



Tuz Stresine Tolerans Seviyesi Farklı Domates Genotiplerinin Kuraklık Stresi Koşullarında Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

Sevinç KIRAN^{1*} Fatma ÖZKAY¹ Şebnem KUŞVURAN²
Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU³

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Ankara

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Çankırı

³Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

*e-mail: sevinckiran@tgae.gov.tr

Alındığı tarih (Received): 18.04.2014

Online Baskı tarihi (Printed Online): 24.04.2014

Kabul tarihi (Accepted): 03.07.2014

Yazılı baskı tarihi (Printed): 08.12.2014

Özet: Bu çalışma, tuza tolerans seviyeleri belirlenmiş domates genotiplerinin (TR-68516, Rio Grande, TR-63233, H-2274) kurağa tolerans seviyelerini; morfolojik ve fizyolojik bazı özelliklerindeki değişimleri inceleyerek belirlemek, tuza tolerans ile kuraklığa tolerans arasında bir paralellik olup olmadığını yönünde bilgilere ulaşmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla bitkiler bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, nispi nem, stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli gibi özellikler bakımından incelenmiştir. Çalışmada bitkilere S₀ konusunda (kontrol) toplam yarayışlı suyun % 40'ı tüketildiğinde ve S₁ konusunda ise % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılmıştır. S₂ konusunda ise bitkiler 3-4 yaprak aşamasından sonra susuz bırakılmıştır. Tuza dayanımı yüksek olan domates genotipleri (TR-68516, Rio Grande), kuraklık stresi altında da iyi performans sergilemiştir. Bu genotiplerin görsel skala puanları kendi kontrollerine yakın değerler vermiştir. Tuza dayanımı düşük olan domates genotipleri (TR-63233, H-2274), kuraklık stresinden de yüksek düzeyde etkilenmiştir. Bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, nispi nem, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve klorofil içeriği bakımından tuza toleranslı genotiplere göre daha gerilerde kalmışlardır. İncelenen parametreler ışığında genel olarak tuza toleransı yüksek olan genotiplerin, duyarlı olanlara göre kuraklığa da daha iyi dayanım gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates (*Solanum lycopersicum* L.), kuraklık, tuzluluk, tolerans, genotip

Changes on Some Characteristics of Tomato Genotypes in Different Tolerance Levels for Salt Stress under Drought Stress Conditions

Abstract: This study was carried out to determine drought tolerance levels of tomato genotypes (TR-68516, Rio Grande, TR-63233, H-2274) of which salt tolerances were determined before by examining changes in some of the morphological and physiological characteristics, to find the information whether there is a parallel direction between salt tolerance and drought tolerance. For this aim, plants were investigated in terms of characteristics such as plant fresh and dry weight, leaf area, relative humidity, stomatal conductance and leaf water potential. In this study, when % 40 of total available water for S₀ application (control) and %90 of available water for S₁ application were consumed, plants were irrigated. In S₂ application, after the 3-4 leaf stage the plants were deprived of water. Tomato genotypes (TR-68516, Rio Grande) with high resistance to salt have performed well under drought stress, too. This visual scale of these genotypes gave values close to their control plants. Tomato genotypes with low salt tolerance (TR-63233, H-2274) were also affected by a high level of drought stress. They left behind in terms of plant fresh and dry weight, leaf area, relative humidity, stomatal conductance, leaf water potential and chlorophyll content than the tolerant genotypes. In the light of the parameters investigated it has been determined overall that salt tolerant genotypes showed resistance to drought better than susceptible ones.

Key Words: Tomato (*Solanum lycopersicum* L.), drought, salinity, tolerance, genotype

1. Giriş

Bitkiler yaşam süreçleri boyunca çeşitli stres koşulları ile karşılaşmaktadırlar. Kuraklık stresi

büyüme ve verimi etkileyen en yaygın abiyotik streslerden biri olup bitkilerde fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeydeki birçok

koruma sistemini harekete geçirmektedir. Kuraklık koşulları, hücrelerin bölünmesini ve büyümesini azaltıcı etkisi sonucunda bitki gelişimini engellemektedir. Ayrıca kuraklık sırasında büyüme için bir itici güç olan turgor basıncının azalması ve transpirasyonun olumsuz etkilenmesi de, mineral madde alımının gerilemesine ve büyüme hızının düşmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle kuraklık, tarımsal üretim için en önemli sınırlayıcı faktörler arasında yer almakta ve küresel ısınma da günümüzde bu durumun ciddiyetini artırmaktadır (Capell ve ark. 2004).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde evapotranspirasyon ve kapılar su hareketi yoluyla taban suyunda biriken çözünabilir tuzların toprak yüzeyine taşınması sonucunda toprak tuzluluğu ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte sulanarak tarım yapılan pek çok alanda, yeterli miktarda kaliteli su bulunamadığından tuzlu sular kullanılmaktadır. Tuzlu su kullanımı zamanla toprakta biriken tuz miktarında artışa neden olabilmekte, ürünün verim ve kalitesinde azalmalar ortaya çıkabilmektedir.

Kuraklık ve tuzluluk sorunlarının ortadan kaldırılmasına yönelik olarak kullanılabilir teknik yöntemlerin uygulama güçlüğü ve masraflı olması, ekonomik öneme sahip kültür bitkilerinin çoğunun kuraklığa ve tuzluluğa karşı duyarlı olması nedeniyle; bitkilerdeki dayanım mekanizmalarının anlaşılması, stres koşullarına toleransı yüksek bireylerin seçilmesi ve dayanımı yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesi konuları ön plana çıkmaktadır. Domates, ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde yetiştiriciliği yapılabilen önemli bir sebze türleri arasında yer aldığı gibi, yıllık ortalama 11 350 000 ton üretim değeriyle ekonomik açıdan önde gelen tarım ürünlerimizden birisidir (Anonim 2012).

2. Materyal ve Metot

Çalışmada bitkisel materyal olarak, tuza tolerans seviyeleri önceki yıllarda yapılan bir araştırmada tespit edilmiş olan 2 adet toleranslı (TR-68516, Rio Grande) ve 2 adet duyarlı (TR-63233, H-2274) domates genotipi (Doğan 2004) kullanılmıştır. Çalışma, sıcaklık ve nem

kontrolünün otomatik olarak sağlandığı Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü'ne ait cam serada yürütülmüştür (23-25°C, %50-55 nispi nem). Tohumlar, orta bünyeli toprak içeren 13 L hacme sahip plastik saksılara, her saksıda 10 bitki bulunacak şekilde ekilmişlerdir. Tüm deneme konularında yer alan bitkiler, 3-4 yapraklı oluncaya kadar tarla kapasitesi düzeyinde sulanmıştır. Bu aşamadan sonra S₀ konusunda toplam yarayıslı suyun % 40'ı tüketildiğinde ve S₁ konusunda ise % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılmıştır. S₂ konusu ise 3-4 yaprak aşamasından sonra susuz bırakılmıştır. Topraktaki nem miktarı ağırlık esasına göre belirlenmiştir. Saksıların toplam ağırlığı, toprağın nem içeriği tarla kapasitesi ve solma noktası seviyelerinde iken belirlenmiştir. Günlük saksı tartımı yapılarak eksilen su miktarı takip edilmiş ve konusuna uygun olarak eksilen su tarla kapasitesine tamamlanmıştır. Stres uygulamasının 12. gününde bitkilerde kuraklık stresinin semptomatik etkileri belirgin olarak ortaya çıkmış, duyarlı veya dayanımı daha yüksek olan genotiplerde solma ve sararma gibi görsel kriterlerdeki ayırt edici farklılıklar net bir biçimde gözlemlenmiştir. Aynı gün deneme sonlandırılarak 0-5 skalası oluşturulmuş, bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, nispi nem, stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli ve klorofil içeriği bakımından değerlendirmeler yapılmıştır.

0-5 Skalası: Morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala kullanılmıştır. Bunun için zararlanma derecesine göre bitkilere 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir (Kuşvuran 2010). **0:** Bitkilerin kuraklık stresinden hiç etkilenmemesi (kontrol bitkileri), **1:** Büyümede yavaşlama, **2:** Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı, **3:** Üst yapraklarda kıvrılma (kapanma) ve solgunluk, **4:** Yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı, **5:** Bitkide solma ve alt yapraklarda kuruma.

2.1.Yeşil aksam 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 ağırlıkları da

gram olarak belirlenmiştir (Daşgan ve Koç 2009, Kuşvuran 2010).

2.2.Yaprak alanın ölçülmesi: Yaprak alanı, Licor LI-3000A model yaprak alanı ölçer ile belirlenmiştir (Köksal vd. 2007).

2.3.Nispi nem içeriğinin belirlenmesi: Stres oluşuktan sonra her konudan alınan 5'er adet yaprak örneği 2 cm boyunda kesilip tartılarak yaş ağırlık (YA), 4 saat saf suda bekletilip turgor haline getirilip tekrar tartılarak turgor halindeki ağırlık (TA), 60 °C'de hava sirkülyasyonlu kurutma dolabında 24 saat kurutularak kuru ağırlık (KA) belirlenmiştir (Dhanda ve Sethi 1998). Elde edilen değerler aşağıda verilen formül yardımı ile hesaplanmıştır:

$$NNİ(\%) = [YA-KA]/(TA-KA) \times 100$$

NNİ: Nispi nem içeriği

YA: Yaş ağırlık

KA: Kuru ağırlık

TA: Turgor halindeki ağırlık

2.4.Stoma iletkenliğinin belirlenmesi: Stoma iletkenliğini ölçmek amacıyla SC-1 model porometre kullanılmıştır. 3-4 yapraklı hale gelen fidelerin en üst yaprağında saat 13.00-14.00 arasında ve sulamalardan sonra ölçüm yapılarak stoma iletkenliği belirlenmiştir.

2.5.Yaprak su potansiyelinin (YSP) belirlenmesi: Bitkilerdeki yaprak su potansiyeli, basınç odası cihazından (Model 1000, PMS Instrument Com., Albany, USA) yararlanılarak ölçülmüştür (Köksal vd. 2010).

2.6. Klorofil içeriğinin belirlenmesi: Klorofil analizleri için sürgün ucundan itibaren geriye doğru ilk üç yaprak alınmıştır. Örneklerden hazırlanan ve içinde klorofil bulunan çözeltinin absorbans değerleri spektrofotometrik olarak okunmuş, klorofil miktarı µg/mg Taze Ağırlık olarak hesaplanmıştır (Luna ve ark. 2000).

Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre kurulan denemelerden elde edilen sayısal değerler, varyans analizine tabi tutulup uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemlilik derecesi ortaya konulmuştur. Bunun için %0.5 düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerin yapılmasında MSTAT-C (Freed ve ark. 1989) paket programından yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Fide dönemindeki domates bitkileriyle yaptığımız bu araştırmada, kuraklık stresinden kaynaklanan semptomlar, genotiplere bağlı olarak farklı seviyelerde ortaya çıkmıştır. Genotipler, yapraklarda oluşan hasar düzeylerine göre sınıflandırıldığında, en yüksek skala değerlerini S₁ ve S₂ uygulamalarında TR-63233 genotipi almış (3.11 ve 3.15) ve kuraklıktan en fazla etkilenen genotip olmuştur. Skala değerleri bakımından yapılacak bir sıralamada, kuraklığa en yüksek tolerans gösteren çeşidin, incelenen dört genotip arasında Rio Grande olduğu söylenebilmektedir (1.41 ve 1.33) (Çizelge 1). Doğan (2004) tarafından domateste gerçekleştirilen ve aynı genotiplerin de bulunduğu, tuz stresine dayanım konusunda incelemelerin yapıldığı araştırmada da elde edilen sonuçlar, burada belirlenen sıralama ile tamamen uyumlu bulunmuştur.

Kuraklık stresi koşullarında domates genotipleri arasında bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, nispi nem içeriği, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve klorofil miktarı bakımından farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kuraklık stresi koşullarında domates genotipleri arasında yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, nispi nem içeriği, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve klorofil miktarı bakımından farklılıklar
Table 1. The differences between tomato genotypes in terms of plant fresh and dry weight, leaf area, relative humidity, stomatal conductance, leaf water potential and chlorophyll content

Gen	Su	SD	YA YA	Değ (%)	YA KA	Değ (%)	Yaprak Alanı (cm ² / bitki)	Değ (%)	Nispi Nem (%)	Değ (%)	Stoma İletk. (mmol/ m ² s)	Değ (%)	Yaprak Su Potan- siyeli (bar)	Değ (%)	KM	Değ (%)
TR-68516	S ₀	0.00 e	35.78 b	0.00	3.38 b	0.00	95.35 c	0.00	76.02 c	0.00	346.27 c	0.00	-12.67	0.00	0.29	0.00
	S ₁	1.98 c	22.92 c	-35.94	1.46 c	-56.80	60.17 e	-36.90	60.28 e	-20.71	84.30 f	-75.65	-21.33	68.35	0.23	-20.69
	S ₂	2.11 bc	24.00 c	-32.92	1.54 c	-54.44	58.08 e	-39.09	60.67 e	-20.19	80.93 f	-76.63	-20.33	60.46	0.21	-27.59
Rio Grande	S ₀	0.00 e	44.53 b	0.00	3.21 b	0.00	104.00 bc	0.00	84.25 a	0.00	289.00 d	0.00	-12.00	0.00	0.30	0.00
	S ₁	1.41 d	21.65 c	-51.38	1.44 c	-55.14	76.28 d	-26.65	62.61 e	-25.69	105.33 e	-63.55	-21.00	75.00	0.28	-6.67
	S ₂	1.33 d	19.22 c	-56.84	1.36 c	-57.63	71.42 d	-31.33	62.55 e	-25.76	101.02 e	-65.04	-22.00	83.33	0.26	-13.33
TR-63233	S ₀	0.00 e	49.33 a	0.00	5.51 a	0.00	120.40 a	0.00	80.53 b	0.00	511.07 a	0.00	-10.67	0.00	0.31	0.00
	S ₁	3.11 a	8.00 d	-83.78	1.31 c	-76.23	36.56 f	-69.63	49.00 g	-39.15	52.30 g	-89.77	-23.33	118.65	0.20	-35.48
	S ₂	3.15 a	9.50 d	-80.74	1.41 c	-74.41	38.46 f	-68.06	51.66 g	-35.85	58.80 g	-88.49	-23.67	121.84	0.17	-45.16
H-2274	S ₀	0.00 e	35.68 b	0.00	3.27 b	0.00	109.00 b	0.00	69.98 d	0.00	381.47 b	0.00	-12.67	0.00	0.31	0.00
	S ₁	2.25 bc	9.33 d	-73.85	1.17 c	-64.22	38.58 f	-64.61	42.00 h	-39.98	54.60 g	-85.69	-24.33	92.03	0.18	-41.94
	S ₂	2.42 b	8.67 d	-75.70	1.07 c	-67.28	37.75 f	-65.37	40.25 h	-42.48	56.07 g	-85.30	-25	97.32	0.16	-48.39

Sütunlardaki farklı harfler, 'genotip x sulama konusu' kombinasyonları arasındaki farklılıkların p %0.5 'e göre önemli olduğunu göstermektedir.

Gen: Genotip, Su: Sulama konusu, SD: Skala değeri, YAYA: Yeşil aksam yaş ağırlık (g/bitki), Değ: Değişim, YAKA: Yeşil aksam kuru ağırlık (g/bitki), Stoma İletk: Stoma iletkenliği, KM: Klorofil miktarı (ppm)

Kuraklık stresi, yeşil aksam yaş bitki ağırlıklarının tüm bitkilerde azalmasına yol açmıştır. Ancak kontrol bitkilerine göre hesaplanan bu azalmanın derecesi genotiplere bağlı olarak farklılık göstermiştir. En yüksek yaş ağırlık değeri TR-63233 (49.33 g/bitki) genotipinin kontrol konusunda tespit edilmiştir. En düşük yaş ağırlık değerleri ise, TR-63233 ve H-2274 genotiplerinin S₁ ve S₂ konularında (8.00, 9.50 g/bitki ve 9.33, 8.68 g/bitki) belirlenmiştir. Aynı uygulama konularında TR-68516 genotipi, denemenin en yüksek yaş ağırlık değerlerini vermiştir (22.92 ve 24.00 g/bitki). Kuraklık domates bitkilerinin kuru ağırlık değerlerinde de azalmalara neden olmuştur. Kuru ağırlık değerleri bakımından en yüksek değerler kontrol bitkilerinde ölçülmüş ve TR-63233 (5.51 g/bitki) genotipi belirgin bir farkla öne çıkmıştır. Kuraklık stresi uygulamaları arasında genotip bazında miktar bakımından farklılıklar önemsiz düzeyde

bulunmuştur. Tüm genotipler arasında stres koşullarında bitki kuru ağırlığı değerleri 1.07–1.54 g/bitki arasında değişmiştir. Bununla birlikte kontrole göre ağırlık azalmaları incelendiğinde en dramatik ortalama azalma oranının %75.32 ile TR-63233 genotipine ait olduğu, bunu sırasıyla H-2274 (%65.75), Rio Grande (%56.39) ve TR-68516 (%55.62) genotiplerinin izlediği görülmektedir. Kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde fotosentetik sınırlamaya bağlı olarak karşılaşılan farklılıklar arasında bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma yer almaktadır. Costa França ve ark. (2000) fasulyede, Kuşvuran (2010) kavunda, Hajibabae ve ark. (2012) ve Hu ve ark. (2007) mısırdaki, Yaşar ve ark. (2012) da kabakta kuraklığın yaş ve kuru ağırlık gibi büyüme parametrelerini olumsuz yönde etkilediğini ve kuraklığa adapte olmuş genotiplerde kayıpların daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Kuraklık stresi bitkilerin yaprak alanında, kontrol bitkilerine oranla azalmaya neden olmuştur. Yaprak alanındaki en düşük değerler H-

2274 (38.58 ve 37.75 cm²/bitki) genotipinin S₁ ve S₂ uygulamalarında belirlenirken, en yüksek değerler ise Rio Grande (76.28 ve 71.42 cm²/bitki) çeşidinin S₁ ve S₂ uygulamalarında tespit edilmiştir. TR68516 hariç denmedeki diğer genotiplerin normal yetiştirme koşullarında iri yapraklı ve güçlü gelişen bir yapıda oldukları, TR-68516 genotipinin ise, optimum koşullarda da kontrollü ve küçük hacimli bir gelişmeye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle stres koşullarında yaprak alanı ve bitki yaş ağırlığındaki düşüş oranının daha az olduğu düşünülmüştür (ortalama %38.00). Oysaki TR-63233 ve H-2274 genotiplerinin stres koşullarındaki yaprak alanı azalma oranı yüksektir ve ortalama %66.92'dir. Yaprak alanı yüksek olmakla birlikte, stres koşullarındaki kayıp oranı en az olan çeşit, strese toleransı yüksek olan Rio Grande çeşididir (azalma oranı ortalama %29.00). Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yöneliktir (Mahajan ve Tuteja 2005). Skirycz vd. (2011) ve Ma vd. (2012), kuraklık stresinin yaprak alanında azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Kuraklığa bağlı olarak değişen su durumunu belirleyebilmek için yapılan nispi nem içeriği ölçümlerine göre, kuraklık stresi domates genotiplerinin su içeriklerinde önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur. Nispi nem içeriği bakımından en yüksek değerler Rio Grande çeşidinin S₁ ve S₂ uygulamalarında (%62.61 ve 62.55) belirlenirken, bunu TR-68516 (%60.28 ve 60.67), TR-63233 (%49.00 ve 51.66) ve H-2274 (%42.00 ve 40.25) genotipleri izlemiştir. Genotiplerin nispi nem içeriği bakımından farklılıklar gösterdiği çalışmada; kontrollerine göre meydana gelen % değişimler göz önüne alındığında; TR-68516 (%60.28 ve 60.67) genotipinin S₁ ve S₂ konularında kurak koşullarda bünyelerinde bulunan suyu en fazla koruduğu tespit edilmiştir. Ancak TR-63233 (%49.00 ve 51.00) genotipi stres koşulunda turgoritesini en fazla kaybeden genotip olarak belirlenmiştir. Nispi nem içeriğindeki azalma genotiplerin toprak kuruması sırasında uygun su seviyelerini koruyamadıklarını göstermektedir. Bu durum

bitkilerin su kaybından dolayı turgor kaybına uğramasının bir göstergesi olabilir. Ramírez-Builes ve ark. (2007) fasulye çeşitlerinde, Shamim ve ark. (2013), domates genotiplerinde farklı seviyelerdeki kuraklığın nispi nem değerinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Kuraklık koşullarında domates genotiplerinin stoma iletkenliğinde önemli düşüşler belirlenmiştir. Genotipler kuraklık stresine aynı seviyede yanıt vermemiş, dayanma durumları dolayısıyla bünyelerinde suyu tutabilme ve hayatta kalabilme yetenekleri farklı olmuştur. Stoma iletkenliği bakımından en yüksek değerleri Rio Grande çeşidi, S₁ ve S₂ uygulamalarında (105.33 ve 101.02 mmol/m²s) vermiştir. En düşük değerler TR-63233 (52.30 ve 58.80 mmol/m²s) ve H-2274 (54.60 ve 56.07 mmol/m²s) S₁ ve S₂ uygulamalarından alınmıştır. Stoma iletkenliği bakımından stres uygulamalarında H-2274 ve TR-63233 genotipleri arasında istatistikî açıdan bir farklılık görülmemiştir. Kontrol bitkilerine göre stoma iletkenliğindeki düşüşler de aynı sırayı takip etmiştir. Buna göre en fazla düşüş TR-63233'te ortaya çıkmış ve bunu sırasıyla H-2274, TR-68516 ve Rio Grande izlemiştir (%89.13, 85.50, 76.14, 64.30). Stomaların kapanması bitkilerin suyu dokularında tutmalarını sağlayan kuraklıktan kaçınma mekanizmalarından biri olmakla beraber, CO₂'in mezofil hücrelerine girişini önlediğinden fotosentetik hızı azaltabilmekte ve sonuçta büyüme hızı da yavaşlayabilmektedir (Costa França ve ark. 2000, Kalefetoğlu 2006). Mehri ve ark. (2009) buğdayda, Kuşvuran ve ark. (2009) kavunda stoma yoğunluklarının çeşidin kuraklığa dayanım performansını etkileyen önemli faktörler olduğunu bildirmişlerdir. Makbul ve ark.(2011), kuraklığın, stomatal regülasyonu olumsuz yönde etkilediğini, kuraklığa adapte olmuş bitkilerde transpirasyon oranının düşük, stoma iletkenliğinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bitkiler tuz ve kuraklık stresleri karşısında, büyümede azalma, bitki su potansiyelinde düşüş ve turgorun kaybolması şeklinde yanıt vermekte ve her iki streste de toprak su potansiyeli azalmaktadır (Jones 1986). Cha-um ve Kirdmanee (2009) şeker

kamışında yaptıkları çalışmada, stoma geçirgenliği ve transpirasyon oranı tuz ve kuraklık stresinde azalma göstermiştir. Bitki gelişim parametrelerinin de incelendiği çalışmada özellikle tuz stresi koşullarında meydana gelen kayıplar kuraklık stresine oranla daha fazla olmasına karşın, prolin birikimi tuz stresi koşullarında daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar ayrıca, genellikle tuz stresi koşullarında iyon toksitesi nedeniyle bitki hücrelerinde meydana gelen zararın, kuraklık stresi koşullarından daha fazla olduğunu, membran ve organellerde meydana gelen hasar ve pigmentlerde oluşan bozulmaların ise hücre ölümlerinde öncelikli role sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Genotiplere uygulanan farklı sulama düzeylerinde meydana gelen yaprak su potansiyelleri incelendiğinde; tüm genotiplerin S₁ ve S₂ konularındaki bitkilerin kontrol bitkilerine göre daha düşük yaprak su potansiyellerine sahip oldukları görülmektedir (Çizelge 1). Genotipler arasında bu özellik bakımından farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte kontrole göre yaprak su potansiyelindeki kayıplar en fazla TR-63233 genotipinde meydana gelmiştir (ortalama %120.25 azalma). Bununla birlikte sırasıyla %94.68, 79.17, 64.41 azalma oranları ile H-2274, Rio Grande ve TR-68516 genotiplerinden elde edilmiştir. Katerji ve ark. (2004), mısırdaki tuz ve kuraklık stresinin verim üzerinde oluşturduğu etkilerini inceledikleri çalışmalarında, her iki stresinde verim ve yaprak su potansiyelinde azalma meydana getirdiğini, verim üzerinde kuraklık ve tuzluluk streslerinin benzer etki yaptıklarını bildirmişlerdir. Bununla birlikte bu çalışma ile elde edilen bulgular Gallardo vd. (2004) ve Kuşvuran (2012)'nin kavunda, Tari vd. (2008)'nin fasulyede ve Beroval vd. (2012)'nin börülcede elde ettikleri bulgular ile paralellik göstermektedir.

Farklı kuraklık derecelerinin domates genotiplerinin klorofil içeriği üzerine etkisi istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur. En yüksek klorofil içeriği H-2274 çeşidinde

belirlenirken; en düşük klorofil içeriği TR-63233 (0.31 ppm) genotipinde saptanmıştır. Klorofil miktarı, tüm genotiplerde her iki sulama konusunda da, kontrol konusuna göre azalma göstermiştir. Stres koşullarında klorofil içeriğini en iyi koruyan genotipler sırasıyla TR-68516 ve Rio Grande olmuştur (%7-20 arasında). H-2274 ve TR-63233 genotiplerinde meydana gelen azalma %35-49 civarında gerçekleşmiştir. Klorofil kaybını en az düzeyde tutabilen genotiplerin stres koşullarına daha iyi dayandığı belirgin bir şekilde görülmektedir. Çalışmamızda domateste önceden tuza toleransı yüksek olarak belirlenen genotipler, kuraklık koşullarında diğer genotiplere göre klorofillerini genel olarak daha iyi muhafaza etmişlerdir. Kontrol bitkilerine göre klorofil kaybı, tüm genotiplerde net ve açık olmakla birlikte çeşit ayrımı bakımından etkinliği düşük bir kriter olarak kendini göstermiştir. Nitekim klorofilin tarama çalışmalarında ayırt edici bir faktör olma konusunda zayıf kaldığı önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (Yaşar 2003, Sevengör ve ark. 2011). Bununla birlikte klorofil kaybı, kuraklık çalışmalarında incelenen bir parametre olarak kullanılmaktadır (Kırnak ve ark. 2001, Nikolaeva ve ark. 2010, Oliveira Neto ve ark. 2009). Şeker kamışında tuz ve kuraklık streslerinin biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik etkilerinin araştırıldığı çalışmada; klorofil a, b ve fotosentez oranının her iki stres koşullarında da kontrol bitkilerine oranla azalma gösterdiği, ancak bu azalmanın tuz stresi koşullarında daha hızlı gerçekleştiği bildirilmiştir (Cha-um ve Kirdmanee 2009).

4. Sonuç

Domates genotiplerine ait fidelerin kuraklık stresi koşullarında yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık, yaprak alanı, nispi nem içeriği, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve klorofil miktarı gibi morfolojik ve fizyolojik özelliklerindeki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, kuraklığa tolerans düzeyinin genotiplere göre farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Çalışmada yer alan ikisi tuza

toleranslı, ikisi de tuza duyarlı toplam dört domates genotipinin görsel skala değerlendirmesi bakımından kuraklık stresine değişik düzeylerde tepkiler gösterdiği belirlenmiştir. Görsel skala değerlendirmesinde en fazla zarar gören genotipin TR-63233 olduğu, bunu H-2274'ün izlediği saptanmıştır. En düşük skala değerlerini alan ve kuraklıktan en az düzeyde zarar gören Rio Grande ve TR-68516 ise kuraklığa toleransı yüksek genotipler olarak değerlendirilmiştir. Tuz stresine hassas olarak ifade edilen TR-63233 ve H-2274 genotiplerinin, kuraklık stresine de hassas, tuza toleransı yüksek Rio Grande ve TR-68516 genotiplerinin kuraklık stresine de toleransı yüksek özellik sergiledikleri net bir biçimde ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar tuza tolerans mekanizması ile kurağa tolerans mekanizması arasında paralel bir ilişkinin olabileceği yönündeki görüşü desteklemektedir. Araştırmacılar birçok bitki çeşidinde, kurağa tolerans ile tuza toleransın ortaya çıkmasında ozmotik düzenlemenin büyük bir öneme sahip olduğunu ve bu sistemlerin benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tuz stresine tolerant genotiplerin kuraklık stresi koşulunda da yeşil aksam yaş- kuru ağırlık ve yaprak alanı parametreleri bazında daha az zarar gördüğü, hassas genotiplerde bu zararlanmanın daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Nispi nem içeriği, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve klorofil içeriğinde kuraklık stresi koşullarında önemli düşüşler belirlenmiştir. Bu özellikler bakımından kuraklığa toleransı daha iyi olan genotipler, tuz stresine karşı gösterilen dayanım ile benzerlik göstermiş TR-68515 ve Rio Grande genotipleri, stres altında iken canlılıklarını en iyi koruyan genotipler olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, incelenen parametreler kapsamında genel olarak tuza toleransı yüksek olan genotiplerin, tuza duyarlı olanlara göre kuraklığa da daha iyi dayanım gösterdiği görüşü oluşmuştur. Fide aşamasında gerçekleştirilen bu çalışma sonuçlarının bitkinin gelişme ve verim aşamalarında da tekrarlanması yoluyla doğrulanması, yetiştirici ve ıslahçılar açısından değerlendirilebilir bulgulara dönüştürülebilir potansiyel taşımaktadır.

Kaynaklar

- Anonim (2012). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuikrapor.tuik.gov.tr/reports>
- Berova M, Stoilova T, Kuzmova K, Stoeva N, Vassilev A, Zlatev Z (2012). Changes in the Leaf Gas Exchange, Leaf Water Potential and Seed Yield of Cowpea Plants (*Vigna unguiculata* L.) under Soil Drought Conditions. Ed. by Agricultural University, Plovdiv, Agricultural Sciences, IV/8, 26-34.
- Capell T, Bassie L, Christou P (2004). Modulation of the Polyamine Biosynthetic Pathway in Transgenic Rice Confers Tolerance to Drought Stress, *Pnas*, 101 (26), 9909-9914.
- Cha-um S, Kirdmanee C (2009). Proline Accumulation, Photosynthetic Abilities and Growth Characters of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Plantlets in Response to Iso-Osmotic Salt and Water-Deficit Stres. *Agricultural Sciences in China*, 8(1): 51-58.
- Costa França MG, Pham-Thi CAT, Pimentel ROP, Rossiello Y, Fodil Z, Laffray D (2000). Differences in Growth and Water Relations Among *Phaseolus vulgaris* Cultivars in Response to Induced Drought Stress, *Environ. Exp. Bot.*, 43, 227-237.
- Daşgan HY, 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.
- Dhanda SS, Sethi GS (1998). Inheritance of Excised-Leaf Water Loss and Relative Water Content in Bread Wheat (*Triticum aestivum*). *Euphytica*, 104, 39-47.
- Doğan M (2004). Domates (*Lycopersicon* sp.)'te Tuz Stresinin Bazı Fizyolojik Parametreler ve Antioksidant Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Hacettepe Üniv. Fen Bil.Enst., Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Freed R, Einensmith SP, Guets S, Reicosky D, Smail VW, Wolberg P (1989). User's guide to MSTAT-C, an Analysis of Agronomic Research Experiment. Michigan State University, USA.
- Gallardo M, Thompson R, Valdez L, Pérez C (2004). Response of Stem Diameter to Water Stress in Greenhouse-Grown Vegetable Crops. *Acta Hort.*, 664, 253-260.
- Hajibabae M, Azizi F, Zargari K (2012). Effect of Drought Stress on Some Morphological, Physiological and Agronomic Traits in Various Foliage Corn Hybrids. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 12 (7), 890-896.
- Hu Y, Burucs Z, Tucher S, Schmidhalter U (2007). Short-Term Effects of Drought and Salinity on Mineral Nutrient Distribution Along Growing Leaves of Maize Seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 60, 268-275.
- Jones RA (1986). The Development of Salt-tolerant Tomatoes: Breeding Strategies. *Acta Hort.*, 190, 101-114.
- Kalefetoğlu T (2006). Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşit ve Hatlarının Kuraklık Stresine Karşı Dayanıklılığının Karakterizasyonu. Y.Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

- Katerji N, Van Hoorn JW, Hamdy A, Mastrorilli M (2004). Comparison of Corn Yield Response to Plant Water Stress Caused by Salinity and By Drought. *Agricultural Water Management*, 65, 95-101.
- Kırnak H, Kaya C, Taş İ, Higgs D (2001). The Influence of Water Deficit on Vegetative Growth, Physiology, Fruit Yield and Quality. *Bulg. J. Plant Physiol.*, 27(3-4), 34-46.
- Kuşvuran Ş, Küçükkömürcü S, Daşgan HY, Abak K (2009). Relationships between Drought Tolerance and Stomata Density in Melon. The 4th International Cucurbitaceae Symposium, 20-24 September, China.
- Kuşvuran Ş (2010). Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 356 s.
- Kuşvuran Ş (2012). Effects of Drought and Salt Stresses on Growth Stomatal Conductance Leaf Water and Osmotic Potentials of Melon Genotypes (*Cucumis melo* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(5), 775-781.
- Köksal E, İlbeyi A, Üstün H, Özcan H (2007). Yeşil Fasulye Sulama Suyu Yönetiminde Örtü Sıcaklığı ve Spektral Yansıma Oranı Değerlerinin Kullanım Olanakları. Tagem Yayın No:Tagem-Bb-Topraksu-29.S.26.
- Köksal E, Üstün H, İlbeyi A (2010). Bodur Yeşil Fasulyenin Sulama Zamanı Göstergesi Olarak Yaprak Su Potansiyeli ve Bitki Su Stres İndeksi Sınır Değerleri. U.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 24 (1), 25-36.
- Luna C, Seffino LG, Arias C, Taleisnik E (2000). Oxidative Stress Indicators as Selection Tools for Salt Tolerance in *Chloris Gayana*. *Plant Breeding*, 119,341-345.
- Ma F, Li D, Cai J, Jiang D, Cao W, Dai T (2012). Responses of Wheat Seedlings Root Growth and Leaf Photosynthesis to Drought Stress. *The Journal of Applied Ecology*. 23(3), 724-730.
- Mahajan S, Tuteja N (2005). Cold, Salinity and Drought Stresses. An Overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444, 139- 158.
- Makbul S, Saruhan Guler N, Durmuş N, Guven S (2011). Changes in Anatomical and Physiological Parameters of Soybean under Drought Stress. *Turk J Bot.*, 35, 369-377.
- Mehri N, Fotovat R, Saba J, Jabbari F (2009). Variation of Stomata Dimensions and Densities in Tolerant and Susceptible Wheat Cultivars under Drought Stress. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7(1), 167-170.
- Nikolaeva MK, Maevskaya SN, Shugaev AG, Bukhov NG (2010). Effect of Drought on Chlorophyll Content and Antioxidant Enzyme Activities in Leaves of Three Wheat Cultivars Varying in Productivity. *Russian Journal of Plant Physiology*, 57 (1), 87-95.
- Oliveira Neto CF, Silva Lobato AK, Gonçalves-Vidigal MC, Lobo Da Costa RC, Santos Filho BG, Ruffeil Alves GA, Silva Maia WJM, Rodrigues Cruz FJ, Borges Neves HK, Santos Lopes MJ (2009). Carbon Compounds and Chlorophyll Contents in Sorghum Submitted to Water Deficit During Three Growth Stages. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (3&4), 588-593.
- Ramírez-Builes VH (2007). Plant-Water Relationships for Several Common Bean Genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) with and without Drought Stress Conditions. Master of Sciences, University of Puerto Rico, Mayaguez Campus, pp:30-65.
- Sevengör Ş, Yaşar F, Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu Ş (2011). The Effect of Salt Stress on Growth, Chlorophyll Content, Lipid Peroxidation and Antioxidative Enzymes of Pumpkin Seedling. *African J. of Agricultural Research*, 6(21), 4920-4924.
- Shamim F, Rehman Athar H, Waheed A (2013). Role of Osmolytes in Degree of Water Stress Tolerance in Tomato. *Pakistan J. Phytopathol.*, 25(1), 37-42.
- Skiryecz A, Claeys H, Debodt S, Oikawa A, Shinoda S, Andriankaja M, Maleux K, Eloy N B, Coppens F, Yoo S D, Saito K, Inzé D (2011). Pause-And-Stop: The Effects of Osmotic Stress on Cell Proliferation During Early Leaf Development in *Arabidopsis* and A Role for Ethylene Signaling in Cell Cycle Arrest. *Plant Cell.*, 23(5), 1876-1888.
- Tari I, Camen D, Coradini G, Csizsar J, Feiuc E, Gêmes K, Lazar A, Madosa E, Mihacea S, Poor P, Postelnicu S, Staicu M, Szepesi A, Nedelea A, Erdei L (2008). Changes in Chlorophyll Fluorescence Parameter Sand Oxidative Stress Responses of Bush Bean Genotypes for Selecting Contrasting Acclimation Strategies under Water Stress. *Acta Biologica Hungarica*, 59(3), 335-345.
- Yaşar F (2003). Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 139 s., Van.
- Yaşar F, Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu Ş (2012). Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Çalışmalarında Antioksidant Enzim Aktiviteleri İle Dayanıklılık Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül 2012, Konya, S: 472-477