

DOMATESTE KURAKLIK STRESİNİN BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELERE ETKİSİ

Sultan DERE^{1*}, Hayriye Yıldız DAŞGAN²

¹Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt; ORCID: 0000-0001-5928-1060

²Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0003-4578-5553

ÖZ

Kuraklık stresi en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Domateste kuraklık stresinin neden olduğu verim ve kalite kayıplarını azaltmak için yapılan çalışmalar önem arz etmektedir. Çalışma 10 domates genotipi ve şahit olarak 2 domates çeşidi kullanılarak 2017-2018 yılı ilkbahar-yaz sezonunda açık alanda kuraklık stresinin etkisi belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Uygulama olarak %100 tam sulama (kontrol) ve %50 su kısıtlaması yer almaktadır. Domates genotip ve şahit çeşitlerin tam sulama ve su kısıtı şartlarında membran zararlanma indeksi, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği, ozmotik potansiyel, SPAD, yaprak sıcaklığı, yaprak alanı, yaş ve kuru ağırlık parametreleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda membran zararlanma indeksi en düşük 2.89 ile Tom-139 genotipinde görülmüştür. Stoma iletkenliği yüzde değişimi en düşük -1.78 ile Tom-225 genotipinde, en yüksek ise -87.16 ile Tom-29'da görülmüştür. Yaprak su potansiyeli yüzde değişimi en yüksek 234.12 ile Tom-21'de belirlenmiştir. Ozmotik potansiyel en yüksek kuraklık stresinde Falcon çeşidinde, en yüksek yüzde değişim ise Rio Grande çeşidinde görülmüştür. Yeşil aksam kuru ağırlık yüzde değişimi en yüksek Tom-139 genotipinde 53.79 olarak belirlenmiştir. Yaprak sıcaklığı yüzde azalışı en yüksek -15.89 ile Tom-230 genotipinde bulunmuştur. Sonuç olarak yapılan analiz ve ölçümler sonucunda domates genotipleri ve şahit çeşitler arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, fizyoloji, abiyotik stres, domates

THE EFFECT OF DROUGHT STRESS ON SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN TOMATO

ABSTRACT

Drought stress is one of the most important abiotic stress factors. Studies to reduce yield and quality losses caused by drought stress in tomatoes are important. The study was carried out to determine the effect of drought stress in the open field in the spring-summer season of 2017-2018, using 10 tomato genotypes and 2 tomato varieties as witnesses. The application includes 100% full irrigation (control) and 50% water restriction. Membrane damage index, stomatal conductivity, leaf water potential, leaf proportional water content, osmotic potential, SPAD, leaf temperature, leaf area, fresh and dry weight parameters of tomato genotype and witness varieties were investigated under full irrigation and water restriction conditions. As a result of the study, the lowest membrane damage index was observed in Tom-139 genotype with 2.89. The lowest percentage change in stomatal conductivity was observed in Tom-225 genotype with -1.78, and the highest in Tom-29 with -87.16. The highest percentage change in leaf water potential was determined in Tom-21 with 234.12. The highest osmotic potential was observed in Falcon variety under drought stress, and the highest percentage change was observed in Rio Grande variety. The highest percentage change in dry weight was determined as 53.79 in Tom-139 genotype. The highest percentage decrease in leaf temperature was found in Tom-230 genotype with -15.89. As a result of the analysis and measurements, it was determined that there were differences between tomato genotypes and witness varieties.

Keywords: Drought, physiology, abiotic stress, tomato

GİRİŞ

Bitkilerde verim ve kalite kayıplarına neden olan ve tüm dünyayı etkisi altına alan küresel ısınma, beraberinde iklim değişikliğini de getirmektedir. Dünya nüfusunun 2050 yılında 9 milyara ulaşmasının beklendiği ve gıda üretiminin günümüze kıyasla %38 daha fazla olması gerektiği bildirilmiştir [75]. Üretimin artırılması için ekilebilir alanların artırılmasının imkânsız olduğu günümüzde, mevcut

alanlarda da abiyotik stres kaynaklı verim kayıplarının %50-70'e ulaştığı bildirilmiştir [50].

Bitkiler, içinde bulundukları çevreye uyum sağlamadıkları durumlarda stres yaşarlar [15]. Stres, bitki büyüme ve gelişiminde olumsuz etkiler meydana getirmekte ve verim kaybına neden olmaktadır [8]. Bitkilerde strese neden olan abiyotik ve biyotik stres kaynakları mevcuttur. Abiyotik stres kaynakları içerisinde kuraklık, sıcaklık, radyasyon, sel, makineler, elektrik, manyetik alan, rüzgâr, fiziksel stres, hava kirliliği, allelokimyasallar,

*Sorumlu yazar / Corresponding author: sultan.dere@siirt.edu.tr

besinler (inorganik maddeler), pestisitler, toksinler, tuzlar, toprak pH'sı kimyasal stres faktörlerini oluştururken, rekabet, allelopati, simbiyosis, insan tahribi, hastalık etmenleri, böcekler ise biyotik stresi oluşturmaktadır [49, 35].

Dünyada, ekilebilir alanların %26'sını etkisi altına alan kuraklık, üretimi sınırlandıran en büyük abiyotik stres faktörüdür. Kuraklık stresinde yaprak büyümesi, stomaların açılıp kapanması gibi birçok önemli fizyolojik olaylar su potansiyelindeki değişimle doğrudan etkilenebilmektedir [11, 57, 9, 34]. Bitkilerde kuraklık stresinin neden olduğu su eksikliği, stomaların kapanmasına neden olmaktadır. Kuraklık bitki hücrelerinde bölünme ve büyümeyi azalttığı için büyüme hızının düşmesine ve yaprakların nisbi nem içeriği ile yaprak su potansiyelinin düşmesine neden olmaktadır [47, 17, 21]. Su eksikliği, turgor basıncının düşmesi ile başlayıp, bitkinin transpirasyon ile su kaybının, köklerden alınan su miktarından fazla olması sonucunda ortaya çıkan bitki dokularındaki su dengesizliği durumudur. Metabolizma ve enzim yapısının bütünüyle hasarlanması sonucu, bitki gelişimi için gerekli olan suyun alınamaması durumunda ise bitkilerde kuruma meydana gelmektedir [38, 49, 70, 71]. Kuraklık sonucu ortaya çıkan su eksikliği, insan hayatını ve ekonomik malları etkilediği için sosyoekonomik kuraklıkla ilişkilendirilmektedir [39].

Domates dünyada ve ülkemizde en çok yetiştirilen ve tüketilen bir bahçe bitkisi türüdür. Domatesin tüketimini artıran faktörlerin başında, hem taze hem de işlenerek değerlendirilmesi gelmektedir. Domates dünya üzerinde her mutfağın vazgeçilmez rengi ve lezzetidir. Domatesin içeriğinde %93-95 su, %5-7 oranında inorganik bileşikler, proteinler, selüloz, pektin, polisakkaritler gibi alkolde çözünmeyen katı maddeler, sitrik ve malik asit gibi organik asitler, lipitler ve karotenoidlere sahiptir [61, 31]. Türkiye domates üretimi bakımından söz sahibi bir ülke olup; %7.2'lik pay ile Çin, Hindistan ve Amerika'dan sonra 4. sırada yer almaktadır. Dünya üretimi yaklaşık 186 milyon ton olan domatesin 2020 yılı Türkiye üretimi yaklaşık 13.2 milyon tondur [7].

Türkiye'nin iklim değişikliğinin etkileriyle mücadele edebilmesi, belirsizliklerin ve ortaya çıkabilecek olası olumsuz etkilerin azaltılması ve bu yönde stratejilerin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda tarımda bitkisel üretimde, kuraklığa toleran/dayanıklı bitki genotiplerinin seçilmesi, bu konuda güvenilir-uygulanabilir yöntem ve tekniklerin geliştirilmesi, ıslah hatlarının/ materyallerinin oluşturulması, tanımlanması ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi yolunda mesafe alınması önemli bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır [24].

Tüm bu nedenler ışığında domates genotip ve çeşitlerinde kuraklık stresinin bazı fizyolojik parametrelere etkisinin ortaya çıkarılması çalışmamızın amacıdır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Deneme Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait deneme alanında, açık arazide 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Denemede kullanılan domates genotipleri Ç.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri bölümüne ait gen havuzundan seçilmiştir. Denemede kullanılan Tom-225, Tom-230 ve Tom-232 genotipleri daha önceki yıllarda yapılan kuraklık denemelerinde Tayvan'da bulunan "Uluslararası Asya Sebzeçilik Araştırma ve Geliştirme Merkezi (AVRDC)"nden temin edilip, Ç.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri bölümüne ait gen havuzuna dahil edilmiştir. Birinci yıl bölümün domates gen bankasında bulunan 10 adet domates genotipi ve özel firmalardan temin edilen 2 adet şahit domates çeşidi Falcon (sofralık) ve Rio Grande (sanayilik) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Bu durumda, ilk yıl toplamda 12 adet domates genotip/çeşidi ile çalışılmıştır. İkinci yıl ise 9 adet domates genotipi ve 2 adet şahit domates çeşit olmak üzere toplam 11 adet domates genotip/çeşit ile açık arazide deneme yürütülmüştür (Çizelge 1). İkinci yıl Tom-139 genotipinin çıkarılma nedeni, bu genotipin tohum miktarı ile ilgili sıkıntılardan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılmış olan domates genotip ve çeşitler

Table 1. Tomato genotypes and cultivars used in the study

Genotip Kodu / Genotype Code
Tom-14
Tom-21
Tom-27
Tom-29
Tom-139**
Tom-145
Tom-148
Tom-225*
Tom-230*
Tom-232*
Şahit Çeşitler
Falcon
Rio Grande

*AVRDC'den gelen domates materyali, **: İkinci yıl denemeden çıkarılan domates materyali

Metot

Birinci yıl denemesi için domates fidelerini elde etmek üzere domates tohumları 17/02/2017 tarihinde, ikinci yıl denemesi için 17/02/2018 tarihinde (2:1

oranında torf:perlit karışımı içeren) viyollere ekilmiştir. Deneme alanından, dikimden önce toprak örneği alınarak bitki besin maddeleri ve tekstür bakımından analiz ettirilmiştir (Çizelge 2, 3).

Çizelge 2. Bitki dikiminden önce deneme alanından alınan toprak örneğinin birinci yıl analiz sonuçları

Table 2. First year analysis results of the soil sample taken from the experimental area before planting

Analiz Adı	Birimi	Metot	Sonuç	Yorum
PH	-	Saturasyon çamuru	7.65	Hafif Alkali
EC	ds/m	Saturasyon çamuru	0.21	Tuzsuz
CaCO ₃ (Kireç)	%	Kalsimetre	24.143	Çok Kireçli
Organik Madde	%	W.Black	0.513	Çok Az
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg/da	Askorbik asit	27.71	Çok Yüksek
Potasyum (K ₂ O)	kg/da	A.Asetat-ICP	376.29	Yüksek
Kalsiyum (Ca)	mg/kg	A.Asetat-ICP	8132	Fazla
Magnezyum (Mg)	mg/kg	A.Asetat-ICP	940.7	Fazla
Bakır (Cu)	mg/kg	DTPA-ICP	1.014	Yeterli
Demir (Fe)	mg/kg	DTPA-ICP	0.395	Orta
Çinko (Zn)	mg/kg	DTPA-ICP	1.254	Yeterli
Mangan (Mn)	mg/kg	DTPA-ICP	0.824	Çok Az
Tuz	%	1:2.5	0.0245	Tuzsuz
Bünye	%	Saturasyon çamuru	61	Killi-Tınlı

Çizelge 3. Bitki dikiminden önce deneme alanından alınan toprak örneğinin ikinci yıl analiz sonuçları

Table 3. Second year analysis results of the soil sample taken from the experimental area before planting

Analiz Adı	Birimi	Metot	Sonuç	Yorum
pH	-	Saturasyon çamuru	7.58	Hafif Alkali
EC	ds/m	Saturasyon çamuru	0.21	Tuzsuz
CaCO ₃ (Kireç)	%	Kalsimetre	22.013	Fazla Kireçli
Organik Madde	%	W.Black	0.427	Çok Az
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg/da	Askorbik asit	22.61	Çok Yüksek
Potasyum (K ₂ O)	kg/da	A.Asetat-ICP	311.52	Yüksek
Kalsiyum (Ca)	mg/kg	A.Asetat-ICP	8132	Fazla
Tuz	%	1:2.5	0.028	Tuzsuz
Bünye	%	Saturasyon çamuru	73	Killi

Çalışma 2 uygulama şeklinde kurulmuştur. Bunlardan birisi kontrol olarak düşünülen ve tam sulanan parseller, diğeri su kısıtı yapılan ve kontrolün %50'si kadar sulanan kuraklık parselleridir. Kuraklık uygulanacak parsellerde, domates için verim azalmasının en az olduğu, ancak meyve kalitesinin arttığı Patanè ve Cosentino [58] ve Patanè ve ark. [59]'e göre; çiçeklenmeye kadar %100 sulama ve çiçeklenmeden sonra %50 kısıtlı sulama uygulanmıştır. Çalışmada domates bitkilerinin beslenmesi her 2 uygulamada da eşit olarak yapılmıştır. Bunun için Günay [33]'ın bildirdiği şekilde dekara saf olarak 16 kg N, 5 kg P₂O₅, 23 kg K₂O, 10 kg CaO ve 12 kg MgO uygulanmıştır. Domates bitkilerinin mikro besin elementleri gereksinimi ise her 2 haftada bir komple bir mikro element gübresi ile Fe, Mn, Zn, Cu, B ve Mo

gereksinimleri karşılanmıştır. Ayrıca gerektiğinde damlamadan veya yaprakdan organik madde içerikli humik ve fulvik asit içeren gübrelere üretim desteklenmiştir. Birinci yıl denemesine 78 gün, ikinci yıl denemesine 68 gün kuraklık stresi uygulanmış ve deneme sonlandırılmıştır.

Her iki yıl denemesi de tesadüf blokları deneme deseninde, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir. Birinci yıl denemesinde her blokta 12 adet genotip, ikinci yıl denemesinde ise 11 adet genotip yer almıştır. Domatesler dikilirken, sıra arası 120 cm ve sıra üzeri 50 cm olarak düzenlenmiş, dikim yoğunluğu birinci yıl 960 bitki/da, ikinci yıl 880 bitki/da olmuştur. Araziye dikilen domates fideleri su stresi uygulamasında da çiçeklenmeye kadar kontrol bitkileri gibi optimum düzeyde sulanmıştır. Su kısıtlaması ile yapay olarak stres oluşturulacak parsellerde, çiçeklenmeden sonra kontrolün yarısı kadar kısıtlı sulama uygulamasına başlanmıştır.

Günlük olarak buharlaşma kazanından (Class Apan) okunan buharlaşma değerlerine göre bitkilere uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$$IR = A \times E \text{ pan} \times kcp \times P \quad (1)$$

IR: Uygulanan su miktarı (m³)

A: Parsel büyüklüğü (da)

E pan: Buharlaşma miktarı (mm)

kcp: Bitkinin (domates) katsayısı (0.80)

P-örtü: Bitki örtüsü (%)

P-örtü: Bitki taç genişliği (cm) / Sıra aralığı (cm)

Denemede, kontrol tam sulama yapılan bitkilere verilen sulama suyu miktarı bu formül yardımıyla belirlenmiştir. Kuraklık uygulaması, bunun yarısı kadar su olmuştur.

Çalışmanın birinci ve ikinci yılında yaprak stoma geçirgenliği, yaprak hücrelerinde membran zararlanması, yaprak su potansiyeli, yaprak alan indeksi, bitki yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi parametreleri incelenirken, yaprak ozmotik potansiyeli, yaprak oransal su içeriği, kloroz durumu, yapraklarda SPAD metre okuması ve yaprak sıcaklığı parametreleri sadece ikinci yıl incelenmiştir.

Bitkide yapılan ölçüm ve analizler

•Yaprak Stoma Geçirgenliğinin Belirlenmesi (mmol m⁻²s⁻¹): Yapraklarda stomalardan gaz geçişi mmol m⁻²s⁻¹ birimi olarak Delta T Devices marka AP4 model taşınabilir porometre kullanılarak ölçülmüştür.

•Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanması (%): Bitki yapraklarında stres durumunda, hücrelerden dışarıya verilen elektrolitlerin EC metre ile ölçülmesiyle, membran zararlanma indeksi (MII)

hesaplanmıştır [28, 30]. Aşağıdaki formül kullanılarak kontrole göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Membran Zararlanma İndeksi} = \frac{(L_t - L_c)}{(1 - L_c)} \times 100 \quad (2)$$

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

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

•Yaprak Su Potansiyeli (MPa): Yapraklar su potansiyeli bar cinsinden belirlenmiş ve sonra MPa birimine çevrilmiştir.

•Yaprak Ozmotik Potansiyelinin Belirlenmesi (MPa): Donma noktası esasına göre Cryoscopic marka ve Osmomat 030 model ozmometre cihazında okuma yapılmıştır. Okumalar Osmol/ kg olarak cihazdan okunup kaydedildikten sonra, bu değerler MPa birimine dönüştürülmüştür [25].

•Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi: Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) Sánchez ve ark. [65] ve Türkan ve ark. [73]’e göre yapılmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlık verileri, aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$\text{YOSİ} = \frac{(T_A - K_A)}{(T_{uA} - K_A)} \times 100 \quad (3)$$

T_A: Taze ağırlık,

K_A: Kuru ağırlık,

T_{uA}: Turgor ağırlığı

•Kloroz Durumunun Belirlenmesi İçin Yapraklarda SPAD Metre Okuması: Minolta SPAD metre cihazı ile okumalar gerçekleştirilmiştir [25].

•Yaprak Sıcaklığı (°C): Yaprak sıcaklıkları bir infrared termometre yardımı ile °C cinsinden ölçülmüştür.

•Yaprak Alan İndeksi (cm²): Çeşit ve genotiplerin tüm uygulama ve tekerrürlerinde eşit miktarda aynı yaş ve aynı sayıda yaprak alınmıştır. Birim alana düşen yaprak alanı (yaprak alanı/cm²) olarak ifade edilen “Yaprak Alan İndeksi” (LAI: Leaf Area Index), Licor marka LAI-220 (Plant canopy analyser) cihazı ile ölçülmüştür.

•Bitki Yeşil Aksam Yaş ve Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi (g bitki⁻¹): Bitkiler kök boğazından makas ile kesilerek yaş iken tartılmış ve etiketlenmiş hava alabilen torbalara konularak kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örnekler tartılarak kuru ağırlık kaydedilmiş, sonra da % kuru madde üretimi hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Membran Zararlanma İndeksi (%)

Denemenin birinci ve ikinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu yaprakta membran zararlanması açısından ortaya

çıkan değişimler Çizelge 4 ve 5’te gösterilmiştir. Birinci yıl denemesinde domates bitkilerinin yaprakta membran zararlanması değerleri, tolerant genotiplerde ortalama 9.80, şahit çeşitlerde ise 9.25 düzeyinde belirlenmiştir. İkinci yıl denemesinde domates bitkilerinin yaprakta membran zararlanması değerleri tolerant genotiplerde ortalama 9.91, şahit çeşitlerde ise 9.23 düzeyinde belirlenmiştir. Membran zararlanması değerleri ne kadar büyükse, hücre membranlarının zararlanması ve bozulması da o kadar büyüktür. Kuraklık stresine tolerant genotipler ve şahit çeşitler arasında membran zararlanma indeksi açısından farklılıkların olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Birinci yıl denemesinde kuraklık stresinden en az etkilenen genotipin Tom-139 olduğu, en fazla etkilenen genotipin ise Tom-27 olduğu görülmektedir. Birinci yıl denemesinde kuraklık stresinden en az etkilenen genotipin Tom-145 olduğu, en fazla etkilenen genotipin ise ilk yılda olduğu gibi Tom-27 olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Birinci yıl domates şahit çeşit ve genotiplerin kontrol koşullarına göre kuraklık stresinde ortalama membran zararlanma indeksi % değişim oranları

Table 4. Mean membrane damage index % change rate in drought stress of tomato witness cultivars and genotypes in the first year according to control conditions

Genotip Genotype	Membran zararlanma indeksi (%) Membrane damage index (%)
Tom-14	8.84 d-f
Tom-21	10.06 c-e
Tom-27	14.40 a
Tom-29	9.11 d-f
Tom-139	2.89 g
Tom-145	6.59 f
Tom-148	11.44 a-d
Tom-225	12.76 a-c
Tom-230	13.54 ab
Tom-232	8.38 d-f
Tolerant ortalaması	9.80
Falcon	10.48 b-e
Rio Grande	8.02 ef
Şahit ortalaması	9.25
LSD 0.01	3.39**

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant

Bitkilerde membran zararlanması, hücre membranlarının bütünlüğünün zarar görmesi ve seçiciliğin kaybolması olarak tanımlanmanın yanında, hücre içi ve dışı ozmotik uyumsuzluktan dolayı iyon dengesizliği olarak da ifade edilmektedir [53]. Membran stabilite endeksi, hasarın yüzdesini ölçer ve zarar kuraklık stresinde hayatta kalma kabiliyetini açıklar. Su stresi hücre zarı

geçirgenliğinde değişikliklere neden olur [5]. Katarzania ve ark. [41], kimyon genotiplerinin kuraklık stresine toleransını belirlemek için yaptıkları çalışmada, membran zararlanması bakımından düşük değerler alan Bayreuth (%4.2), Ulm (%4.4), Cluj (%5.5), Lousanne (%6.8) genotiplerinin ve Knczewicki çeşidinin (%6.2) kuraklığa dayanıklılık için yapılacak ıslah çalışmalarda kullanılmasını önermişlerdir. Akhoundnejad (2011), farklı domates genotiplerinin su stresinde membran zararlanma oranının %50 su kısıtlaması uygulamasında %5.53 iken, %25 sulama uygulamasında %15.81 seviyesinde olduğunu bildirmiştir. Aghaie ve ark. [1], hafif ve şiddetli kuraklık stresi uygulanan domates çeşitlerinde, elektrolit akıntısındaki artışın daha fazla olduğu çeşitlerin kuraklığa daha hassas olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmaların sonuçları ve yaptığımız çalışmanın sonuçları birbirini desteklemektedir.

Çizelge 5. İkinci yıl domates şahit çeşit ve genotiplerin kontrol koşullarına göre kuraklık stresinde ortalama membran zararlanma indeksi % değişim oranı

Table 5. Mean membrane damage index % change rate in drought stress of tomato witness cultivars and genotypes in the second year according to control conditions

Genotip Genotype	Membran zararlanma indeksi (%) Membrane damage index (%)
Tom-14	8.36 b-d
Tom-21	6.40 d
Tom-27	14.17 a
Tom-29	8.99 b-d
Tom-145	6.22 d
Tom-148	11.15 a-c
Tom-225	12.13 ab
Tom-230	13.46 a
Tom-232	8.36 b-d
Tolerant ortalaması	9.91
Falcon	7.34 cd
Rio Grande	11.12 a-c
Şahit ortalaması	9.23
LSD 0.01	4.16**

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

**Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant

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 [44]. Domateste uygulanan su stresi çalışmasında verim ve meyve kalitesinin düşmesine neden olurken, yaprak oransal

su içeriğinin tolerant çeşitlerde iyi çıktığı belirtilmektedir [64].

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Stoma İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Su kaybı açısından stomaların kapalı olması önemli olmasına rağmen, bu durum stomalardan içeriye giren CO_2 'nin azalmasına ve bunun sonucunda da fotosentezin azalmasına neden olmaktadır. Bitkilerde içsel hava boşlukları ve dışsal atmosfer arasındaki bağlantı stomalar tarafından sağlanmaktadır. Bitkilerde kuraklık stresinde CO_2 konsantrasyonunun olumsuz etkilenme nedeni, stoma düzenindeki bozulmalardır. Bitkiler kuraklık stresinde stomalarını kapatarak transpirasyonu yani su kaybını azaltır ancak stomaların kapanması CO_2 girişinin azalmasına neden olur ve bunun sonucunda da fotosentez olumsuz etkilenir [20]. Akhoundnejad [2], domates genotiplerinde %100 tam sulama, %50, %25 kısıtlı sulama uygulamalarında stoma iletkenliğinin, %100 sulama uygulamasında ortalama $1499.70 \text{ mmol/m}^2/\text{s}$ iken, %50 sulama uygulamasında ortalama $386.59 \text{ mmol/m}^2/\text{s}$ ve %25 sulama uygulamasında ortalama $166.62 \text{ mmol/m}^2/\text{s}$ olduğunu bildirmişlerdir. Su stresinin domates bitkilerinde su kısıtlaması arttıkça artmakta ve stoma iletkenliği de azalmaktadır. Domates genotiplerinde su stresinde stoma iletkenliğini yüksek tutan genotiplerin, kuraklık stresine tolerans açısından önemli olacağı düşünülmektedir. Kuraklık stresinde stomalarını dengede tutabilen bitkilerin, kuraklık stresine daha toleran olduğu bilinmektedir [51].

Kuraklık stresine toleran genotipler ve şahit çeşitler arasında stoma iletkenliği açısından birinci ve ikinci yılda farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve Çizelge 6 ve 7'de gösterilmiştir. Buna göre, birinci yıl denemesinde domates bitkilerinin stoma iletkenliği değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama $343.25 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, şahit çeşitlerde ise $430.38 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin stoma iletkenliği $111.44 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, şahit çeşitlerin ise $89.00 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında toleran genotiplerde, şahitlere göre ortalama %25.21 stoma iletkenliği artmıştır. Domates genotiplerinin stoma iletkenliği, kontrol bitkilerine kıyasla %64.61 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %79.32 azalış olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresinden Tom-145 genotipinde stoma iletkenliğinde artış görülmüştür. Bu durumun su kaybını arttırabileceği düşünülmektedir. Kuraklık stresinde stoma iletkenliğini kontrol edebilen genotiplerin önemlidir ve diğer fizyolojik parametrelerle birlikte bu parametrenin dengede olması esastır. Kuraklık

stresinde stoma iletkenliğinde bakımından en iyi durumda olan genotip Tom-148, en fazla etkilenen genotip ise Tom-29 olmuştur.

Çizelge 6. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama stoma iletkenliği değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 6. Mean stomatal conductivity values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (mmol m ⁻² s ⁻¹) Control	Stres (mmol m ⁻² s ⁻¹) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	187.87 e	82.67 d	-55.99
Tom-21	342.50 cd	109.25 a-d	-68.10
Tom-27	313.75 d	132.25 a-c	-57.85
Tom-29	855.00 a	109.75 a-d	-87.16
Tom-139	313.50 d	144.50 ab	-53.91
Tom-145	110.75 e	149.50 a	34.99
Tom-148	132.50 e	94.75 cd	-28.49
Tom-225	150.25 e	83.00 d	-44.76
Tom-230	400.00 c	74.75 d	-81.31
Tom-232	343.25 cd	134.00 a-c	-60.96
Tolerant ortalaması	314.94	111.44	-64.61
Falcon	335.75 cd	77.00 d	-77.07
Rio Grande	525.00 b	101.00 b-d	-80.76
Şahit ortalaması	430.38	89.00	-79.32
LSD 0.01, 0.05	84.80**	45.22*	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 ve %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 and 0.05 level; N.S.: Nonsignificant

Denemenin ikinci yılında, domates bitkilerinin stoma iletkenliği değerleri kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 227.67 mmol m⁻²s⁻¹, şahit çeşitlerde ise 336.63 mmol m⁻²s⁻¹ düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin stoma iletkenliği 106.11 mmol m⁻²s⁻¹, şahit çeşitlerin ise 99.63 mmol m⁻²s⁻¹ seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %6.5 stoma iletkenliği artmıştır. Domates genotiplerinin stoma iletkenliği kontrol bitkilerine oranla %53.39 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %69.69 azalış olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresinde stoma iletkenliği açısından en iyi durumda olan genotip Tom-225 en fazla etkilenen genotipin ise ilk yılda olduğu gibi Tom-29 olmuştur.

Sibomana ve ark. [67], domateste toprak nem eşiği seviyesinin %100 PC, %80 PC, %60 PC ve %40 PC uygulamalarına baktıklarında, iyi sulama yapılmış uygulamada stoma iletkenliğinin 228 mmol m⁻²s⁻¹ iken, %40 PC su uygulamasında düşerek 94 mmol/

m²s⁻¹ olduğunu tespit etmişleridir. Daşgan ve ark. [23], kuraklık stresi altında domates bitkilerinin genç ve olgun bitki aşamasında stoma iletkenliğinin bilinmesinin, kuraklığa dayanıklılığı belirlemede önemli olduğunu belirtmişlerdir. Cantore ve ark. [16], domateste uygulanan kısıtlı sulama ve strobilurin uygulama etkileşiminin kök bölgesi toprak nemi mevcudiyeti çeşitliliğini etkilediğini, farklı sulama uygulamaları için büyüme mevsiminde bitki su statüsünü değiştirdiğini ve artan toprak su açığının stomatal iletkenliğini azalttığını tespit etmişleridir.

Çizelge 7. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama stoma iletkenliği değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 7. Mean stomatal conductivity values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (mmol m ⁻² s ⁻¹) Control	Stres (mmol m ⁻² s ⁻¹) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	305.25 c	95.50 de	-68.71
Tom-21	219.25 d	113.25 bc	-48.35
Tom-27	167.50 de	141.25 a	-15.67
Tom-29	390.75 ab	106.50 cd	-72.74
Tom-145	97.00 f	80.75 e	-16.75
Tom-148	117.75 ef	44.25 f	-62.42
Tom-225	126.50 ef	124.25 ab	-1.78
Tom-230	205.00 d	111 b-d	-45.85
Tom-232	420.00 a	138.25 a	-67.08
Tolerant ortalaması	227.67	106.11	-53.39
Falcon	347.50 bc	100.50 cd	-71.08
Rio Grande	325.75 c	98.75 cd	-69.69
Şahit ortalaması	336.63	99.63	-70.41
LSD 0.01, 0.05	59.07**	45.21*	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 ve %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 and 0.05 level; N.S.: Nonsignificant

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yaprak Su Potansiyeli (MPa)

Kuraklık stresinde, bitkilerde büyümenin yavaşlamasının nedeni olarak bitki hücrelerinde yaşanan su kaybıyla birlikte turgor kaybının oluşması gösterilmiştir [49]. Nispi su içeriğinin, bitki su durumunu belirlemek için önemli ve yaygın kullanılan bir parametre olduğu bilinmektedir (Siddique ve ark., 2000). Bitkinin su içeriğini koruması, strese karşı dirençte kritik bir strateji olarak sunulmaktadır [64].

Kuraklık stresine tolerant genotipler ve şahit çeşitler arasında yaprak su potansiyeli açısından kontrolde farklılıkların istatistiksel olarak önemli

olduğu ancak stres uygulamasında önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 8). Buna göre, domates bitkilerinin yaprak su potansiyeli değerleri kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama -0.44 MPa, şahit çeşitlerde ise -0.54 MPa düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte, genotiplerin yaprak su potansiyeli -0.90 MPa, şahit çeşitlerin ise -0.93 MPa seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %3.22 yaprak su potansiyeli azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak su potansiyeli kontrol bitkilerine oranla %106.05 oranında artış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %71.99 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak su potansiyeli değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 8. Mean leaf water potential values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (MPa) Control	Stres (MPa) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	-0.47 bc	-0.96	104.38
Tom-21	-0.45 b	-1.02	126.11
Tom-27	-0.47 b	-0.99	111.17
Tom-29	-0.42 b	-0.52	23.81
Tom-139	-0.40 b	-1.03	157.50
Tom-145	-0.29 a	-0.66	126.72
Tom-148	-0.55 cd	-0.67	21.82
Tom-225	-0.43 b	-0.94	119.19
Tom-230	-0.41 b	-1.11	170.73
Tom-232	-0.46 b	-1.06	130.98
Tolerant ortalaması	-0.44	-0.90	106.05
Falcon	-0.60 d	-0.78	30.00
Rio Grande	-0.48 bc	-1.08	124.48
Şahit ortalaması	-0.54	-0.93	71.99
LSD 0.01	0.08**	0.42(Ö.D)	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant

Kuraklık stresine tolerant genotipler ve şahit çeşitler arasında yaprak su potansiyeli bakımından farklılıkların olduğu ve bunun istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 9). Yaprak su potansiyeli değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama -0.23 MPa, şahit çeşitlerde ise -0.32 MPa düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak su potansiyeli -0.63 MPa, şahit çeşitlerin ise -0.80 MPa seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant

genotiplerde, şahitlere göre ortalama %21.25 yaprak su potansiyeli azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak su potansiyeli kontrol bitkilerine oranla %173.23 oranında artış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %151.38 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 9. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak su potansiyeli değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 9. Mean leaf water potential values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (MPa) Control	Stres (MPa) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	-0.19 b	-0.51 b	165.79
Tom-21	-0.21 b	-0.71 e	234.12
Tom-27	-0.20 b	-0.58 cd	197.44
Tom-29	-0.26 c	-0.57 c	119.42
Tom-145	-0.13 a	-0.40 a	198.11
Tom-148	-0.21 b	-0.63 d	194.12
Tom-225	-0.26 c	-0.78 fg	195.24
Tom-230	-0.32 d	-0.82 fg	160.32
Tom-232	-0.31 d	-0.72 e	134.43
Tolerant ortalaması	-0.23	-0.63	173.23
Falcon	-0.39 e	-0.83 g	114.29
Rio Grande	-0.25 c	-0.77 ef	209.09
Şahit ortalaması	-0.32	-0.80	151.38
LSD 0.01	0.03**	0.06**	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level

Ö.D.: Önemli değil N.S.: Nonsignificant

Zarina domates çeşidinde kuraklık stresinde, K ve Cl birikiminin yüksek olduğu ve bu birikimin LRWC'nin yüksek olmasına katkı sağlayabildiği, bu durumun kuraklığa tolerans için bir kanıt olacağı bildirilmiştir [64]. Karipçin [40], karpuzda kuraklık stresinin şiddeti arttıkça, yaprak su potansiyelini azalttığını bildirmiştir. Akhoundnejad [2], domateste kuraklık uygulamasında kontrol bitkilerinin yaprak su potansiyelinin -0.448 MPa, %50 kısıtlı sulama uygulamasında ortalama -0.702 MPa, %25 sulama uygulamasında ortalama -1.078 MPa olduğu yani kuraklık stresi arttıkça yaprak su potansiyelinin azaldığını tespit etmiştir. Daşgan ve ark. [23], kuraklık stresi altında, domates bitkilerinin genç ve olgun bitki aşamasında önemli olan fizyolojik özelliklerden yaprak su potansiyelinin kuraklığa dayanıklılığı belirlemede bakılacak bir parametre olduğunu belirtmiştir. Kuşvuran ve Daşgan [46], kuraklığa tolerant (Tom-143) ve hassas (Tom-163) olan domates genotiplerinde %50 ve %0 su

uygulamasının kontrole kıyasla RWC'yi azalttığını ve bu azalışın kuraklık stresine hassas olan Tom-163'de daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yaprak Oransal Su İçeriği (%)

Kontrol ve kuraklık stresinde yaprak oransal su içeriği bakımından ortaya çıkan değişimlerin istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 10). Kontrol uygulamasındaki genotiplerde yaprak oransal su içeriği ortalama 92.21, şahit çeşitlerde ise 93.58 düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak oransal su içeriği 87.93, şahit çeşitlerin ise 85.24 seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stres altında tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %3.16 yaprak oransal su içeriği azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak oransal su içeriği %4.64 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %8.91 azalış olarak belirlenmiştir. Yaprak oransal su içeriği bakımından en yüksek % azalışın meydana geldiği genotip ve çeşitler sırasıyla Tom-148 (%2.48), Tom-29 (%3.35), Tom-145 (%3.66), Tom-27 (%4.00) ve Tom-21 (%4.74) şeklindedir.

Kuraklık stresinde, yaprak su içeriği (YOSİ) önemli bir parametredir [26]. Bitkilerde kuraklık stresinde yaşamsal olayların devam edebilmesi için ozmoregülasyon mekanizması önemlidir ve bitkilerin tam turgor haline, su stresi başlangıcında ozmotik ayarlama ile geçebilirler. Stres artmaya devam ederse, ozmotik ayarlama bir azalış görülebilir [45]. Bitkilerde su stresinde, ilk olarak turgor kaybı yaşanır ve membran yapısı, hücrelerde yaşanan su kaybı nedeniyle değişikliğe uğrar. Hücre duvarından plazma membranı ayrılır, plazmoliz meydana gelir ve gerilim sonucu plazma membranında yırtılmalar meydana gelir. Bunun sonucunda da, hücre ölümü gerçekleşir [45, 38]. Kuraklık stresine bitkilerin cevabı büyümede azalış, su potansiyelinde azalış ve turgor kaybı şeklinde olduğu bildirilmiştir [37]. Bitkilerde plazma membranında çökme sonucu serbest kalan hidrolitik enzimler sitoplazmanın otolizine neden olur ve hücrelerindeki su kaybını etkiler [56, 38]. Bitkilerde regülasyonun devam edememesi ve metabolizmanın bozulmasının sebebi olarak hücrenin su kaybetmesi gösterilmektedir. Membran bütünlüğünün ve protein yapısının bozulma nedeni, su kaybı sonucunda yaşanan iyon birikimidir. Bitkide fotosentez, azot asimilasyonu, protein sentezi ve diğer birçok olay su kaybından olumsuz etkilenmektedir [62]. Egilla ve ark. [29] kuraklık stresinde RWC, turgor potansiyeli ve stoma iletkenliğinin büyük ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. RWC'deki kuraklığın neden olduğu azalma, esas olarak azaltılmış su alımına ve artmış

terlemeye neden olur. Alp ve Kabay [6], kuraklık stresinde, kuraklığa tolerans domates ile hassas olan genotipleri kıyaslandığında, kuraklığa hassas olan genotiplere kıyasla kuraklığa tolerat olan genotiplerin yaprak oransal su içeriğinin daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Khanna-Chopra ve Selote [43], su içeriğini koruyabilen bitkilerin, kuraklığa dayanıklılık açısından iyi olduğunu ve bitki geliştirmede bu bitkilerin kullanılmasının önemli olduğunu bildirmişlerdir. Hassas olan çeşitlerin su stresinde yaprak su içeriğinin daha fazla azalma eğiliminde olduğu rapor edilmiştir. Sánchez-Rodríguez ve ark. [64], kuraklık stresi altında domates çeşitlerinde kuraklığa tolerat çeşitlerin YOSİ değerlerinin, kontrole yakın değerler aldığı bildirilmiştir. Kuraklık stresinde domates çeşitlerinin YOSİ değerinin azaldığı bilinmektedir.

Çizelge 10. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak oransal su içeriği değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 10. Mean leaf relative water content values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (%) Control	Stres (%) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	93.22	88.51	-5.06
Tom-21	91.82	87.46	-4.74
Tom-27	91.80	88.13	-4.00
Tom-29	91.51	88.45	-3.35
Tom-145	92.24	88.86	-3.66
Tom-148	90.39	88.15	-2.48
Tom-225	93.29	87.86	-5.82
Tom-230	93.01	88.48	-4.87
Tom-232	92.62	85.51	-7.67
Tolerant ortalaması	92.21	87.93	-4.64
Rio Grande	93.98	85.58	-8.93
Falcon	93.18	84.90	-8.88
Şahit ortalaması	93.58	85.24	-8.91
LSD 0.05	2.86 Ö.D.N.S	4.69 Ö.D.N.S	

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

^bMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level; N.S.: Nonsignificant

İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Ozmotik Potansiyel (MPa)

Domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulamasında ozmotik potansiyelin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 11). Ozmotik potansiyel değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama -5.75 MPa, şahit çeşitlerde ise

-5.74 MPa düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin ozmotik potansiyeli -6.44 MPa iken şahit çeşitlerin -7.13 MPa seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında, tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %9.68 ozmotik potansiyel azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak ozmotik potansiyeli kontrol bitkilerine kıyasla %12.12 oranında artış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %24.15 olarak belirlenmiştir. Yaprak ozmotik potansiyeli açısından en yüksek % artışın meydana geldiği genotip ve çeşitler sırasıyla Rio Grande (%28.35), Falcon (%20.24), Tom-29 (%20.06), Tom-145 (%14.14) ve Tom-230 (%12.58) şeklindedir.

Çizelge 11. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama ozmotik potansiyel değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 11. Mean osmotic potential values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (MPa) Control	Stres (MPa) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	-5.83 cd	-6.56 cd	12.41
Tom-21	-5.23 a	-5.47 a	4.66
Tom-27	-5.29 ab	-5.95 b	12.57
Tom-29	-5.11 a	-6.14 b	20.06
Tom-145	-5.96 cd	-6.80 de	14.14
Tom-148	-6.20 d	-6.92 de	11.66
Tom-225	-6.14 d	-6.86 de	11.76
Tom-230	-6.20 d	-6.98 e	12.58
Tom-232	-5.77 b-d	-6.32 bc	9.46
Tolerant ortalaması	-5.75	-6.44	12.12
Falcon	-5.95 cd	-7.16 e	20.24
Rio Grande	-5.53 a-c	-7.10 e	28.35
Şahit ortalaması	-5.74	-7.13	24.15
LSD 0.01	0.50**	0.37**	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant

Bitkilerde su noksanlığında ozmotik potansiyel azalmakta ve turgorite kaybı meydana gelmektedir. Bu durumda, bitkide eriyebilir maddeler birikmekte ve yapraklara vakuollerden suyun yanında taşınan ozmotik madde oranında artış olmaktadır. Bitki kök çevresinde ozmotik potansiyel ve su alım mekanizması durumunun ozmoregülasyon olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin kuraklık ve su stresine karşı korunmasında ve yaşamsal olayları devam ettirmesinde, ozmoregülasyon önemlidir [60]. Ozmotik düzenleme, kuraklık stresinde önemli bir

adaptasyon mekanizmasıdır. Moussa ve Abdel-Aziz [52], kuraklığa dayanıklı Giza 2 ve duyarlı olan Trihibrid 321 mısır genotiplerinin kurak koşullar altında değerlendirdiklerinde, dayanıklı genotipin stresin şiddetine göre organik bileşik sentezini ayarladığını ve ozmotik dengeyi korumaya çalıştığını bildirmişlerdir. Akhoundnejad [2], bitkilerde kuraklığa toleransı belirlemede, yaprak su potansiyeli ve ozmotik potansiyelin önemli olduğunu, su potansiyelinin büyük olmasının ancak ozmotik potansiyelin düşük olmasının kuraklığa toleransta önemli olduğunu bildirmişlerdir. Hücredeki suyun fazla olması su potansiyelini arttırmakta ve negatif olan MPa değerini büyütmektedir. Yaprak ozmotik potansiyelinde ise durumun tam tersi yani, negatif olan MPa değeri ne kadar düşük olursa bitki kuraklığa tolerans açısından o kadar iyi bir durumda olacaktır. Domateste farklı genotipler üzerine yapılan kuraklık stresi çalışmasında, kontrol bitkilerinde ozmotik potansiyeli -1.135 MPa iken, %50 kısıtlı sulama uygulamasında -0.927 MPa olduğu, %25 su uygulamasında ise -0.787 MPa olduğu bildirilmiştir.

İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde SPAD Değeri

Denemenin ikinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu SPAD değeri açısından ortaya çıkan değişimler incelenmiş ve Çizelge 12’de gösterilmiştir. Buna göre, domates bitkilerinin SPAD değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 44.95, şahit çeşitlerde ise 54.41 düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin SPAD değeri 48.55, şahit çeşitlerin ise 50.45 seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %3.77 SPAD değeri azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak SPAD değeri kontrol bitkilerine oranla %8.02 oranında artış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %7.28 azalış olarak belirlenmiştir. SPAD değeri açısından en yüksek % artışın ve azalışın meydana geldiği genotip ve çeşitler sırasıyla Tom-21 (%28.09), Tom-230 (%25.36), Tom-14 (%10.87), Tom-145 (%9.12) ve Tom-148 (%8.05)’de artış, Tom-232 (%14.47), Falcon (%7.29) ve Rio Grande (%7.28)’de azalış şeklindedir.

Doku ve organların gelişim durumuna, yaşlanmaya ve çevresel değişimlere göre pigment miktarının değiştiği ifade edilmiştir [13]. Chl içeriğinin kuraklık stresiyle azalmaktadır [10, 27, 19, 36]. Domateste kuraklığa hassas olan çeşitlerde pigment azalışının daha yüksek olmakta ve tolerant olan çeşitlerde ise Chl içeriği daha yüksek olarak gözlemlenmektedir. Kuraklık stresine hassas ve tolerant çeşitlerde karotenoid ve klorofil içerikleri arasında, pozitif bir korelasyon bulunmaktadır [63,

32, 3]. Nicoleta ve Nedelea [55], on iki farklı domates genotipi üzerine üç farklı b1 (%90) bol sulama, b2 (%75) normal sulama, b3 (%60) kısıtlı sulama uygulamasının, domates genotiplerinin çoğunda yüksek klorofil içeriğine, yani 40 SPAD biriminin üzerinde değere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 12. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama SPAD değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 12. Mean SPAD values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (MPa) Control	Stres (MPa) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	41.85 cd	46.40 b-d	10.87
Tom-21	36.58 d	46.85 b-d	28.09
Tom-27	47.03 bc	50.20 a-c	6.75
Tom-29	52.48 ab	53.08 ab	1.14
Tom-145	40.83 cd	44.55 cd	9.12
Tom-148	44.73 b-d	48.33 b-d	8.05
Tom-225	48.53 bc	50.55 a-c	4.17
Tom-230	44.85 b-d	56.23 a	25.36
Tom-232	47.68 bc	40.78 d	-14.47
Tolerant ortalaması	44.95	48.55	8.02
Falcon	57.65 a	53.45 ab	-7.29
Rio Grande	51.18 ab	47.45 b-d	-7.28
Şahit ortalaması	54.41	50.45	-7.28
LSD 0.01, 0.05	9.03**	7.65*	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 ve %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 and 0.05 level; N.S.: Nonsignificant

Domates fidelerinin optimum, kısıtlı sulama uygulamasında SPAD birimleri arasındaki farkların, fazla sulama olan uygulamaya göre, 0.3 ve 3.4 SPAD birimleri arasında değişen farklılıklar ile azaldığı tespit edilmiştir. Sivakumar ve Srividhya [68], domates genotiplerine uygulanan %100 sulama ve %50 sulama düzeyinin, domates genotiplerinde SPAD değerlerinde azalışa neden olduğunu rapor etmişlerdir. Kuraklığa hassas olan genotiplerde SPAD değeri kuraklık stresinde daha fazla azalış gözlenmekte, daha tolerant olan genotiplerin SPAD değeri ise daha az düşüş göstermektedir. Bohalima [12], MSC50 domates çeşidine uygulanan %25, %50 ve %75 kuraklık stresinin; toplam karotenoid, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil içeriğinde artış meydana getirdiğini bildirmiştir. %50 kuraklık stresinde SC2121 domates çeşidinde; toplam karotenoid, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Kuşvuran ve Daşgan [46], kuraklığa tolerant (Tom-143) domates

genotipinde; %50 su kısıtlamasının klorofil içeriğini, kontrole kıyasla az da olsa arttırdığını, %0 su uygulamasının ise klorofil içeriğini azalttığını bu azalışın %5-8 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Kuraklığa hassas olan domates genotipinin (Tom-163) kontrolünde, klorofil içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İkinci Yıl Denemesinde Yaprak Sıcaklığı Değeri (°C)

Kuraklık stresine ilk tepkilerden biri, radyasyon emiliminin meydana gelmesi ve transpirasyonun engellenmesiyle bitkilerde yaprak sıcaklığının artışıdır [14, 18].

Çizelge 13. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak sıcaklığı değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 13. Mean leaf temperature values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (MPa) Control	Stres (MPa) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	36.45 ab	32.28	-11.45
Tom-21	36.53 ab	31.65	-13.35
Tom-27	35.28 b	31.95	-9.43
Tom-29	37.65 ab	32.10	-14.74
Tom-145	38.43 a	32.48	-15.48
Tom-148	37.03 ab	32.30	-12.76
Tom-225	36.83 ab	32.10	-12.83
Tom-230	38.23 a	32.15	-15.89
Tom-232	37.00 ab	32.10	-13.24
Tolerant ortalaması	37.04	32.12	-13.29
Falcon	32.48 c	33.13	2.00
Rio Grande	32.68 c	32.28	-1.22
Şahit ortalaması	32.58	32.70	0.38
LSD 0.01	2.51**	1.78	-29.22

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant

Yaprak sıcaklığı açısından ortaya çıkan değişimler Çizelge 13'te gösterilmiştir. Buna göre, domates bitkilerinin yaprak sıcaklığı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 37.04°C, şahit çeşitlerde ise 32.58°C düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak sıcaklığı içeriği 32.12°C, şahit çeşitlerin ise 32.70°C seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stres altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %1.77 yaprak sıcaklığı azalmıştır. Kuraklık stresinde yaprak sıcaklık azalışı, kuraklığa dayanıklılıkta önemlidir.

Tom-230 (%15.89), Tom-145 (%15.48), Tom-29 (%14.74), Tom-21 (%13.35) ve Tom-232 (%13.24) genotiplerinde en yüksek yüzde azalış meydana gelmiştir.

Domates genotipleri üzerine kuraklık stresinin etkisinin belirlenmesi çalışmasında, kuraklık stresinin bitkilerde yaprak sıcaklığını arttırdığı bildirilmiştir. Domates genotiplerinin kontrolünde ortalama yaprak sıcaklık değeri 27.86°C, %50 su kısıtlamasında 33.10°C, %25 su uygulamasında ise 32.10°C olduğu tespit edilmiştir. Yaprak sıcaklığındaki artışın nedeni, olarak bitkilerin su stresinde stomalarını kapatması ve transpirasyonu azaltmasından kaynaklanmaktadır [2]. Vermeulen ve ark. [74], kuraklık stresindeki domates bitkilerinde yaprak sıcaklığının, stomaların kapanmasıyla arttığını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada genotiplerin yaprak sıcaklığının kuraklık stresinde azaldığı bunun kuraklığa toleransta önemli olduğu ve tolerans mekanizmasının yaprak sıcaklığı bakımından ortaya çıktığı fikri oluşmaktadır. Bitkilerde kuraklık stresinde yaprak sıcaklığının farklı fizyolojik parametrelerle ilişkili olarak azalma gösterebildiği de düşünülmektedir.

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yaprak Alanı ($\text{cm}^2\text{bitki}^{-1}$)

Kuraklık stresi bitkide toplam yaprak alanını azaltmaktadır. Bitkiler kuraklık stresinde su kaybını azaltmak için stomaları kapatmaktadırlar. Stomaların kapanmasıyla CO_2 fiksasyonu ve buna bağlı olarak fotosentez azalmaktadır [22].

Denemenin birinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu yaprak alanında ortaya çıkan değişimler istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 14). Yaprak alanı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama $3182.16 \text{ cm}^2\text{bitki}^{-1}$, şahit çeşitlerde ise $1279.22 \text{ cm}^2\text{bitki}^{-1}$ düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak alanı $2919.04 \text{ cm}^2\text{bitki}^{-1}$, şahit çeşitlerin ise $2702.06 \text{ cm}^2\text{bitki}^{-1}$ seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %8.03 oranında yaprak alanı artmıştır. Domates genotiplerinin yaprak alanı kontrol bitkilerine oranla %10.35 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %20.84 azalış olarak belirlenmiştir. Domates genotiplerinde kuraklık stresinde yaprak alanında genel olarak azalış meydana gelmiş, ortaya çıkan değişim açısından genotipler arasında farklılıklar görülmüştür. Tom-145 (%77.76) en yüksek yüzde artış görülürken, Tom-225 (%47.19) en yüksek yüzde azalış görülmüştür.

Çizelge 14. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak alanı değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 14. Mean leaf area values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol ($\text{cm}^2 \text{bitki}^{-1}$) Control ($\text{cm}^2\text{plant}^{-1}$)	Stres ($\text{cm}^2 \text{bitki}^{-1}$) Stress ($\text{cm}^2\text{plant}^{-1}$)	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	7239.82 a-c	6448.37 a-d	-10.93
Tom-21	7593.68 a-c	8984.15 a-d	18.31
Tom-27	10746.11 ab	12126.41 a	12.84
Tom-29	12002.34 ab	8434.00 a-d	-29.73
Tom-139	7234.13 a-c	5725.99 b-d	-20.85
Tom-145	2493.50 c	4432.35 cd	77.76
Tom-148	10455.50 ab	6313.05 a-d	-39.62
Tom-225	6492.13 bc	3428.48 d	-47.19
Tom-230	7043.75 a-c	11442.94 ab	62.46
Tom-232	11372.51 ab	6782.14 a-d	-40.36
Tolerant ortalaması	8267.35	7411.79	-10.35
Falcon	9133.97 ab	10251.28 a-c	12.23
Rio Grande	12527.82 a	6896.20 a-d	-44.95
Şahit ortalaması	10830.89	8573.74	-20.84
LSD 0.05	5997.74*	6119.20*	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level; N.S.: Nonsignificant

Çizelge 15. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak alanı değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 15. Mean leaf area values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol ($\text{cm}^2 \text{bitki}^{-1}$) Control ($\text{cm}^2\text{plant}^{-1}$)	Stres ($\text{cm}^2 \text{bitki}^{-1}$) Stress ($\text{cm}^2\text{plant}^{-1}$)	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	2324.88 cd	2239.73 bc	-3.66
Tom-21	3051.20 cd	2871.43 bc	-5.89
Tom-27	8995.65 a	4134.87 ab	-54.03
Tom-29	6545.67 b	5037.03 a	-23.05
Tom-145	1398.73 cd	1113.00 c	-20.43
Tom-148	3256.12 c	4062.38 ab	24.76
Tom-225	1159.04 cd	1889.58 c	63.03
Tom-230	895.19 d	2475.10 bc	176.49
Tom-232	1012.97 cd	2448.19 bc	141.69
Tolerant ortalaması	3182.16	2919.04	-8.27
Falcon	877.79 d	2472.64 bc	181.69
Rio Grande	1680.64 cd	2931.48 bc	74.43
Şahit ortalaması	1279.22	2702.06	111.23
LSD 0.01, 0.05	2335.76**	2032.23*	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 ve %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 and 0.05 level; N.S.: Nonsignificant

Denemenin ikinci yılında, kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu yaprak alanı bakımından ortaya çıkan değişimler incelenmiş ve %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 15). Yaprak alanı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 8267.35 cm²bitki⁻¹, şahit çeşitlerde ise 10830.89 cm²bitki⁻¹ düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak 7411.79 cm²bitki⁻¹, şahit çeşitlerin ise 8573.74 cm²bitki⁻¹ seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %13.55 oranında yaprak alanı azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak alanı kontrol bitkilerine oranla %8.27 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %111.23 oranında artış olarak belirlenmiştir. Falcon çeşidinde (%181.69) en yüksek yüzde artış görülürken, Tom-27 (%54.03) genotipinde en yüksek yüzde azalış görülmüştür.

Çırdak ve Esendal (2006), bitkilerin kuraklık stresinde su içeriklerini korumak için, yaprak alanında küçülmeye gitmek gibi morfolojik değişiklikler yaptıklarını ifade etmişlerdir. Shamim [66], on bir lokasyondan toplanan domates genotiplerinde %40, %60 ve %80 su kısıtlaması uygulamasının, ürün büyüme ve verim azalışına etkilerini araştırıldıkları çalışmalarında, su kısıtlamasının yaprak alanında azalışa neden olduğunu belirtmiştir. Kuşvuran ve Daşgan [46], kuraklığa tolerant (Tom-143) ve hassas (Tom-163) olan domates genotiplerinde, %50 ve %0 su uygulamasının, kontrole kıyasla yaprak alanını azalttığını ve bu azalışın kuraklık stresine hassas olan Tom-163'de daha yüksek, kuraklığa tolerant Tom-143'de ise daha az olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmaların sonuçları ve yaptığımız çalışmanın sonuçları birbirini desteklemektedir.

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yaş Ağırlık Değeri (g)

Bitkiler kuraklık stresine maruz kaldıklarında bitki yaş ve kuru ağırlıkları azalmakta, kurak stresine tolerat ve hassas olan çeşitlerin strese tepkileri farklı olmakta ve ağırlık kaybı kuraklığa hassas çeşitlerde daha fazla oluşmaktadır [48, 42, 77].

Denemenin birinci yılında, yaş ağırlığının istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16). Bitki yaş ağırlığı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 873.37 g iken şahit çeşitlerde 475.25 g düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin bitki yaş ağırlığı 697.51 g, şahit çeşitlerin ise 281.75 g seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %147.56 oranında bitki yaş ağırlığı artmıştır. Domates

genotiplerinde kuraklık stresinde bitki yaş ağırlığında genel olarak azalış meydana gelmiş, ortaya çıkan değişim açısından genotipler arasında farklılıklar görülmüştür. Bitki yaş ağırlığı açısından en yüksek yüzde artış Tom-139 (%43.86) genotipinde görülürken, Tom-14 (%63.93) genotipinde en yüksek yüzde azalış görülmüştür.

Çizelge 16. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama bitki yaş ağırlık değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 16. Mean plant fresh weight values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (g) Control	Stres (g) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	1299.18 a-c	468.61 b	-63.93
Tom-21	994.00 bc	1037.50 a	4.38
Tom-27	1291.50 ab	1137.00 a	-11.96
Tom-29	1738.00 a	1281.50 a	-26.27
Tom-139	818.50 b-e	1177.50 a	43.86
Tom-145	953.00 b-d	547.00 b	-42.60
Tom-148	697.00 b-e	574.50 b	-17.58
Tom-225	342.50 de	152.00 b	-55.62
Tom-230	256.50 e	313.00 b	22.03
Tom-232	343.50 de	286.50 b	-16.59
Tolerant ortalaması	873.37	697.51	-20.14
Falcon	639.50 c-e	327.00 b	-48.87
Rio Grande	311.00 e	236.50 b	-23.95
Şahit ortalaması	475.25	281.75	-40.72
LSD 0.01	614.53**	450.83**	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant.

Denemenin ikinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu bitki yaş ağırlığı açısından ortaya çıkan değişimler Çizelge 17'de gösterilmiştir. Buna göre, domates bitkilerinin bitki yaş ağırlığı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 881.11 g, şahit çeşitlerde ise 718.50 g düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte, genotiplerin bitki yaş ağırlığı 513.22 g, şahit çeşitlerin ise 233.75 g seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %119.56 oranında bitki yaş ağırlığı artmıştır. Domates genotiplerinin bitki yaş ağırlığı, kontrol bitkilerine oranla %41.75 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %67.47 azalış olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresine tolerant genotipler ve şahit çeşitler arasında bitki yaş ağırlığı açısından farklılıkların istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu

görülmüştür. Bitki yaş ağırlığı bakımından genotip ve çeşitleri arasında en yüksek yüzde azalışın Rio Grande (%72.51) çeşidinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 17. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama bitki yaş ağırlık değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 17. Mean plant fresh weight values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (g) Control	Stres (g) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	597.00 cd	473.00 cd	-20.77
Tom-21	1456.00 a	934.50 a	-35.82
Tom-27	1289.50 ab	623.00 bc	-51.69
Tom-29	1288.00 ab	664.50 b	-48.41
Tom-145	1050.50 a-c	412.50 de	-60.73
Tom-148	684.00 cd	526.00 b-d	-23.10
Tom-225	463.50 d	307.50 ef	-33.66
Tom-230	448.00 d	286.50 ef	-36.05
Tom-232	653.50 cd	391.50 de	-40.09
Tolerant ortalaması	881.11	513.22	-41.75
Falcon	582.00 cd	232.50 f	-60.05
Rio Grande	855.00 b-d	235.00 f	-72.51
Şahit Ortalaması	718.50	233.75	-67.47
LSD 0.01	518.93**	151.11**	

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

^bMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant

Zegbe ve ark. [76], kısmi kök kuruluğu ve su kısıtlamasının, domateste toplam bitki yaş ağırlığını azalttığını ve kontrol grubunda toplam bitki yaş ağırlığı 9 kg iken, su kısıtlamasında ise 6 kg olduğunu bildirmişlerdir. Domateste kuraklık stresinin, bitki taze ağırlığını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Domateste tam sulama uygulamasında bitki taze ağırlığının 1.37 olduğu, kuraklık stresinde ise 0.57 g olduğu yani azaldığı bildirilmiştir [42]. Alp ve Kabay [6], kuraklık stresinde, kuraklığa tolerant ile hassas olan domates genotiplerini kıyasladıklarında, kuraklığa tolerant genotiplerin ağırlık azalışının hassas olan genotiplere kıyasla daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Kuşvuran ve Daşgan [46], kuraklığa tolerant domates genotipinde (Tom-143) %50 su kısıtlamasının, yaş ağırlığı kontrole kıyasla çok az da olsa arttırdığı, %0 su uygulamasının ise yaş ağırlığı azalttığını belirlemişlerdir. Kuraklığa hassas olan domates genotipinde (Tom-163) %50 ve %0 su uygulamasının kontrole kıyasla yaş ağırlığı önemli oranda azalttığını da tespit etmişlerdir.

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yeşil Aksam Kuru Ağırlık Değeri (g)

Denemenin birinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu yeşil aksam kuru ağırlığı açısından ortaya çıkan değişimler istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 18). Yeşil aksam kuru ağırlık değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 174.29 g, şahit çeşitlerde ise 104.25 g düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yeşil aksam kuru ağırlık değeri 151.25 g, şahit çeşitlerin ise 69.50 g seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stres altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %117.63 bitki yeşil aksam kuru ağırlığı artmıştır. Domates genotiplerinin yaprak yeşil aksam kuru ağırlık değerleri kontrol bitkilerine oranla %13.22 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %33.33 azalış olarak belirlenmiştir. Yeşil aksam kuru ağırlık değeri açısından Tom-139 (%53.79) en yüksek artış görülürken, Tom-225 (%58.33) en yüksek azalış görülmüştür.

Çizelge 18. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yeşil aksam kuru değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 18. Mean plant dry weight values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (g) Control	Stres (g) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	196.86 bc	112.75 c	-42.73
Tom-21	207.22 bc	203.71 ab	-1.70
Tom-27	279.63 ab	256.32 a	-8.34
Tom-29	339.06 a	277.37 a	-18.19
Tom-139	151.82 c-e	233.50 a	53.79
Tom-145	190.89 b-d	123.22 bc	-35.45
Tom-148	144.78 c-e	127.19 bc	-12.14
Tom-225	96.24 c-e	40.11 c	-58.33
Tom-230	66.27 e	70.59 c	6.53
Tom-232	70.19 e	67.71 c	-3.53
Tolerant ortalaması	174.29	151.25	-13.22
Falcon	128.23 c-e	80.70 c	-37.07
Rio Grande	80.27 de	58.31 c	-27.36
Şahit ortalaması	104.25	69.50	-33.33
LSD 0.01	113.20**	88.00**	

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

^bMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant

Denemenin ikinci yılında, yeşil aksam kuru ağırlığı açısından ortaya çıkan değişimler Çizelge 19'da gösterilmiştir. Kuraklık stresine tolerant

genotipler ve şahit çeşitler arasında yeşil aksam kuru ağırlığı açısından farklılıkların istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Kontrol uygulamasındaki genotiplerde yeşil aksam kuru ağırlığı ortalama 193.44 g iken, şahit çeşitlerde 174.00 g düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yeşil aksam kuru ağırlık değerleri 142.89 g, şahit çeşitlerin ise 88.25 g seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %61.92 bitki yeşil aksam kuru ağırlığı artmıştır.

Çizelge 19. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yeşil aksam kuru ağırlık değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 19. Mean plant dry weight values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip Genotype	Kontrol (g) Control	Stres (g) Stress	Streste kontrole göre değişim (%) Change in stress compared to control
Tom-14	118.50 c	131.00 cd	10.55
Tom-21	285.50 ab	229.00 a	-19.79
Tom-27	284.00 a	174.50 b	-38.56
Tom-29	268.00 a	181.50 b	-32.28
Tom-145	227.50 bc	111.00 c-e	-51.21
Tom-148	156.00 bc	136.00 c	-12.82
Tom-225	124.50 c	101.00 de	-18.88
Tom-230	124.00 c	105.00 c-e	-15.32
Tom-232	153.00 c	117.00 cd	-23.53
Tolerant ortalaması	193.44	142.89	-26.13
Falcon	143.50 c	80.00 e	-44.25
Rio Grande	204.50 c	96.50 de	-52.81
Şahit ortalaması	174.00	88.25	-49.28
LSD 0.01	106.98**	34.60**	

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil N.S.: Nonsignificant
*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level

Domates genotiplerinin yaprak yeşil aksam kuru ağırlık değerleri kontrol bitkilerine kıyasla %26.13 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %49.28 azalış olarak belirlenmiştir. Tom-14 (%10.55) genotipinde yeşil aksam kuru ağırlık değerleri açısından en yüksek yüzde artış görülürken, Rio Grande (%52.81) çeşidinde en yüksek azalış görülmüştür.

Kuraklık stresinde bitki kuru ağırlığı kontrole kıyasla artmaktadır [54]. Alexieva ve ark. [4], bezelye ve buğdayda %10 PEG 6000 uygulamasıyla oluşturulan kuraklık stresinin, yaş ve kuru ağırlığı kontrole kıyasla azalttığını bildirmişlerdir. Tsuji ve ark. [72], kuraklık stresinin farklı sorgum çeşitlerinde, bitki kuru ağırlığını etkilediğini

belirtmişlerdir. Kuraklık stresinde bitki kuru ağırlığının, kontrole kıyasla %43-58 oranında azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Sivritepe ve ark. [69], kirazda PEG ile oluşturulan kuraklık stresinde, yeşil aksam kuru ağırlığında azalışların görüldüğünü bildirmişlerdir.

SONUÇ

Kuraklık stresinin domates genotip ve şahit çeşitleri arasında membran zararlanma indeksi, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği, ozmotik potansiyel, SPAD, yaprak sıcaklığı, yaprak alanı, yaş ve kuru ağırlık gibi parametreler bakımından farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresinin kültür bitkilerinde verim ve kalite azalışına neden olması ve azalışın belirlenmesinde fizyolojik parametrelerde meydana gelen değişimlerin ortaya çıkarılması önem arz etmektedir. Ayrıca kuraklığa tolerant genotiplerin belirlenmesinde fizyolojik parametrelerin kullanılmasının yanında sıra birbirleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi, bunların kuraklığa dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılabilirliğinin araştırılması ıslah çalışmalarına yardımcı olacaktır. Bu çalışmanın dünyada ve ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen aynı zamanda üzerinde en fazla çalışma yapılan sebze türlerinden biri olan domateste yapılmış olması ve bilimsel çalışmalara katkı sağlama potansiyeli bakımından önemli olduğu kanaatindeyiz.

TEŞEKKÜR

Sultan Dere'nin doktora tezinin bir bölümü olan bu çalışma TÜBİTAK (118O574) ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi (FDK-2018-10446) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Aghaie, P., Ali, S., Tafreshi, H., Ali, M., Haerinasab, M., 2018. Tolerance evaluation and clustering of fourteen tomato cultivars grown under mild and severe drought conditions. *Scientia Horticulturae* 232:1-12.
2. Akhoundnejad, Y., 2011. Kuraklığa tolerat bazı domates genotiplerinin arazi performanslarının belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 130s.
3. Akoyunoglou, G., 1977. Development of the photosystem II unit in plastids of bean leaves greened in periodic light. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 183:571-580.
4. Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S., Karanov, E., 2001. The effect of drought ultraviolet radiation

- on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell and Environment* 24, 1337-1344.
5. Almeselmani, M., Abdullah, F., Hareri, F., Naaesan, M., Ammar, M. A., Kanbar, O.Z., Saud, A.A., 2011. Effect of drought on different physiological characters and yield component in different varieties of Syrian durum wheat. *Journal of Agricultural Science* 3:127-33.
 6. Alp, Y., Kabay, T., 2017. Kuraklık stresinin bazı yerli ve ticari domates çeşitlerinde bitki gelişimi üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 27:387-395.
 7. Anonim., 2022. FAO Agricultural Statistical Database (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/qc>; Erişim: 16.09.2020).
 8. Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences* 13:17-42.
 9. Ashraf, M., Foolad, M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental & Experimental Botany* 59:206-216.
 10. Bijanzadeh, E., Emam, Y., 2010. Effect of defoliation and drought stress on yield components and chlorophyll content of wheat. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 13:699.
 11. Blum, A., 1986. Breeding crop varieties for stress environments. *Critical Reviews in Plant Sciences* 2:199-237.
 12. Bohalima, A.A.O., 2017. Tuz ve kuraklık stresinin domates gelişimi üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 91s.
 13. Brown, S.B., Houghton, J.D., Hendry, G.A.F., 1991. Chlorophyll breakdown. In H. Scheer (Eds.), *Chlorophylls*, Boca Raton, Florida, USA: CRP Press, pp:465-489.
 14. Buschmann, C., Lichtenthaler, H.K., 1998. Principles and characteristics of multi-colour fluorescence imaging of plants. *Journal of Plant Physiology* 152:297-314.
 15. Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., Aras, S., 2012. Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi* 69:97-110.
 16. Cantore, V., Lechkar, O., Karabulut, E., Sellami, M.H., Albrizio, R., Boari, F., Stellacci, A.M., Todorovic, M., 2016. Combined effect of deficit irrigation and strobilurin application on yield, fruit quality and water use efficiency of “cherry” tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Agricultural Water Management* 167:53-61.
 17. Capell, T., Bassie, L., Christou, P., 2004. Modulation of the polyamine biosynthetic pathway in transgenic rice confers tolerance to drought stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101:9909-9914.
 18. Chaerle, L., Van Der Straeten, D., 2000. Imaging techniques and the early detection of plant stress. *Trends in Plant Science* 5:495-501.
 19. Chen, Y.E., Liu, W.J., Su, Y.Q., Cui, J.M., Zhang, Z.W., Yuan, M., Zhang, H.Y., Yuan, S., 2016. Different response of photosystem II to short and long-term drought stress in *Arabidopsis thaliana*. *Physiologia Plantarum* 158:225-235.
 20. Cowan, I.R., 1982. Regulation of water use in relation to carbon gain on higher plants. In: O.L. Lange, (Eds.), *Physiological Plant Ecology*, Berlin: Springer, pp:589-614.
 21. Çakmakçı, R., 2009. Stres koşullarında ACC deaminaze üretici bakteriler tarafından bitki gelişiminin teşvik edilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 40:109-125.
 22. Çırak, C., Esendal, E., 2006. Soyada kuraklık stresi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21:231-237.
 23. Daşgan, H. Y., Akhoundnejad, Y., Kuşvuran, Ş., Aydoğan Çoban, G., 2014. Kavunda kuraklık stresi fizyolojik parametrelerinin saksıda genç bitki aşamasında ve arazide verim aşamasında karşılaştırılması. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, Tekirdağ.
 24. Daşgan, H.Y., Kuşvuran, Ş., Abak, L., Sarı, N., 2010-a. İklim değişikliğinin sebze tarımına etkileri, kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklı yöresel sebze genotiplerinin belirlenmesi ve korunması. MDG-F 1980, Türkiye’nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi Birleşmiş Milletler Ortak Programı. Özel proje kitapçığı.
 25. Daşgan, H.Y., Kuşvuran, Ş., Abak, K., Sarı, N., 2010-b. Screening and saving of local vegetables for their resistance to drought and salinity. UNDP Project Final Report.
 26. Dhanda, S.S., Sethi, G.S., 2002. Tolerance to drought stress among selected Indian wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science* 139:319-326.
 27. Din, J., Khan, S., Ali, I., Gurmani, A., 2011. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. *Journal of Animal and Plant Sciences* 21:78-82.
 28. Dlugokecka, E., Kacperska-Palacz, A., 1978. Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injury. *Biologia Plantarum* 20:262-267.
 29. Egilla, J.N., Davies, F.T., Boutton, T.W., 2005. Drought stress influences leaf water content, photosynthesis, and water-use efficiency of *Hibiscus rosa-sinensis* at three potassium concentrations. *Photosynthetica* 43:135-140.

- 30.Fan, S., Blake, T.G., 1994. Absciscic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements. *Plant Physiology* 89:817-823.
- 31.Gök, A., 2018. Domates (*Solanum lycopersicum*)’de likopen seviyesini belirleyen genlerin kalıtımı ve çevre varyansının etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Isparta, 54s.
- 32.Grossman, A.R., Bhaya, D., Apt, K.E., Kehoe, D.M., 1995. Light-harvesting complexes in oxygenic photosynthesis: diversity, control, and evolution. *Annual Review of Genetics* 29:231-288.
- 33.Günay, A., 2005. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Türkiye: Çağ Matbaası, 318-343s.
- 34.Güneri Bağcı, E., 2010. Nohut çeşitlerinde kuraklığa bağlı oksidatif stresin fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerle belirlenmesi (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, Ankara, 420s.
- 35.İpek, M., 2015. *In vitro* şartlarda garnem ve myrobolan 29c anaçlarının kurak stresine karşı tepkilerinin belirlenmesi (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 142s.
- 36.Javadi, T., Rohollahi, D., Ghaderi, N., Nazari, F., 2017. Mitigating the adverse effects of drought stress on the morpho-physiological traits and anti-oxidative enzyme activities of *Prunus avium* through β -amino butyric acid drenching. *Scientia Horticulturae* 218:156-163.
- 37.Jones, R.A., 1986. The development of salt-tolerant tomatoes: Breeding strategies. *Acta Horticulturae* 190:101-114.
- 38.Kalefetoğlu, T., Ekmekci, Y., 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science* 18:723-740.
- 39.Kapluhan, E., 2013. Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi* 27:487-510.
- 40.Karipçin, M.Z., 2009. Yerli ve yabani karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 279s.
- 41.Katarzania, S.L., Bandurska, H., Bocianowski, J., 2010. Evaluation of cell membrane injury in caraway (*Carum carvi* L.) genotypes in water deficit conditions. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 79:95-99.
- 42.Khan, S.H., Khan, A., Litaf, U., Shah, A.S., Khan, M.A., 2015. Effect of drought stress on tomato cv. bombino. *Journal of Food Processing Technology* 7:1-7.
- 43.Khanna-Chopra, R., D.S. Selote, 2007. Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought resistant than susceptible wheat cultivar under field conditions. *Environmental and Experimental Botany* 60:276-283.
- 44.Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2015. Domates, patlıcan ve kavun genotiplerinin kuraklığa dayanım durumlarını belirlemeye yönelik olarak incelenen özellikler arasındaki ilişkiler. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi* 4(2):9-25.
- 45.Kocaçalışkan, İ., 2002. Bitki Fizyolojisi. Türkiye: Nobel Yayın Dağıtım.
- 46.Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y., 2017. Drought induced physiological and biochemical responses in *Solanum lycopersicum* genotypes differing to tolerance. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 16:19-27.
- 47.Lawlor, D.W., Cornic, G., 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell and Environment* 25:275-294.
- 48.Leskovar, D.I., Cantliffe, D.J., 1992. Pepper seedling growth response to drought stress and exogenous abscisic acid. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117:389-393.
- 49.Levitt, J., 1980. Response of plants to environmental stresses. Orlando: Academic Press.
- 50.Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Arch Biochem Biophys* 444:139-158.
- 51.Moriana, A., Fereres, E., 2002. Plant indicators for scheduling irrigation of young olive trees. *Irrigation Science* 21:83-90.
- 52.Moussa, H.R., Abdel-Aziz, S.M., 2008. Comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress. *Australian Journal of Crop Science* 1:31-36.
- 53.Munns, R., Termaat, A., 1986. Whole-plant responses to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology* 13:143-16.
- 54.Nahar, K., Gretzmacher, R., 2002. Effect of water stress on nutrient uptake, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under subtropical conditions. *Die Bodenkultur* 53:45-51.
- 55.Nicoleta, B.A., Nedelea, G., 2012. Research concerning drought tolerance in some tomato seedling genotypes. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology* 16:96-102.
- 56.Özcan, S., Babaoğlu, M., Gürel, E., 2004. Bitki biyoteknolojisi genetik mühendisliği ve uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı, Konya.
- 57.Özer, H., Karadoğan, T., Oral, E., 1997. Bitkilerde su stresi ve dayanıklılık mekanizması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 28:488-495.

58. Patanè, C., Cosentino, S.L., 2010. Effects of soil water deficit on yield and quality of processing tomato under a Mediterranean climate. *Agricultural Water Management* 97:131-138.
59. Patanè, C., Tringali, S., Sortino, O., 2011. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Scientia Horticulturae* 129:590-596.
60. Perassakli, M., Huber, J.T., Tucker, T.C., 1987. Dry matter yield, nitrogen absorption and water uptake by sweet corn under salt stress. *Journal of Plant Nutrition* 12:279-290.
61. Petro-Turza, M., 1987. Flavor of tomato and tomato products. *Food Review International* 2: 309-351.
62. Rao, M.K.V., Raghavendra, A.S., Reddy, J.K., 2006. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Netherlands: Springer.
63. Sakuraba, Y., Yokono, M., Akimoto, S., Tanaka, R., Tanaka, A., 2010. Deregulated chlorophyll b synthesis reduces the energy transfer rate between photosynthetic pigments and induces photo damage in *Arabidopsis thaliana*. *Plant and Cell Physiology* 51(6):1055-1065.
64. Sánchez-Rodríguez, E., Rubio-Wilhelmi, M.M., Cervilla, L.M., Blasco, B., Rios, J., Rosales, M.A., Romero, L., Ruiz, J.M., 2010. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science* 178:30-40.
65. Sánchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L., Ayerbe, L., 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. *Field Crops Research* 86:81-90.
66. Shamim, F., Saqlan, S.M., Athar, H-UR-N., Waheed, A., 2014. Screening and selection of tomato genotypes/cultivars for drought tolerance using multivariate analysis. *Pakistan Journal of Botany* 46:1165-1178.
67. Sibomana, I.C., Aguyoh, J.N., Opiyo, A.M., 2013. Water stress affects growth and yield of container grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants. *Global Journal of Bio-science and Biotechnology* 2:461-466.
68. Sivakumar, R., Srividhya, S., 2016. Impact of drought on flowering, yield and quality parameters in diverse genotypes of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Advances in Horticultural Science* 30:3-11.
69. Sivritepe, N., Ertürk, U., Yerlikaya, C., Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., 2008. Response of the cherry rootstock to water stress induced *in vitro*. *Biologia Plantarum* 52(3):573-576.
70. Smirnoff, N., 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytologist* 125:27-58.
71. Taiz, L., Zeiger, E., 2008. *Bitki fizyolojisi*. Palme Yayıncılık, Ankara.
72. Tsuji, W., Ali, M.E.K., Inanaga, S., Sugimoto, Y., 2003. Growth and gas exchange of three sorghum cultivars under drought stress. *Biomedical and Life Sciences* 46:583-587.
73. Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H., 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P.acutifolius* gray and drought-sensitive *P.vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Science* 168:223-231.
74. Vermeulen, K., Steppe, K., Ljunh, N.S., Lemeur, R., De Backer, L., Bleyaert, P., Dekock, J., Aerts, J.M., Berckmans, D., 2007. Simultaneous response of stem diameter, sap flow rate and leaf temperature of tomato plants to drought stress. *Acta Horticulturae* 801:1259-1266.
75. Wild, A., 2003. *Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century*. Cambridge University Press: Cambridge.
76. Zegbe, J.A., Behboudian, M.H., Clothier, B.E., 2004. Partial rootzone drying is a feasible option for irrigating processing tomatoes. *Agricultural Water Management*, 68, 195-206.
77. Zhou, R., Yu, X., Ottosen, C.O., Rosenqvist, E., Zhao, L., Wang, Y., Zhao, T., Wu, Z., 2017. Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress. *BMC Plant Biology* 17:24.