bn-102
Bn-60	Bn-67	Bn-138	Bn-114	Bn-38/1	Bn-138
Bn-61	Bn-71		Bn-115	Bn-50	
Bn-64	Bn-73		Bn-116	Bn-51	
Bn-75	Bn-74		Bn-139	Bn-61	
Bn-101	Bn-76		Bn-140	Bn-62	
Bn-102	Bn-77		Bn-147	Bn-63	
Bn-109	Bn-89		Bn-150	Bn-64	
Bn-113	Bn-103			Bn-65	
Bn-114	Bn-104			Bn-69	
Bn-115	Bn-105			Bn-71	
Bn-116	Bn-139			Bn-74	
Bn-147	Bn-140			Bn-77	
Bn-150	Bn-149			Bn-78	
				Bn-103	
				Bn-104	
				Bn-105	
				Bn-113	
				Bn-122	
				Bn-149	

Sonuç

81 farklı fasulye genotipi ile gerçekleştirilen kuraklık ve 200 mM NaCl uygulanması ile oluşturulan tuz stresi karşısında genotiplerin farklı dayanıklılık ve duyarlılık seviyeleri gösterdikleri belirlenmiştir. Tuz ve kurak koşullar altında yetiştirilen bitkilerin bitki boyu, yaprak sayısı yaprak alanı, stoma geçirgenliği, yeşil aksam ve kök yaş ve kuru ağırlıkları parametreleri her iki stres koşulunda da azalma gösterdiği saptanmıştır. Bitki boyu, kök kuru ağırlık ve stoma geçirgenliği tuz stresinden daha fazla etkilenirken, yaprak sayısı, yaprak alanı, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık ile kök yaş ağırlık kurak koşullardan tuz stresine oranla daha fazla etkilenmiştir. Yaprak sıcaklığı tuz koşullarında yetiştirilen genotiplerde azalma gösterirken, kurak stresi altında yetiştirilen genotiplerde artma göstermiştir. Bitkilerin klorofil değerleri, yaprak su potansiyeli ve yaprak ozmotik potansiyeli tuz ve kurak stresi karşısında artma göstermiştir. Tuz ve kuraklık stresi altındaki genotiplerin yaprak oransal su içeriği değerleri incelendiğinde tuz stresi altında yetiştirilen bitkiler, yaprak oransal su içeriğini koruyarak düşük oranda artma göstermişlerdir. Kuraklık stresinde ise tuz stresinden farklı olarak bitkilerin yaprak oransal su içeriği çok düşük oranda azalma göstermiştir. Çalışmada incelenen bir diğer parametre ise yaprak membran zararlanmasıdır. Tuz ve kuraklık stresleri fasulye genotiplerinde yaprak membran zararlanmasına neden olmuştur. Özellikle tuz stresi koşullarında bitkilerin zarar görmesindeki en büyük toksik etkinin Na ve Cl iyon birikiminden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bitkilerin tuz stresi altında yeşil aksam ve kök Na, Cl, K ve Ca oranları incelendiğinde, Cl ve K iyonu köklerden daha çok yeşil aksamda bulunurken, Na ve Ca iyonu yeşil aksamda, köklere oranla daha az bulunmuştur. Kurak koşullarda ise K konsantrasyonu bitkilerin yeşil aksamında, Ca konsantrasyonu ise bitkilerin köklerinde daha fazla bulunmuştur. Yaprak ve köklerde K/Na oranı ve Ca/Na oranları genotiplerin stres koşullarında tercihini belirleyen en önemli parametreler arasında bulunduğu belirlenmiştir. Özellikle tuz stresi koşullarında tercihini K ya da Ca iyonu yönünde kullanan genotiplerin tuz stresine toleransta iyi bir performans gösterdikleri saptanmıştır.

Kaynaklar

- AKTAS, H., ABAK, K., ÇAKMAK, I. 2006. Genotypic Variation in The Response of Pepper to Salinity. *Scientia Hort.* 110: 260-266.
- ANNAN, K., 2000. UN Millennium Summit. <http://www.un.org/millennium/summit.htm>
- BOYER, J.S., 1982. Plant Productivity and Environment Potential For Increasing Crop Plant Productivity, *Genotypic Selection. Science*, 218, 443-448.
- ÇIRAK, C., ESENDAL, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(2):231-237
- DASGAN, H.Y., AKTAS, H., ABAK, K., ÇAKMAK, I., 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., 2009 Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters *Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.7 (2): 363 - 372.*

- ERDAL, İ., TÜRKMEN, Ö., YILDIZ, M., 2000. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerinin Gelişimi ve Kimi Besin Maddeleri İçeriğindeki Değişimler Üzerine Potasyumlu Gübrelemenin Etkisi Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 10(1): 25-29.
- ERGENE, A., 1982. Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum.
- JONES, H.G., 1992. Plants and Microclimate, Cambridge University Press, Cambridge,
- KARA, T., 2002. Irrigation Scheduling to Present Soil Salinization from a Shallow Water Table, *Acta Horticulture*, Number 573, pp. 139-151.
- KOZLOWSKI, T.T., PALLARDY, S.G., 1997. Physiology of Woody Plants, Academic Press, San Diego.
- KUŞVURAN, Ş., YAŞAR, F., ABAK, K., ELLİALTIOĞLU, Ş., 2008. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Tuza Tolerant ve Duyarlı *Cucumis* sp.'nin Bazı Genotiplerinde Lipid Peroksidasyonu, Klorofil ve İyon Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 2008, 18(1): 13-20
- KUŞVURAN, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi 356 sayfa, Adana
- KWIATOWSKY, J., 1998. Salinity Classification, Mapping and Management in Alberta. <http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity>
- LEVITT, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. II, 2nd Ed. Academic Press, New York, Pp:607.
- MARSCHNER, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 657-680.
- ROMERO-ARANDA, R., SORIA, T., CUARTERO, J., 2001. Tomato Plant-Water Uptake and Plant-Water Relationships Under Saline Growth Conditions. *Plant Sci.*, 160:265-272.
- RUSH, D.V. EPSTEIN, E. 1981. Comparative Studies on the Sodium, Potassium and Chloride Relations of a Wild Hallophytic and Domestic Salt-Sensitive Tomato Species. *Plant Physiol.* 68: 1308-1313.
- SMIRNOFF, N., 1993. "The Role of Active Oxygen in The Response of Plants To Water Deficit and Desiccation", *New Phytol.*, 125: 27-58.
- TAIZ, L., ZIEGER, E., 2002. *Plant Physiology*. 3. Edition, Sinauer Press.
- YAKIT, S., TUNA, A.L., 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 59-67.