

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Kuraklık Stresinin Bazı Yerli ve Ticari Domates Çeşitlerinde Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Yekbun ALP¹

Turgay KABAY^{2*}

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, Van, Türkiye

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş Meslek Yüksekokulu, Van, Türkiye

* e-posta: tkabay@yyu.edu.tr

Özet: Domates üretimini olumsuz etkileyen önemli faktörlerden biri de kuraklıktır. Kuraklık domates üretiminde verimi ve kaliteyi azaltmanın yanı sıra, üreticilere de maddi sıkıntılar yaşatmaktadır. Bu sıkıntıları azaltmanın en önemli yollarından biri de kuraklığa tolerant çeşitlerin belirlenmesidir. Bu nedenle bu çalışmada kuraklığa tolerans gösteren çeşitlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada üç adet hibrit, üç adet standart ve üç adet mahalli çeşit kullanılmıştır. Domates tohumları 1:1 oranında torf + perlit karışımı içeren 2 litrelik saksılara ekilmiştir. Kotiledon yaprakları açıldıktan sonra Hoagland besin çözeltisiyle sulama yapılmıştır. Sulamaya kontrol bitkilerinde çalışma bitirilinceye kadar devam edilmiş, kuraklık uygulanan bitkilerde ise fide döneminde sulama aniden kesilmiştir. 12 gün sonra bitkilerde bitki yaş ve kuru ağırlıkları, büyüme oranı, yaprak sayısı, gövde çapı, bitki boyu, 0-5 görsel skala değeri, membran zararlanma indeksi ve yaprak oransal su içeriği durumları incelenmiştir. Kuraklık stresine tolerant ve duyarlı domates çeşitlerinin belirlenmesinde incelenen bu parametrelerde bariz farklar oluştuğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Büyüme oranı, Kuraklık, *Solanum lycopersicum* L., Stres

The Effect of Drought Stress on Plant Development in Some Landraces and Commercial Tomato Genotypes

Abstract: One of the important factors that adversely affect tomato production is drought. As well as reducing yield and quality of tomato production, drought also reduces farmer's income. One of the most important ways of alleviating its adverse effects is to determine the varieties that are tolerant to drought. For this reason, our study aimed to determine the tolerance of the varieties to drought. Accordingly, three hybrids varieties, three standards varieties and three landraces were used in the study. Tomato seeds were planted in a 2 litres-pot that contains 1:1 mixture of peat + perlite. After the cotyledon leaves busted out, the plant was irrigated with the Hoagland nutrient solution. While irrigation was carried on the control plants until the end of the application, irrigation was suddenly halted during the seedling period in the plants that are exposed to drought. After 12 days, plant fresh and dry weights, growth rates, leaf numbers, stem diameters, plant weights, 0-5 scale values, membrane damage indices and leaf proportional water contents were investigated. It was observed that there were significant differences in these parameters examined for the determination of tomato varieties that are tolerant and sensitive to drought stress.

Keywords: Growth rates, Drought, *Solanum lycopersicum* L., Stress

Giriş

Ülkemizin her bölgesinde domates üretimi gerek örtü altında ve gerekse açık alanda ticari veya hobi olarak yaygın şekilde yapılmaktadır. Ancak son yıllarda değişen iklimlere bağlı olarak oluşan kuraklık domates üretimini de olumsuz etkilemektedir. Kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde büyüme ve gelişme geriliği buna bağlı olarak da üründe verim ve kalite kaybı olmaktadır (Kaçar ve ark. 2006; Özen ve Onay 2007; Sahin ve ark. 2016).

Dünya üzerinde tarımda kullanılabilir alanların %26' sını kuraklık stresi tehdidi altındadır. Kuraklık stresinde yaprak büyümesi, stomaların açılıp kapanması gibi birçok önemli fizyolojik olaylar su potansiyelindeki değişimle doğrudan etkilenebilmektedir (Blum ve ark. 1986; Özer ve ark. 1997; Asraf ve

Foolad 2007; Güneri Bağcı 2010). Kuraklık bitki hücrelerinde bölünme ve büyümeyi azalttığı için büyüme hızının düşmesine ve yaprakların nisbi nem içeriği ile yaprak su potansiyelinin düşmesine neden olmaktadır (Lawlor ve Cornic 2002; Capell ve ark. 2004; Çakmakçı 2009). Kuraklık ve tuz stresi koşulları kavunlarda bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı gibi parametrelerde azalmanın olduğu bildirilmektedir (Kuşvuran 2010).

Domates, patlıcan ve kavun genotiplerinin kuraklığa karşı gösterdikleri morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerin kendi aralarındaki ilişkilerin incelendiği bir çalışmada; skala değeri ile bitki yaş ağırlığı, yaprak alanı, yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği domates, patlıcan ve kavun genotiplerinde kuraklık stresine tolerans özelliği üzerinde etkili birer kriter olduğunu belirtmektedir (Kıran ve ark. 2015). Tuzluluk ve kuraklık streslerine dayanım konusunda patlıcan genotiplerinin benzer reaksiyon verip vermediği amacıyla iki adet tuza tolerant (Mardin Kızıltepe ve Burdur Merkez) ıslah hattı ve tuza hassas (Artvin Hopa ve Kemer) genotipleri, kuraklık stresi 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 ölçümlerinde tuza dayanımı yüksek olan patlıcan genotipleri (Mardin Kızıltepe, Burdur Merkez), kuraklık stresi altında da iyi dayanım gösterirken, 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 verdiği bildirilmektedir (Kıran ve ark. 2016). Domateste uygulanan su stresi çalışmasında verim ve meyve kalitesinin düşmesine neden olurken, yaprak oransal su içeriğinin tolerant çeşitlerde iyi çıktığı belirtilmektedir (Sanchez ve Rodriguez 2010). Sırık domates yetiştiriciliğinde, kuraklık stresine karşı farklı anaçlar üzerine aşılı fide kullanımının etkilerinin denendiği araştırma sonuçlarından biri tolerant (Beaufort) diğeri ise hassas (Resistar) olmak üzere 2 anaç seçilmiş ve araştırmanın dördüncü aşamasında 3 adet domates çeşidi (M28 F1, Petrus F1 ve Alyans F1), seçilen anaçlar üzerine aşılı ve kendi üzerine aşılı genotipine bağlı olarak, kuvvetli anaç kullanımı ile bitki boyu, ortalama gövde çapı, yaprak alanı, bitki yaş ve kuru ağırlıkları, toplam verim, pazarlanabilir verim, ortalama meyve ağırlığı, anaç kullanımı ile M28 çeşidinde meyve kalite parametreleri artış gösterdiği fakat diğer iki çeşitte değişim gözlenmediği belirtilmiştir (Altunlu 2011). Domateslerle ilgili yapılan çalışmada tuza dayanımı yüksek olan domates genotipleri (TR-68516 ve Rio Grande), kuraklık stresi altında da iyi performans sergilediğini ve skala değerlerinin kendi kontrol değerlerine yakın olduğunu belirtmektedir. Tuza dayanımı düşük olan domates genotipleri (TR-63233 ve H-2274), kuraklık stresinden de yüksek düzeyde etkilenerek bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, nispi nem, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve klorofil içeriği bakımından kontrole ve strese dayanımı iyi olana göre daha düşük değerler çıktığı belirtilmektedir (Kıran ve ark. 2014). Tuz konsantrasyonlarının yirmi farklı fasulye genotiplerinde denendiği çalışmada 0-5 skala değeri, yeşil aksam ve kök yaş ağırlıkları ve kuru ağırlıkları bakımından geniş varyasyon gösterip hassas genotiplerde bu değerlerin olumsuz etkilendiği belirtilmektedir (Kıpçak ve Erdinç 2016). Kuraklık ve sıcaklık stresinin üç domates çeşidi (Arvento, LA1994 ve LA2093) üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, çeşitlerin kuraklık ve sıcaklık stresi kombinasyonuna maruz kaldıklarında benzer tepkiler gösterdiği ve tüm çeşitlerin taze ve kuru ağırlık, yaprak alanı ve bağıl su içeriği önemli ölçüde düştüğü bildirilmektedir (Zhou ve ark. 2017). Domates bitkilerine köklerden strigolaktinlerin verildiği bitkilerin kurak ortamlardan fazla etkilendiği bildirilmektedir (Visentin ve ark. 2016). Domateste kurak, yarı kurak ve kontrol grubunda yetiştirilen domates çeşitlerinde kurak ortamlardaki çeşitlerin stomaları daha erken kapandığı belirtilmektedir (Riccardi ve ark. 2016). Domateste yapılan çalışmada kontrollü şartlarda yetiştirilen domates te bitki taze ağırlığı 1.37 g iken kuraklık koşullarındaki bitkinin ağırlığı 0.57 g olduğu bildirilmektedir (Khan ve ark. 2015).

Biberde yapılan çalışmada fideler sürekli sulama ve kısıtlı sulamada yaprak büyümesi, kök kuru ağırlığı, kök sayısı ve kök çapı azalırken, ABA uygulanan fidelerde ise kök gelişimi ve meyve verimi etkilenmedi belirtilmektedir (Leskovar ve Cantliffe, 1992). Patlıcan bitkilerine beş sulama seviyeleri % 100, 80, 60, 40, 20 uygulandığı çalışmada % 20 ve %40' lık sulamada yaprak alanı, yaprak bağıl su içeriği, yaprak su potansiyeli, meyve ağırlığı, toplam verimin azaldığı ancak % 100 ve % 80 lik sulamalarda ise en iyi sonuçların çıktığı belirtilmektedir (Mohawesh 2016).

Kuraklık stresi uygulanan fasulye genotiplerinin 0-5 görsel skala, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık, gövde boyu ve çapı, yaprak sayısı ve alanı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi değerleri kuraklığa hassas çeşitlerde daha düşük çıkarken, kuraklığa tolerant genotiplerde ise kontrol bitkilerine yakın değerler çıktığı belirtilmektedir (Kabay ve Şensoy 2016). Kavun genotipleri arasında kuraklığa tolerans bakımından genotipsel farklılığın araştırıldığı bir çalışmada 0-5 görsel skala, yeşil aksam yaş ve

kuru ağırlık, gövde boyu ve çapı, yaprak sayısı ve alanı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi kavun genotiplerinin kuraklığa tolerans bakımından geniş bir varyasyon gösterdiği ve incelenen parametrelerin kuraklığa toleransın belirlenmesinde etkin olarak kullanılabilceği sonucuna varıldığı vurgulanmaktadır (Kuşvuran ve Abak 2012). Karpuz genotiplerinin, kuraklık toleransının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada Mısır, Silivri, Diyarbakır, Çanakkale ve Siirt orijinli karpuz genotiplerinin kurağa tolerant oldukları; Crimson sweet ve Sugar baby gibi eski ticari çeşitlerin kurağa az tolerant oldukları saptanırken; Amerika, Hindistan, İspanya, Fransa, Kışlık Diyarbakır, Konya, Manisa ve Batman orijinli genotiplerin ise kuraklığa hassas oldukları belirtilmektedir (Karipçin 2009). Bamyada genotiplerinin kuraklığa toleransının belirlendiği bir çalışmada, bamyada genotipsel farklılıklar ve tolerant genotiplerin belirlenmesi amacıyla görsel skala (0-5 skalası) değerleri bakımından genotiplerin, farklı puanlamalar alınırken, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı gibi büyüme parametrelerinin olumsuz etkilendiği belirtilmiştir (Kuşvuran ve ark. 2008).

Kuraklığa dayanıklı nohut çeşitlerinin sera ve tarla koşulları ile yıllar arasında önemli farklılıkların olduğu belirtilmiştir (Güneri Bağcı 2010). Kuraklık stresine maruz kalmış altı mercimek çeşidi tohumunu fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri incelenerek kuraklığa dayanıklı ve hassas genotip belirlenmesi çalışmasında on iki gün büyütülmüş stres ve kontrol bitkilerinin gövde ve kök örneklerinin boyu, yaş ağırlığı bakımından Seyran ve Çağıl çeşitleri sırasıyla kurağa dayanıklı ve hassas genotipler olduğu belirtilmiştir (Gökçay 2012).

Materyal ve Yöntem

Domates bitkilerinde kuraklık stresinin ortaya çıkardığı etkilerin belirlenebilmesi amacı ile yapılmış olan bu çalışma da Van Gölü Havzası'nda üretimi yapılan standart (H2274, Rio Grande ve Falcon) ve hibrit çeşitler (BT986 F1, BT1134 F1, Tokat F1) ile bazı mahali domates genotipleri (Lice, Hilvan ve Ahlat) kullanılmıştır. Çalışmada domates genotiplerinin kuraklığa gösterdiği tolerans ve duyarlılık seviyelerinin belirlenmesi amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Tohumlar 2 litre hacminde, 1:1 oranında karıştırılmış torf : perlit karışımı harç içeren plastik saksılara ve her saksıda iki adet domates bitkisi olacak şekilde tohum ekilmiştir. Kuraklık stresinin uygulaması ve kontrol grubu saksıları ile 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 saksı ve her saksıda da 2 bitki olacak şekilde çalışma yapılmıştır. Çalışma 23±2 °C sıcaklık ve 8000 lüks ışık şiddetinde iklim odasında yürütülmüştür. Ekilen tohumlar, başlangıçtan itibaren musluk suyu ile sulanmıştır. Bitkiler ilk gerçek yaprakların oluştuğu dönemden, hasat edilmeye kadar standart besin çözeltisi ile sulanmıştır. Sulamada "drene olan çözelti/uygulanan çözelti" oranı esas alınmıştır. (Kuşvuran, 2010). Günlük olarak drenaj seviyeleri belirlenmiş ve bu oran deneme süresince bitkilerin büyümesine göre % 30 civarında tutulmuştur. Kuraklık grubundaki bitkiler fide dönemine ulaşınca sulama kesilmiş ve oniki gün boyunca su verilmemiştir (Kuşvuran 2010; Kabay 2014). Yapılan ölçüm ve analizler şunlardır:

0 – 5 skalası ile değerlendirme

Kuraklığa tolerans ve duyarlılık denemesinde aşağıda belirtilen semptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir (Koç 2005; Kuşvuran 2010; Kabay 2014).

- 0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)
- 1: Büyümede yavaşlama (kontrol bitkilerine göre)
- 2: Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı
- 3: Üst yapraklarda kıvrılma (kapanma) ve solgunluk
- 4: Yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı.
- 5: Bitkilerde solma ve alt yapraklarda kuruma.

Yaş ve kuru ağırlıkların belirlenmesi

Hasat edilen tüm bitkiler hassas terazide tartılıp, bitki sayısına bölünerek bitki yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra aynı örnekler bir gün açıkta serilerek bekletilip 65 °C etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır (Kuşvuran 2010; Güneri Bağcı 2010; Kabay 2014).

Gövde boyu ve çapının belirlenmesi

Domates bitkilerinde kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm (± 0.5) cinsinden metre ile ölçülmüştür. Gövde çapı dijital göstergeli kumpas yardımı ile mm (± 0.1) cinsinden ölçülmüştür (Kuşvuran 2010; Güneri Bağcı 2010; Kabay 2014).

Yaprak sayısı belirlenmesi

Kontrol grubu ile kuraklık stresi sonunda domates bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile adet/bitki olarak hesaplanmıştır (Kuşvuran 2010; Kabay 2014).

Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi

Yaprak Oransal Su içeriği (YOSİ), kontrol grubu ile kuraklık uygulamaları sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin hesaplanması amacıyla yaprak taze ağırlıkları hassas terazide tartıldıktan sonra dört saat saf su içinde bekletilerek turgor ağırlıkları saptanmıştır. Daha sonra bu yapraklar 65 °C etüvde 48 saat bekletilip hassas terazide tartılmıştır. Gram cinsinden hassas terazide tartılan yaprak sonuçları aşağıdaki formüle göre hesaplanarak yaprak oransal su içerikleri yüzde cinsinden belirlenmiştir (Kuşvuran, 2010; Güneri Bağcı 2010; Kabay 2014).

$$YOSİ = (TA-KA)/(TuA-KA) \times 100$$

TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

Nispi büyüme oranının (g taze ağırlık/gün) belirlenmesi

Kontrol grubu ile kuraklık stresinin uygulama başlangıcından önce ve stres sonunda alınan bitkiler yaş ağırlıkları alınarak toplam yaş ağırlık yönünden tartılıp ve 2 ölçüm arasındaki farklılık gün sayısına bölünmüş, farklı genotiplerin stres süresince büyüme oranları gr taze ağırlık/gün olarak tespit edilmiştir (Kuşvuran 2010; Güneri Bağcı 2010; Kabay 2014).

Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi

Domates yapraklarında Membran Zararlanma İndeksi (MZİ) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır. Stres ve kontrol bitkilerinin alttan 3. yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler saf su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüştür, aynı diskler 100 °C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması yüzde olarak hesaplanmıştır (Kuşvuran, 2010; Kabay, 2014).

$$MZİ = (Lt-Lc/1-Lc) \times 100$$

Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

Denemelerde kullanılan istatistik analizi

Denemenin kurulmasında tesadüf parselleri deneme deseni kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri kullanılan deneme desenine göre (SAS 9.0) paket programında varyans analizine tabii tutulmuştur. Önemli olan ortalamaları belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testine tabii tutulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Sebze üretimini olumsuz etkileyen abiyotik stres koşullarından olan kuraklık stresi, bitki hücrelerinde bölünme ve büyümeyi azaltmaktadır. Bu azalma büyüme hızının düşmesine ve yaprakların nisbi nem içeriği ile yaprak su potansiyelinin düşmesine neden olmaktadır. Kontrol grubu ile kuraklık stresinin uygulandığı domates genotipleri arasında oldukça farklılık gösteren sonuçlar elde edilmiştir. Kuraklık stresinin uygulandığı bitkilerde; 0-5 görsel skala, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık, gövde boyu ve çapı, yaprak sayısı ve alanı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi değerleri kuraklığa hassas çeşitlerde daha düşük çıkarken, kuraklığa tolerant genotiplerde ise kontrol bitkilerine yakın değerler

çıkacağı belirtilmektedir (Karipçin 2009; Kuşvuran ve Abak, 2012; Kabay 2014; Kabay ve Şensoy 2016). Çalışmamızda kuraklık stresine tolerant ve duyarlı genotiplerin belirlenmesinde önemli bir kriter olan 0 – 5 skala değerleri Çizelge 1’ de verilmiştir. Çizelge 1’ deki verilere bakıldığında kuraklık stresindeki 0 – 5 skala değerleri bakımından en az etkilenen 1.250 skala değeriyle Tokat F1 çeşidi olurken, kuraklık stresinden en fazla etkilenen genotip ise 4.8750 skala değeriyle H2274 domates çeşidi olmuştur. Domates, kavun, patlıcan ve fasulyede yapılan çalışmalarda kuraklık stresine tolerant genotiplerde 0 – 5 skala değerinin azaldığı, kuraklık stresine hassas olan genotiplerde ise skala değerinin arttığı belirtilmektedir. (Altunlu 2011; Kuşvuran ve Abak 2012; Kıran ve ark. 2015; Kabay 2014; Kıpçak ve Erdiñ 2016; Kıran ve ark. 2016; Riccardi ve ark. 2016; Visentin ve ark. 2016).

Çizelge 1. Kuraklık stresi sonunda domates genotiplerinde 0-5 görsel skala değerleri

| Genotip | 0-5 Skalası |
|------------|-------------|
| Lice | 2.0625 f |
| Hilvan | 3.5000 cd |
| Ahlat | 4.0625 b |
| 986 | 4.7500 a |
| 1134 | 3,2500 d |
| Tokat | 1.2500 g |
| H2274 | 4.8750 a |
| Rio grande | 3.6875 c |
| Falcon | 2.4375 e |

Çalıştığımız domates genotiplerinden Tokat çeşidinin yaş ağırlığı kontrolde 12.313 g iken, kuraklık uygulamasında ise 7.920 g olarak en az etkilenen genotip olmuştur. Kuraklık stresinden en çok etkilenen genotip ise kontrol grubunda 28.045 g iken, kuraklık uygulaması sonucunda 2.665 g gelenan 986 domates çeşidi olmuştur. Kuru ağırlıklarına bakıldığında ise Tokat domates çeşidi kontrol grubunda 1.653 g gelirken kuraklık uygulamasında ise 1.348 g olarak en az etkilenen genotip olmuştur. Kuru ağırlıklarda kuraklık stresinde en çok etkilenen H2274 domates çeşidinin kontrol grubunda kuru ağırlığı 2.245 g iken kuraklık stresinde ise 0.503 g olmuştur (Çizelge 2 ve 3).

Çizelge 2. Kuraklık stresi sonunda domates genotiplerinin bitki yaş ağırlığı (g)

| Genotip | Kontrol | Kuraklık | Kuraklık % değişimi |
|------------|-----------|----------|---------------------|
| Lice | 15.190 ed | 7.650 b | -49.638 |
| Hilvan | 23.765 b | 6.975 b | -70.650 |
| Ahlat | 19.975 c | 3.133 d | -84.315 |
| 986 | 28.045 a | 2.665 d | -90.497 |
| 1134 | 16.928 cd | 4.678 c | -72.365 |
| Tokat | 12.313 e | 7.920 b | -35.678 |
| H2274 | 26.273 ab | 5.428 c | -79.340 |
| Rio grande | 18.718 c | 6.798 b | -63.682 |
| Falcon | 18.175 cd | 9.669 a | -46.800 |

Çizelge 3 Kuraklık stresi sonunda domates genotiplerinin bitki kuru ağırlığı (g)

| Genotip | Kontrol | Kuraklık | Kuraklık % değişimi |
|------------|----------|----------|---------------------|
| Lice | 1.500 bc | 1.030 ab | -31.333 |
| Hilvan | 1.495 bc | 0.953 ab | -36.254 |
| Ahlat | 0.965 d | 0.713 bc | -26.314 |
| 986 | 1.468 bc | 0.738 bc | -49.728 |
| 1134 | 1.098 cd | 0.840 bc | -23.497 |
| Tokat | 1.653 b | 1.348 a | -18.451 |
| H2274 | 2.245 a | 0.503 c | -77.595 |
| Rio grande | 1.729 b | 0.765 bc | -55.755 |
| Falcon | 1.657 b | 1.063 ab | -35.848 |

Kuraklık stresinin uygulandığı bitkilerde, stres ortamlarına tolerant ve hassas olan çeşitlerin tamamında yaş ve kuru ağırlık kayıplarının görüldüğü; fakat hassas olan genotiplerde ağırlık kaybının daha fazla

olduğu vurgulanmaktadır (Leskovar ve Cantliffe, 1992; Khan ve ark., 2015; Zhou ve ark., 2017). Kuraklık stresindeki domates genotiplerinin bitki boyu kaybının en az gerçekleştiği % 9.348 oranında azalmayla Lice domates çeşidi olurken, bitki boyunun en fazla kaybı olan genotip ise %37.121' lik oranla Ahlat genotipi olmuştur (Çizelge 4). Gövde çapı verilerinde kuraklık stresinden en az etkilenen % 5.394 oranında azalmayla 986 F1 domates çeşidi olurken, en fazla etkilenen ise % 37.350 oranında azalan H2274 domates çeşidi olmuştur (Çizelge 5). Yaprak sayılarında ise en az değişim % 13.333 oranında azalma ile Tokat çeşidinde oluşurken, en fazla değişim % 37.259 oranında azalmayla Ahlat çeşidinde olmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 4. Kuraklık stresi sonunda domates genotiplerinin bitki boyu (cm)

| Genotip | Kontrol | Kuraklık | Kuraklık % değişimi |
|------------|-----------|-----------|---------------------|
| Lice | 35.300 cd | 32.000 ab | -9.348 |
| Hilvan | 33.000 d | 29.125 bc | -11.742 |
| Ahlat | 33.000 d | 20.750 d | -37.121 |
| 986 | 38.375 bc | 32.000 ab | -16.612 |
| 1134 | 40.250 b | 29.625 bc | -26.398 |
| Tokat | 38.500 bc | 34.500 a | -10.389 |
| H2274 | 44.375 a | 29.500 bc | -33.521 |
| Rio grande | 36.250 cd | 27.000 c | -25.517 |
| Falcon | 38.675 bc | 34.625 a | -10.472 |

Çizelge 5. Kuraklık stresi sonunda domates genotiplerinin gövde çapı (mm)

| Genotip | Kontrol | Kuraklık | Kuraklık % değişimi |
|------------|----------|-----------|---------------------|
| Lice | 4.718 bc | 4.080 ab | -13.523 |
| Hilvan | 5.155 ab | 3.868 ab | -24.966 |
| Ahlat | 4.200 cd | 3.103 c | -26.119 |
| 986 | 3.745 d | 3.543 bc | -5.394 |
| 1134 | 4.075 cd | 3.688 abc | -9.988 |
| Tokat | 5.303 ab | 4.135 ab | -22.025 |
| H2274 | 5.743 a | 3.598 bc | -37.350 |
| Rio grande | 5.170 ab | 4.080 ab | -21.083 |
| Falcon | 5.420 ab | 4.338 a | -19.963 |

Çizelge 6. Kuraklık stresi sonunda domates genotiplerinde yaprak sayısı (adet/bitki)

| Genotip | Kontrol | Kuraklık | Kuraklık % değişimi |
|------------|-----------|-----------|---------------------|
| Lice | 32.625 f | 27.625 ef | -15.326 |
| Hilvan | 37.750 d | 29.500 de | -21.854 |
| Ahlat | 40.125 c | 25.175 f | -37.259 |
| 986 | 35.000 e | 28.250 e | -19.286 |
| 1134 | 47.500 a | 33.125 bc | -30.263 |
| Tokat | 41.250 c | 35.750 ab | -13.333 |
| H2274 | 44.250 b | 31.250 cd | -29.379 |
| Rio grande | 45.625 ab | 33.750 bc | -26.027 |
| Falcon | 46.700 a | 38.250 a | -18.094 |

Nispi büyüme oranlarında ise % 24.698 oranında azalma ile Falcon domates çeşidi diğer çeşitle içinde en az etkilenen olurken, % 86.214 oranında azalma ile Rio Grande domates çeşidi en fazla etkilenen çeşit olmuştur (Çizelge 7). Kuraklık stresinde yaprak büyümesi, yaprak sayısı, gövde çapı, stomaların açılıp kapanması gibi birçok önemli fizyolojik olaylar su potansiyelindeki değişimle doğrudan etkilenmektedir (Blum ve ark. 1986; Özer ve ark. 1997; Asraf ve Foolad 2007; Güneri Bağcı 2010). Kuraklık bitki hücrelerinde bölünme ve büyümeyi azalttığı için büyüme hızının düşmesine ve yaprakların nisbi nem içeriği ile yaprak su potansiyelinin düşmesine neden olmaktadır (Lawlor ve Cornic 2002; Capell ve ark. 2004; Altunlu 2011; Çakmakçı 2009; Sanchez – Rodriguez 2010; Mohawesh 2016; Visentin 2016; Zhou ve ark. 2017). Kuraklık stresinde yaprak oransal su içeriklerinde en az değişim gösteren % 3.679 oranında azalmayla Tokat çeşidi olurken, kuraklık stresinden en fazla etkilenen çeşit ise % 67.961 oranında azalmayla H2274 genotipi olmuştur (Çizelge 8). Domates yapraklarında ise membran

zararlanma indeksine bakıldığında % 9.1005 oranında zarar gören Falcon domates çeşidi olurken, en fazla zarar gören genotip ise % 37.7210 oranında zararlı H2274 domates çeşidi olmuştur (Çizelge 9).

Çizelge 7. Kuraklık stresi sonunda domates genotiplerinin nispi büyüme oranı (%)

| Genotip | Kontrol | Kuraklık | Kuraklık % değişimi |
|------------|-----------|----------|---------------------|
| Lice | 0.5440 c | 0.3945 b | -27.482 |
| Hilvan | 1.0958 ab | 0.2563 b | -76.611 |
| Ahlat | 0.7010 bc | 0.1270 b | -81.883 |
| 986 | 0.6640 bc | 0.2645 b | -60.166 |
| 1134 | 0.4475 c | 0.2545 b | -43.129 |
| Tokat | 0.5738 c | 0.4108 b | -28.407 |
| H2274 | 0.7073 cb | 0.1698 b | -75.993 |
| Rio grande | 1.2063 a | 0.1663 b | -86.214 |
| Falcon | 1.0515 ab | 0.7918 a | -24.698 |

Çizelge 8. Kuraklık stresi sonunda domates genotiplerinin yaprak oransal su içeriği (%)

| Genotip | Kontrol | Kuraklık | Kuraklık % değişimi |
|------------|------------|----------|---------------------|
| Lice | 75.242 edf | 50.164 c | -33.329 |
| Hilvan | 74.878 ef | 47.139 d | -37.045 |
| Ahlat | 86.729 b | 32.476 g | -62.554 |
| 986 | 88.939 a | 40.609 f | -54.340 |
| 1134 | 76.676 de | 44.731 e | -41.662 |
| Tokat | 76.200 de | 73.396 a | -3.679 |
| H2274 | 82.487 c | 26.428 h | -67.961 |
| Rio grande | 77.105 d | 46.260 d | -40.003 |
| Falcon | 73.789 f | 59.186 b | -19.790 |

Çizelge 9 Kuraklık stresi sonunda domates genotiplerinin yaprak membran zararlanma indeksi (%)

| Genotip | MZI |
|------------|-----------|
| Lice | 9.3075 h |
| Hilvan | 28.9165 c |
| Ahlat | 17.1810 d |
| 986 | 35.5155 b |
| 1134 | 11.8265 g |
| Tokat | 14.7405 e |
| H2274 | 37.7210 a |
| Rio grande | 13.4800 f |
| Falcon | 9.1005 h |

Sonuç

Domateste kuraklığa duyarlı ve tolerant genotiplerin tespiti amacıyla bitki yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu, büyüme oranı, yaprak sayısı, gövde çapı, 0-5 görsel skala değerleri, yaprak oransal su içeriği ve yapraklarda membran zararlanma indeksi yapılan çalışmada tolerant ve duyarlı çeşitler arasında ciddi farklar görülmüştür. Çalışmamızda kuraklık stres koşullarında 0-5 görsel skala değerlerinin strese tolerant genotiplerde kontrol grubunun puanı olan sıfıra yakın çıkarak 1.25 puan çıkarken, strese hassas genotiplerde ise 0-5 skala değerinin son rakamı olan 5' e yakın olan 4.750 çıkmıştır. Bitki yaş ve kuru ağırlığı değerleri strese tolerant olan genotiplerin ağırlıkları strese hassas olan genotiplere nazaran daha az ağırlık kaybı olmuştur. Bitki boyu, yaprak sayısı, gövde çapı ve büyüme oranlarına bakıldığında kuraklık stresine tolerant genotiplerin değerleri strese hassas genotiplerin değerlerinden daha iyi çıkmıştır. Yaprak oransal su içeriğine bakıldığında, kuraklık stresine tolerant olan genotipler kuraklık stresine hassas olan genotiplerden daha yüksek oranda çıkmıştır. Yaprak membran zararlanma indeksi ise kuraklık stresine tolerant olan genotipler, strese hassas olan genotiplerden daha düşük çıkmıştır. Çalışmamızın sonunda, domates genotiplerinde kuraklık stresinin etkilerini belirlemek amacıyla uyguladığımız parametrelerin, kuraklık stresine tolerant genotiplerin seçiminde uygun kriterler olduğu bir kez daha kanıtlanmıştır.

Kaynaklar

- Altunlu H (2011). Aşılamanın Domateste Kuraklık Stresine Etkileri (Doktora Tezi, basılmamış). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 98s. İzmir.
- Asraf M, Foolad MR (2007). Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59:206-216.
- Blum K, Lohmann B, Taute E (1986). Angular distribution and polarisation of Auger electrons. *Journal of Physics B: Atomic and Molecular Physics*, 19(22): 3815.
- 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.
- Çakmakçı R (2009). Stres koşullarında ACC deaminaze üretici bakteriler tarafından bitki gelişiminin teşvik edilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 40 (1): 109-125.
- Gökçay D (2012). Kuraklık Stresi Altında Türk Mercimek (*Lens culinaris*) Çesitlerinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Taraması (Yüksek Lisans Tezi, basılmamış). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Güneri Bağcı E (2010). Nohut Çesitlerinde Kuraklığa Bağlı Oksidatif Stresin Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametrelerle Belirlenmesi (Doktora tezi, basılmamış). Ankara üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, s. 403 Ankara.
- Kabay T (2014) Van Gölü Havzası Fasulyelerinde Kuraklık ve Yüksek Sıcaklığa Tolerant ve Duyarlı Genotiplerin Belirlenmesi (Doktora tezi, basılmamış). Yüzüncü Yıl Ziraat Fakültesi.163. VAN
- Kabay T, Şensoy S.(2016). Kuraklık stresinin bazı fasulye genotiplerinde oluşturduğu enzim, klorofil ve iyon değişimleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 380-395.
- Kaçar B, Katkat B, Öztürk S (2006). Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım. 2.493-533
- Karıpçin MZ (2009) Yerli ve Yabancı Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi (Doktora tezi, basılmamış). Çukurova üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Adana
- Khan SH, Khan A, Litaf U, Shah AS, Khan MA (2015). Effect of Drought Stress on Tomato cv. Bombino. *J Food Process Technol*, 6(465), 2.
- Kıpçak S, Erdinç Ç (2016). Van Gölü Havzası'nda Yetiştirilen Bazı Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Genotiplerinin Tuza Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 421-429.
- Kıran S, Kuşvuran Ş, Özkay F, Ellialtıoğlu Ş (2016). Tuza Tolerant ve Hassas Patlıcan Genotiplerinin Kuraklık Stresi Koşullarında Bazı Morfolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2).
- Kıran S, Özkay F, Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu ŞŞ (2014). Tuz stresine tolerans seviyesi farklı domates genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı özelliklerinde meydana gelen değişimler. *JAFAG* 31 (3), 41-48.
- Kıran S, Kuşvuran Ş, Özkay F, Ellialtıoğlu ŞŞ (2015). Domates, patlıcan ve kavun genotiplerinin kuraklığa dayanım durumlarını belirlemeye yönelik olarak incelenen özellikler arasındaki ilişkiler *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 4, (2) 9-25 20*
- Koç S (2005). Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. (Yüksek Lisans Tezi, basılmamış) 87 Sayfa.*
- Kuşvuran S, Yasar F, Abak K, Ellialtıoğlu S (2008). Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis sp.*'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18 (1), 13-20.
- Kuşvuran Ş (2010). Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleranslı Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar (Doktora tezi, basılmamış). *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü s. 356, Adana.*
- Kuşvuran S, Abak K (2012) Kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 28-5. Adana
- Lawlor DW, Cornic D (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell and Environment*, 25: 2 275-294.
- Leskovar DI, Cantliffe DJ (1992). Pepper seedling growth response to drought stress and exogenous abscisic acid. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(3), 389-393.
- Mohawesh O (2016). Utilizing deficit irrigation to enhance growth performance and water-use efficiency of eggplant in arid environments. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18(1), 265-276.

- Özer H, Karadoğan T, Oral E (1997). Bitkilerde su stresi ve dayanıklılık mekanizması Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (3): 488-495, Erzurum
- Riccardi M, Pulvento C, Patanè C, Albrizio R, Barbieri G (2016). Drought stress response in long-storage tomatoes: Physiological and biochemical traits. 25-35
- Sahin U, Kuslu Y, Kiziloglu FM, Cakmakci T (2016). Growth, yield, water use and crop quality responses of lettuce to different irrigation quantities in a semi-arid region of high altitude. *Journal of Applied Horticulture*, 18(3): 195-202.
- Sanchez-Rodriguez E, Rubio-Wilhelmi M, Cervilla LM, Blasco B, Rios JJ, Rosales MA, Ruiz J M (2010). Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178(1), 30-40.
- Visentin I, Vitali M, Ferrero M, Zhang Y, Ruyter-Spira C, Novák O, Cardinale F (2016). Low levels of strigolactones in roots as a component of the systemic signal of drought stress in tomato. *New Phytologist*, 212(4), 954-963.
- Zhou R, Yu X, Ottosen CO, Rosenqvist E, Zhao L, Wang Y, Wu Z (2017). Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress. *BMC plant biology*, 17(1), 24.