

Tuza Tolerant ve Hassas Patlıcan Genotiplerinin Kuraklık Stresi Koşullarında Bazı Morfolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

Sevinç KIRAN¹ Şebnem KUŞVURAN² Fatma ÖZKAY¹ Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU³

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Çankırı

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

Özet

Bu çalışmada tuzluluk ve kuraklık streslerine dayanım konusunda patlıcan genotiplerinin benzer reaksiyon verip vermediği araştırılmıştır. Bu amaçla iki adet tuza tolerant (Mardin Kızıltepe ve Burdur Merkez) ıslah hattı ve tuza hassas (Artvin Hopa ve Kemer) genotipleri, kuraklık stresi bakımından test edilmiştir. Genç patlıcan bitkilerine 3 farklı sulama düzeyi (S₀: Kontrol-yarayışlı suyun % 40'ı tüketildiğinde sulama, S₁: yarayışlı suyun % 90'ı tüketildiğinde sulama, S₂: bitkilerin 3-4 yaprak oluşturdukları dönemden itibaren sulamanın tamamen kesilmesi) uygulanmıştır. Stres sonunda oluşan etkilerin ortaya konulabilmesi amacı ile bitkilerde 0-5 görsel skala değerlendirmesi, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, nispi nem, stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır. Tuza dayanımı yüksek olan patlıcan genotipleri (Mardin Kızıltepe, Burdur Merkez), kuraklık stresi altında da iyi dayanım göstermiştir. Tuza dayanımı düşük olan patlıcan genotipleri (Artvin Hopa, Kemer) ise kuraklık stresinden daha fazla etkilenmiş olup incelenen tüm parametreler bakımından tolerant genotiplere göre daha düşük değerler vermişlerdir. Genel olarak tuza tolerant olan genotiplerin, duyarlı olanlara göre kuraklığa da daha iyi dayanım gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Solanum melongena* L., su noksanlığı, NaCl, savunma, skala

The Change of Some Morphological Parameters in Salt Tolerant and Salt Sensitive Genotypes under Drought Stress Condition

Abstract

When the plants expose to abiotic stress conditions, some protect mechanisms activate depending it. Tolerant genotypes, which subject to any stress condition, could be tolerant other stress conditions too. In this study, to find the information whether there is a similar reaction between salt and drought tolerance were investigated in eggplant genotypes. For this aim, two salt tolerance (Mardin Kızıltepe and Burdur Merkez) breeding line and salt sensitive genotypes (Artvin Hopa and Kemer) were examined under drought stress conditions. When the plants reached to three-four leaves stage, three different irrigation treatments (S₀: control – irrigated when 40% of available moisture was depleted; S₁: irrigated when 90% of available moisture was depleted; S₂: left non-irrigated following the formation of three-four leaves) were applied. The end of the stress, plants were evaluated with regard to visual scale (0-5), plant fresh and dry weight, leaf area, relative humidity, stomatal conductance, and leaf water potential. Salt tolerant eggplant genotypes showed higher resistant under drought stress condition. Salt sensitive genotypes (Artvin Hopa ve Kemer) were affected due to drought stress and were obtained lower values compared to tolerance genotypes. Overall, salt tolerant genotypes more resistant were attained than sensitive ones under drought stress

Key words: *Solanum melongena* L., Water deficiency, NaCl, Defense, Scala

Giriş

Su, dünyanın birçok bölgesinde özellikle Akdeniz Havzası gibi kurak ve yarı kurak alanlarda, ekonomik olarak kıt bir kaynak haline gelmiştir. İklim değişikliğinin etkisi ile yağış miktarında meydana gelen azalma, tarımda sulama için gerekli olan su miktarını giderek artmasına yol açmaktadır. Bu nedenle kuraklık, tarımsal üretim için en önemli sınırlayıcı faktörler arasında yer almaktadır (Capell ve ark., 2004). Kuraklık, bitkilerde nükleik asitler (DNA, RNA, mikroRNA), proteinler, karbonhidratlar, yağlar, hormonlar, iyonlar, serbest radikaller ve mineral elementler gibi çeşitli biyolojik makro ve mikro molekülleri içeren kompleks fiziksel ve kimyasal olaylara yol açarak bitki gelişimini engellemektedir (Bayoumi ve ark., 2008). Kuraklık stresi ile; bitkilerin gaz alışverişinde ve hücre turgoritesinde azalma (Garg ve ark. 2004; Taiz ve Zeiger, 2006), büyüme ve gelişmede yavaşlama (Manickavelu ve ark., 2006; Hussain ve ark., 2008), iyon taşınımı ve birikiminde farklılıklar (Hong-Bo ve ark., 2006), yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliğinde azalma (Siddique ve ark., 1999; Kıran ve ark., 2014a) meydana gelebilmektedir. Bitkilerin strese dayanımda kalıtsal farklılıklar önemli rol oynamaktadır. Kültür bitkilerinin çoğunun yabancı türlere göre kuraklığa karşı daha fazla hassasiyet göstermesi, kurak koşullara dayanımı yüksek çeşitlerin seçimini ön plana çıkarmaktadır. Abiyotik stres koşullarına karşı bitkilerin geliştirmiş oldukları stratejiler, stres kaynağı farklılaşsa da benzer güçte çalışıyor görünmektedir. Kuraklık ve tuzluluk streslerinde bitkideki parametrelerin çoğunda birbirine benzer değişimler rapor edilmektedir. Oksidatif stresler kapsamında değerlendirilebilecek olan her iki strese karşı benzer savunma sistemlerinin kullanıldığı ve bir faktöre dayanıklı olan genotipin diğerine de dayanım gösterebileceğine ilişkin *Lupinus* sp. (Yu ve Rengel, 1999), mısır (Katerji ve ark., 2004), fasulye (Ashraf ve Iram, 2005), şeker kamışı (Cha-um ve Kirmanee, 2009), kavun (Kuşvuran, 2010; Kuşvuran ve ark., 2014), domates (Kıran ve ark., 2014b) gibi

bazı türlerde çalışmalar bulunmaktadır. Birkaç stres faktörüne birden dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi, verim kayıplarının azalmasına ve birim alandan alınan kazancın artmasına hizmet edebilecektir. Bu bakımdan abiyotik streslere toleransı yüksek genotiplerin çeşit ıslah programlarında yer alması, tuzluluk ve kuraklık gibi üretimi giderek daha fazla tehdit eden koşulların bitkisel üretim üzerine olumsuz etkilerini uzun vadede azaltmada daha kalıcı, pratik ve ekonomik bir yaklaşım olarak görülmektedir.

Bu çalışmada; ülkemizde açıkta ve örtü altı tarımında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve yaklaşık 800 bin ton/yıl üretim değeri bulunan (Anonim, 2014) patlıcan türünde, daha önce tuza tolerans seviyeleri belirlenmiş genotiplerin, kuraklık stresi altında morfolojik ve fizyolojik bazı özelliklerindeki değişimleri belirlenmiştir. Böylelikle, kuraklık ve tuzluluk streslerinden birisine toleransı yüksek olan herhangi bir genotipin diğerine de tolerant olabileceği yönündeki bir yaklaşımın doğruluk düzeyini belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada 2 adet tolerant (Mardin Kızıltepe, Burdur Merkez) populasyondan geliştirilen ıslah hattı ve 2 adet duyarlı (Artvin Hopa, Kemer) patlıcan genotipi (Yaşar, 2003) kullanılmıştır. Çalışma, sıcaklık ve nem kontrolü otomatik olarak sağlanan cam serada yürütülmüştür (23-25°C sıcaklık, %50-55 nispi nem). Patlıcan tohumları, orta bünyeli toprak içeren 13 L hacme sahip plastik saksılara, her saksıda 10 bitki bulunacak şekilde ekilmişlerdir. Tüm deneme konularında bitkiler, 3-4 yapraklı oluncaya kadar tarla kapasitesi düzeyinde sulanmıştır. Bu aşamadan sonra bitkiler üç farklı düzeyde (S_0 : kontrol- yarıyaşlı suyun % 40'ı tüketildiğinde sulama, S_1 : yarıyaşlı suyun % 90'ı tüketildiğinde sulama, S_2 : 3-4 yaprak oluştuktan sonra susuz bırakma) sulanmıştır. Topraktaki nem miktarı gravimetrik olarak belirlenmiştir (Güngör ve ark., 2002). Stres uygulamasının 12. gününde bitkilerde kuraklık stresinin semptomatik etkileri belirgin olarak ortaya çıkmış ve 0-5 skalası oluşturularak

deneme sonlandırılmıştır. Bitkilerde, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, nispi nem, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, iyon ve içerikleri, lipid peroksidasyonu düzeyi ve antioksidatif enzim aktiviteleri bakımından değerlendirilmeler 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 (Yaşar, 2003). **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.

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).

Yaprak alanın ölçülmesi

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

Nispi nem içeriğinin belirlenmesi (RCW)

Nispi nem içeriği Dhanda ve Sethi (1998) tarafından belirtilen yöntemle göre ölçülmüş, elde edilen değerler aşağıda verilen formül yardımı ile hesaplanmıştır:

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

NNi: Nispi nem içeriği, YA: Yaş ağırlık, KA: Kuru ağırlık, TA: Turgor halindeki ağırlık

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.

Yaprak su potansiyelinin (YSP) belirlenmesi

Bitkilerdeki yaprak su potansiyeli, basınç odası cihazından (Model 1000, PMS

Instrument Com., Albany, USA) yararlanılarak ölçülmüştür (Köksal vd., 2010).

Çalışma tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Sayısal değerler varyans analizine tabi tutulup uygulamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %5 düzeyinde incelenmiştir. İstatistiksel değerlendirmelerde MSTAT-C (Freed ve ark., 1989) paket programından yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kuraklık stresi karşısında, bitkilerin görsel skala değerlendirmesinde genotiplerin farklı skala değerleri aldığı görülmüştür. Stres uygulamasının 12. gününde Artvin Hopa (2.20 ve 2.17) ve Kemer (1.50 ve 1.56), skala değerleriyle morfolojik açıdan en fazla zarar gören genotip olarak öne çıkmıştır (Çizelge 1). Mardin Kızıltepe (1.30 ve 1.35) ve Burdur Merkez (1.10 ve 1.02) ise en az zarar gören bitkileri bulundurmıştır. Diğer bir deyişle kuraklığa en yüksek toleransı Burdur Merkez hattına ait bitkiler göstermiş, bunu Mardin Kızıltepe izlemiş, Kemer ve Artvin Hopa ise kuraklıktan en fazla miktarda etkilenen genotipler olmuştur. Denemede kullanılan genotipleri kuraklık koşullarında bekletmenin ilk belirgin semptomatik etkisi olarak, turgoritenin azalması ve solma, bitkilerin biyomas ağırlıklarında, boy veya alanlarında azalmalar dikkati çekmiştir. Bunu takiben öncelikle yaşlı yapraklardan başlayarak sararma ve yaşlı yapraklardan itibaren kuruyarak yaprak dökülmesi, büyümenin sınırlanması ve sonuçta bitkinin ölümü gerçekleşmiştir. Özcan ve ark. (2004) ile Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2005) de, kuraklık koşullarında en fazla etkilenen organların yapraklar olduğunu, turgor kaybının ilk belirtilerden sayıldığını bildirirken; Snapp ve Shennan (1992), kök büyümesi ve gelişmesinin de stres koşullarından olumsuz yönde etkilendiği ortaya koymuştur (Sevengör ve ark., 2011). Yaşar (2003) tarafından, denememizde kullanılan ıslah hatlarının geliştirildiği populasyonlarda yaptığı tuz stresine yönelik çalışmasından elde edilen bulgular, bu çalışmadaki kuraklık stresi uygulamalarına ait sonuçlarla tamamen

paralellik içermektedir. Yeşil aksam yaş değışim oranları bakımından çeşitler arasında ağırlığı bakımından çeşitler arasında kuraklık farklılıklar olduğu gözlenmiştir ve en fazla uygulamaları içerisinde herhangi bir değışim Kemer çeşidinde ortaya çıkmıştır (% istatistiksel farklılık belirlenmemiştir. Ancak 77.15). Bu bakımdan, değerlendirmelerde Çizelge 1. Kuraklık stresinde patlıcan genotiplerinin skala, gövde yaş ve kuru ağırlığı ve yaprak alanında meydana gelen değışimler

Table 1. The change of scale, plant fresh and dry weight, and leaf area in eggplant genotypes under drought stress

Genotip	Uyg.	Skala	Yeşil Aksam Yaş Ağ.	Değişim	Yeşil Aksam Kuru Ağ.	Değişim	Yaprak Alanı	Değişim
		g bitki ⁻¹	%	g bitki ⁻¹	%	cm ² bitki ⁻¹	%	
Mardin Kızıltepe	S ₀	0.00 ^e	20.00 ^c	0.00	1.80 ^{cd}	0.00	53.47 ^b	0.00
	S ₁	1.30 ^c	7.17 ^d	-64.15	1.40 ^d	-22.22	24.02 ^e	-55.08
	S ₂	1.35 ^c	8.17 ^d	-59.15	1.47 ^d	-18.33	23.58 ^e	-55.90
Burdur Merkez	S ₀	0.00 ^e	21.33 ^c	0.00	2.15 ^{bc}	0.00	45.50 ^c	0.00
	S ₁	1.10 ^d	8.00 ^d	-62.49	1.59 ^d	-26.05	35.45 ^d	-22.09
	S ₂	1.02 ^d	6.83 ^d	-67.98	1.55 ^d	-27.91	35.07 ^d	-23.08
Artvin Hopa	S ₀	0.00 ^e	25.00 ^b	0.00	2.43 ^{ab}	0.00	80.01 ^a	0.00
	S ₁	2.20 ^a	7.17 ^d	-71.32	0.86 ^e	-64.61	22.65 ^e	-71.69
	S ₂	2.17 ^a	8.17 ^d	-67.32	0.91 ^e	-62.55	21.73 ^e	-72.84
Kemer	S ₀	0.00 ^e	35.00 ^a	0.00	2.80 ^a	0.00	52.44 ^b	0.00
	S ₁	1.50 ^b	8.33 ^d	-76.20	0.93 ^e	-66.79	14.00 ^f	-73.30
	S ₂	1.56 ^b	7.67 ^d	-78.09	0.83 ^e	-70.36	14.39 ^f	-72.56

Sütunlardaki aynı harfler interaksiyonlar arasındaki farklılıkların p % 5 'e göre istatistiksel olarak önemli olmadığını göstermektedir.

çeşitlerin stres koşullarında yalnızca miktar bakımından değil, aynı zamanda kontrole göre azalma oranlarının da dikkate alınması gerektiği anlaşılmıştır. Kuru ağırlık değerleri, genotipler arasında istatistiksel bakımdan farklılık göstermiştir. Tüm çeşitler bazında, S₁ ve S₂ sulama konuları arasında istatistiksel açıdan bir fark tespit edilmemiştir. Buna göre kuraklık stresi altında kuru ağırlık değerleri en yüksek bulunan çeşitlerin aralarında istatistiksel farklılık bulunmaksızın 'Mardin Kızıltepe x S₁', 'Mardin Kızıltepe x S₂' (1.40 ve 1.47 gbitki⁻¹) ve 'Burdur Merkez x S₁' ve 'Burdur Merkez x S₂' (1.59 ve 1.55 gbitki⁻¹) kombinasyonları ile 'Artvin Hopa x S₁' ve 'Artvin Hopa x S₂' (0.86 ve 0.91 gbitki⁻¹) ve 'Kemer x S₁' ve 'Kemer x S₂' (0.93 ve 0.83 gbitki⁻¹) kombinasyonlarının bir grup içerisinde kaldığı ve düşük miktarda gövde

kuru ağırlığına sahip oldukları ortaya konmuştur (Çizelge 1). Stres koşullarındaki gövde yaş ağırlığı değışim oranları bakımından en fazla ortalama değışim Kemer'de % 73 olurken, Artvin Hopa'da %72, Mardin Kızıltepe'de %55 ve Burdur Merkez'de %23 civarında gerçekleşmiştir. Nitekim Costa ve ark. (2000) fasulyede, Kuşvuran (2010) kavunda, Hajibabae ve ark. (2012) ve Hu ve ark. (2007) mısırdaki, Yaşar ve ark. (2012) kabakta ve Eichholz ve ark. (2014) marulda kuraklığın yaş ve kuru ağırlık gibi büyüme parametrelerini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Kuraklık stresi, yaprak alanı bakımından kontrol bitkilerine göre önemli düzeyde azalmalara neden olmuştur. En yüksek değerler, 'Burdur Merkez x S₁' ve 'Burdur Merkez x S₂' kombinasyonlarında

belirlenmiştir (35.45 ve 35.00 cm²bitki⁻¹) (Çizelge 1). Kontrol bitkileri içerisinde yaprak alanı değerleri Artvin Hopa (80.01 cm²bitki⁻¹) ve Kemer (52.44 cm²/bitki) genotiplerinde yüksek bulunmuştur. Bu iki çeşit normal yetiştirme koşullarında iri yapraklı, geniş habitüslü bir yapıdadır. Oysaki Burdur Merkez ve Mardin Kızıltepe ıslah hatları, optimum koşullarda da kontrollü gelişmeye sahiptirler. Bu nedenle stres koşullarında yaprak alanı ve bitki yaş ağırlığındaki düşüş oranları daha az olmuştur. Oysaki Kemer ve Artvin Hopa genotiplerinin stres koşulları altında yaprak alanı kayıp oranları da, yeşil aksam yaş ağırlığında olduğu gibi yüksektir ve %73 civarındadır. Burdur Merkez'de bu değer %22'lerde, Mardin Kızıltepe'de ise %55 civarında olmuştur. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yöneliktir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Skiryecz ve ark. (2011), Babu vd. (2012), Sapeta ve ark. (2013), 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 su içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Nispi nem içeriği bakımından en yüksek değerleri 'Mardin Kızıltepe x S₁' ve 'Mardin Kızıltepe x S₂' kombinasyonları vermiştir (%59.91 ve 57.14). Bu özellik bakımından Artvin Hopa patlıcanı en düşük seviyede bulunmuştur (%37.41 ve 38.09) (Çizelge 2). Bu durum, genotiplerin toprak kuruması sırasında uygun su seviyelerini koruyamadıklarını ve turgor kaybına uğradıklarını göstermektedir. % azalma oranı bakımından sadece Güneydoğu Anadolu'nun yerel bir çeşidinden geliştirilen ıslah hattı olan Mardin Kızıltepe (% 59.91 ve 49.56) diğer çeşitlerden ayrı ve nemini koruyucu bir tutum sergilemiştir. Diğer üç genotip % azalma bakımından benzer sonuçlar vermiştir. Romanello ve ark. (2008) kuraklık ile birlikte nispi nem değerinde azalma meydana gelebileceğini ifade ederken, Shamim ve ark. (2013), domates genotiplerinde, Penella ve ark. (2014) biberde ve Abd El-Mageeda ve Semida (2015) hıyarda kuraklığın nispi nem değerinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Kuraklık stresinde patlıcan genotiplerinin nispi nem içeriği, stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyelinde meydana gelen değişimler

Table 2. The change of relative humidity, stomatal conductance, and leaf water potential in eggplant genotypes under drought stress

Genotip	Uyg.	Nispi Nem İçeriği	Değişim	Stoma İletkenliği	Değişim	Yaprak Su Potansiyeli	Değişim
		%	%	mmol m ⁻² s ⁻¹	%	bar	%
Mardin Kızıltepe	S ₀	63.29 ^b	0.00	91.03 ^d	0.00	-14.00 ^{cd}	0.00
	S ₁	59.91 ^d	-5.34	70.89 ^e	-22.12	-32.67 ^b	133.36
	S ₂	57.14 ^d	-9.72	71.63 ^e	-21.31	-34.00 ^b	142.86
Burdur Merkez	S ₀	72.22 ^a	0.00	133.47 ^b	0.00	-20.00 ^c	0.00
	S ₁	46.81 ^e	-35.18	79.07 ^e	-40.76	-53.33 ^a	166.65
	S ₂	48.33 ^e	-33.08	75.73 ^e	-43.26	-55.33 ^a	176.65
Artvin Hopa	S ₀	59.95 ^c	0.00	112.67 ^c	0.00	-17.33 ^{cd}	0.00
	S ₁	37.41 ^f	-37.60	32.40 ^f	-71.24	-52.33 ^a	201.96
	S ₂	38.09 ^f	-36.46	30.43 ^f	-72.99	-50.00 ^a	188.52
Kemer	S ₀	72.19 ^a	0.00	183.33 ^a	0.00	-12.33 ^d	0.00
	S ₁	46.82 ^e	-35.14	20.07 ^f	-89.05	-37.67 ^b	205.52
	S ₂	48.33 ^e	-33.05	30.87 ^{cf}	-83.16	-37.68 ^b	205.60

Sütunlardaki aynı harfler interaksyonlar arasındaki farklılıkların p % 5'e göre istatistiksel olarak önemli olmadığını göstermektedir.

Stoma iletkenliği üzerine genotiplerin ve sulama düzeylerinin etkisi incelendiğinde; en yüksek stoma iletkenliği kontrol bitkilerinde tespit edilmiştir. Kuraklık stresine karşı en yüksek stoma iletkenliği, 'Burdur Merkez x S₁', 'Burdur Merkez x S₂' kombinasyonlarında (sulama konuları ortalaması olarak 77.4 mmolm⁻²s⁻¹) belirlenmiş olup sulama konuları arasında istatistiksel olarak bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Stoma iletkenliğinin yüksek olması, bitkinin stres koşuluna dayanımını olumlu etkileyen bir özelliktir ve bu özellik, diğer parametrelerle uyumlu bir şekilde Mardin Kızıltepe ve Burdur Merkez patlıcan ıslah hatlarında daha üstün bulunmuştur (Çizelge 2). Stomaların kapanması bitkilerin suyu dokularında tutmalarını sağlayan kuraklıktan kaçınma mekanizmalarından biridir ve CO₂'in mezofil hücrelerine girmelerini önlediğinden fotosentetik hızı azaltabilmekte ve sonuçta büyüme hızı da yavaşlayabilmektedir (Costa ve ark., 2000). Mehri ve ark. (2009), Kuşvuran ve ark. (2009), Nawaz ve ark. (2015) kuraklığın stoma iletkenliğinde azalmalara yol açtığını ve çeşidin kuraklığa dayanım performansını etkileyen önemli faktörler olduğunu bildirmişlerdir. Makbul ve ark. (2011), kuraklığa adapte olmuş bitkilerde transpirasyon oranının düşük, stomatal regülasyonun yüksek olduğunu vurgulamaktadır.

Kuraklığa bağlı olarak değişen su durumunu belirleyebilmek için yapılan yaprak su potansiyeli ölçümlerine göre, stresle birlikte genotiplerin yaprak su potansiyelinde azalma görülmüştür. En düşük yaprak su potansiyeli 'Burdur Merkez x S₂', 'Burdur Merkez x S₁' uygulamalarında ölçülmüştür (-53.33 ve -55.33 bar) (Çizelge 2). Değişim oranı bakımından incelendiğinde Kemer (205.52 ve 205.60 bar) ve Artvin Hopa (201.96 ve 188.52 bar) azalma yönünde en fazla değişim gösteren genotipler olmuştur. Mardin Kızıltepe (%133.36 ve 142.86 bar) ve Burdur Merkez (%166.65 ve 176.65 bar) kontrollerine en yakın değerlere sahip olmuşlardır. Shamim ve ark. (2013) yaprak su potansiyelinin domateste genotiplerinde kuraklık stresinin etkisini belirlemede önemli

bir parametre olarak değerlendirilebileceğini bildirirken, Ashraf ve Iram (2005) bamyada kuraklık ile birlikte yüksek sıcaklığın yaprak su potansiyelini olumsuz yönde etkileyeceğini ifade etmişlerdir. Alexieva ve ark. (2001), Beroval ve ark. (2012), Korkmaz ve ark. (2014) da yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinin yaprak su potansiyelinde azalmaya yol açtığını bildirmektedirler.

Sonuç

Farklı patlıcan genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında görsel skala değerlendirmesi yapılarak yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, nispi nem içeriği, stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli bakımından incelendiğinde; Burdur Merkez ve Mardin Kızıltepe genotiplerinin kuraklık stresi koşulları altında daha düşük kayıplar verdiği anlaşılmıştır. Öte yandan tuz stresine hassas olduğu bilinen Artvin Hopa ve Kemer genotiplerinin, kuraklıktan daha fazla etkilendiği ve daha yüksek oranda kayıplarla karşı karşıya kaldıkları belirlenmiştir. Biyotik stres faktörlerine dayanıklılığın kalıtsal olarak sağlanmasına benzer olarak, abiyotik çevresel koşullardan kaynaklanan stres faktörlerine karşı dayanım özelliğinin de genetik olarak belirlendiği, savunma mekanizması güçlü olan genotiplerin bir veya birden fazla olumsuz koşula dayanım sağlayabileceği gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, tuza tolerans mekanizması ile kurağa tolerans mekanizması arasında paralel bir ilişkinin olabileceği yönündeki görüşü destekler nitelikte bulunmuştur.

Kaynaklar

- Abd El-Mageeda TA, Semida WM, 2015. Organo mineral fertilizer can mitigate water stress for cucumber production (*Cucumis sativus* L.). *Agricultural Water Management*, 159: 1–10.
- Alexieva V, Sergiev I, Mapelli S, Karanov E, 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant Cell Environ.*, 24 (12): 1337-1344.
- Ashraf M, Iram A, 2005. Drought stress induced changes in some organic

- substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora*, 200 (6): 535–546.
- Babu MA, Singh D, Gothandam KM, 2012. The effect of salinity on growth, hormones and mineral elements in leaf and fruit of tomato cultivar PKM1. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(1): 159-164.
- Bayoumi TY, Eid MH, Metwali EM, 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. *African Journal of Biotechnology*, 7 (14): 2341-2352.
- Beroval M, Stoilova T, Kuzmoval K, Stoeval N, Vassilevi A, Zlatevi Z, 2012. Changes in the leaf gas exchange, leaf water potential and seed yield of cowpea plants (*Vigna unguiculata* L.) under soil drought conditions. *Agricultural Sciences*, 4(8): 29-34.
- 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 stress. *Agricultural Sciences in China*, 8(1): 51-58.
- Costa França MG, Pham-Thi CAT, Pimentel R OP, Rossiello Y, Fodil Z, Laffray D, 2000 Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 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.
- Eichholz I, Förster N, Ulrichs C, Schreiner M, Keil S H, 2014. Survey of bioactive metabolites in selected cultivars and varieties of *Lactuca sativa* L. under water stress. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87: 265 – 273.
- Anonim 2014. Statistical database. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Erişim tarihi: 15 Aralık 2015).
- 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.
- Garg B K, Burman U, Kathju S, 2004. The influence of phosphorus nutrition on the physiological response of moth bean genotypes to drought. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 167.
- Güngör Y, Erözel A Z, Yıldırım O, 2002. Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1525, Ders Kitabı: 478. Ankara.
- 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 Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 12(7): 890-896.
- Hong-Bo S, Zongsuo, L, Mingan S, 2006. Osmotic regulation of 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at soil water deficits. *Biointerfaces*, 47: 132–139.
- 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.
- Hussain M, Malik MA, Farooq M, Ashraf MY, Cheema MA, 2008. Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194: 193–199.
- Kalefetoğlu T, Ekmekçi Y, 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 723-740.

- 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.
- Kıran S, Özkay F, Ellialtıoğlu Ş, Kuşvuran Ş. 2014a. Kuraklık stresi uygulanan kavun genotiplerinde bazı fizyolojik değişimler üzerine araştırmalar. *Toprak Su Dergisi*, 3 (1): 53-58.
- Kıran S, Kuşvuran Ş, Talhouni M, Sönmez K, Ellialtıoğlu ŞŞ, Özkay F, 2014b. The studies on some biochemical changes and ion regulation in the tomato genotypes exposed to drought stress. VI Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, 29 September-2 October 2014, Zagreb, Croatia. Book of Abstracts pp:126.
- Korkmaz A, Değer Ö, Kocaçınar F, 2014. Alleviation of water stress effects on pepper seedlings by foliar application of glycinebetaine. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 43(1): 18-31.
- Köksal E, İlbeyi A, Üstün H, Özcan H, 2007. Yeşil fasulye sulama suyu yönetiminde örtü sıcaklığı ve spektral yansıma oranı değerlerinin kullanım olanakları. TAGEM Projesi. Tagem-Bb-Toprak Su-29, 26s.
- Köksal E, Üstün H, İlbeyi A, 2010. Bodur yeşil fasulyenin sulama zamanı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınır değerleri. U.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 24 (1): 25-36.
- Kuşvuran Ş, 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluđa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 355s., Adana.
- Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu ŞŞ, Talhouni M, Sönmez K, Kıran S 2014. Effects of salt and drought stress on the growth, antioxidative enzyme activities, and MDA content in callus tissues of 4 melon varieties. VI Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, 29 September-2 October 2014, Zagreb, Croatia. Book of Abstracts pp: 88.
- 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.
- Mahajan S, Tuteja N, 2005. Cold, salinity and drought stresses. An overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.
- Makbul S, Saruhan GN, Durmuş N, Güven S, 2011. Changes in anatomical and physiological parameters of soybean under drought stress. *Turkish Journal of Botany*, 35: 369-377.
- Manickavelu A, Nadarajan N, Ganesh SK, Gnanamalar RP, Babu RC, 2006. Drought tolerance in rice: morphological and molecular genetic consideration. *Plant Growth Regulation*, 50: 121–138.
- 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.
- Nawaz F, Ahmada R, Ashraf MY, Waraicha E A, Khan SZ, 2015. Effect of selenium foliar spray on physiological and biochemical processes and chemical constituents of wheat under drought stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 113: 191–200.
- Özcan S, Babaođlu M, Gürel, E, 2004. Bitki Biyoteknolojisi Genetik Mühendisliđi ve Uygulamaları, S.Ü. Vakfı Yayınları, Konya.
- Penella C, Nebauer SG, Bautista AS, López-Galarza S, Calatayuda A, 2014. Rootstock alleviates PEG-induced water stress in grafted pepper seedlings: Physiological responses. *Journal of Plant Physiology*, 171: 842–851.
- Romanello GA, Chuchra-Zbytniuk KL, Vandermer JL, Touchette BW, 2008. Morphological adjustments promote drought avoidance in the wetland plant *acorus americanus*. *Aquatic Botany*, 89: 390–396.
- Sapeta H, Costa JM, Lourenco T, Maroco J, van der Linde P, Oliveira MM, 2013. Drought stress response in *Jatropha*

- curcas*: Growth and physiology. Environmental and Experimental Botany 85: 76–84.
- Sevengör S, Yasar F, Kusvuran S, Ellialtıoglu S. 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. African Journal of Agricultural Research (AJAR), 6(21): 4920-4924.
- Shamim F, Rehman Athar H, Waheed A, 2013. Role of osmolytes in degree of water stress tolerance in tomato. Pak. J. Phytopathol., 25 (1): 37-42.
- Siddique MRB, Hamid A, Islam M S, 1999. Drought stress effects on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 40: 141-145.
- Skiryicz A, Claeys H, De Bodt S, Oikawa A, Shinoda S, Andrianakaja M, Maleux K, Eloy NB, Coppens F, Yoo SD, 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. American Society of Plant Biologists, 23 (5): 1876-1888.
- Snapp SS, Shennan C, 1992. Effects of salinity on root growth and death dynamics of tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. New Phytologist, 121: 71-79
- Taiz L, Zeiger E, 2006. Plant Physiology, 4th Ed., Sinauer Associates Inc. Publishers, Massachusetts. pp: 671-681.
- Yaşar F, 2003. Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* olarak incelenmesi. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, 139s, Van.
- Yaşar F, Uzal O , Kose S, 2012. Accumulation and distribution of iron, zinc and manganese ions in pumpkin (*Cucurbita spp.*) and gourd (*Lagenaria siceraria*) accessions subjected to drought stress. Cucurbitaceae 2012. Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae, Antalya, Turkey, 15-18 October, 2012, pp. 679-686.
- Yu Q, Rengel Z, 1999. Drought and salinity differentially influence activities of superoxide dismutases in narrow- leafed lupins. Plant Science, 142: 1-11.