

DEĞİŞİK VEJETASYON DÖNEMLERİNE KADAR UYGULANAN FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ BİBERDE MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER

Murat DEVECİ¹

Merve BORA²

ÖZET

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü iklim odasında yürütülmüş ve materyal olarak Jalapeno biber (*Capsicum annuum* L.) çeşidi kullanılmıştır. Yetiştirme dönemi boyunca iklim odası, 25 ±1 °C (gündüz/gece) sıcaklıkta, 16/8 saat (ışık/karanlık) fotoperiyodik düzende, % 60-65 nemli ortamda ve 400 µmol m⁻²s⁻¹ ışık şiddetinde tutulmuştur. Yetiştirme odasında çıkış ve farklı vejetasyon dönemlerine kadar damla sulama ile Hoagland besin çözeltisi içeren hidroponik sisteme alınmış, daha sonra tuz stresi uygulamalarına başlanmıştır. Bu amaçla biberin üç farklı vejetasyon dönemine kadar (sekiz gerçek yapraklı dönem, ilk çiçeklenme dönemi ve hasat dönemi) besin çözeltilerine dört farklı dozda NaCl konsantrasyonu (0 mM, 50 mM, 75 mM ve 100 mM) ilave edilmiştir. Deneme süresince yaprak oransal su içeriği (%), yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklığı (°C), ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar neticesine göre uygulanan farklı tuz konsantrasyonları sonucunda ele alınan kriterlerden yaprak hücrelerinde membran zararlanması ve yaprak sıcaklığı tuzluluk arttıkça arttığı belirlenmiştir. Diğer kriterlerde tuzluğun 0 mM' dan 100 mM'e doğru artmasıyla elde edilen ortalamaların azaldığı tespit edilmiştir. Zaman ana etkisinde ise; yaprak hücrelerinde membran zararlanması ve yaprak sıcaklığı hariç denemede ele alınan diğer tüm kriterlerde hasat dönemine kadar tuz uygulaması yapılan parsellerde en düşük düzeyde olurken bunu çiçeklenme dönemi izlemiş, 8 gerçek yapraklı döneme kadar yapılan tuz uygulanan parsellerde en yüksek düzeye çıkmıştır. Yaprak su potansiyeli ise tuz konsantrasyonu arttıkça stres değeri de şiddetlendiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biber (*Capsicum annuum* L.), tuz stresi, topraksız kültür, yaprak su potansiyeli

DETERMINATION OF PHYSIOLOGICAL CHANGES OCCURRED BY THE APPLICATION OF VARIOUS SALT CONCENTRATION IN DIFFERENT VEGETATION PERIODS IN PEPPER

ABSTRACT

This research was made in the growth room of Namık Kemal University Faculty of Agriculture, Department of the Agriculture in 2013 and Jalapeno pepper (*Capsicum annuum* L.) variety was used as a material. During the growing period the temperature was kept as 25±1 °C photoperiod (light/dark) 16/8 hours, relative humidity 60-65 % and light intensity 400 mMolm⁻² s⁻¹ in the growth room. Hoagland hydroponic solution was used by drip irrigation in hydroponic system until emergence and different vegetation periods then salt stress applications were made. Three vegetation periods (eight true leaves, first flowering periods and harvesting period) were considered and four NaCl concentration (0 mM, 50 mM, 75 mM and 100 mM) were added to the nutrient solution. During the experiment, relative leaf water (%), leaf water potential (MPa), membrane damage in leaf cells (%), leaf temperature (°C), were determined. According to the results, it was determined that membrane damage in leaf cells and leaf temperature in leaf increased as the salinity increased from 0 mM to 100 mM. According to the time main effect, membrane damage in leaf cells and leaf temperature the other criteria levels went down to the lowest value during the salt applications until harvesting period. That was followed by flowering period and reached the maximum levels in plots where salt were applied until eight leaves stage. It was concluded that, high level salt in increasing salinity stress.

Keywords: Pepper (*Capsicum annuum* L), salt stress, soilless culture, growth and development, leaf water potential

Giriş

Ülkemizde en çok üretilen ve yıllık sebzelere biri olan biber, tazesini yemeklik, kırmızısı ise toz biber ve salçalık olmak üzere üç amaç için yetiştirilmektedir. Bunun yanında sucuk, pastırma, turşu ve ilaç yapımında da kullanım alanı bulan biber, A, B, C ve P vitaminleri, yağ, protein, karbonhidrat, kalsiyum, fosfor ve demir kapsamaktadır. Dünya da üretilen 12.000.000 ton biberin yaklaşık % 10'u Türkiye'de üretilmektedir. Türkiye'de yılda üretilen 1.200.000 ton biberin % 60'ını sivri biber, % 28'ini dolmalık biber, % 4'ünü çarliston biber, % 8'ini kalya, domates biberi, kurutmalık biberler, pul biber elde etmeye uygun biberler teşkil eder (Ekmekçi ve Altunal, 2007).

¹ Doç. Dr. Namık Kemal Üniversitesi, muratdeveci@nku.edu.tr

² Namık Kemal Üniversitesi, merve.bora@hotmail.com

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak, bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisidir. Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, arızalı bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik boyutlarda etkilenecektir. Örneğin, sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi, kurak ve yarı kurak bölgelerle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz Bölgeleri daha fazla etkilenmiş olacaktır. Meydana gelecek iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, özellikle yukarıda belirtilen bölgelerimizde, su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkacaktır (Öztürk, 2002).

Tuzluluk sorununa neden olan bileşikler klorürler, sülfatlar, nitratlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak genelde toprak tuzluluğu ve tuz stresi denildiğinde NaCl'ün baskın varlığından söz edilmektedir (Munns ve Termaat, 1986).

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk hem tarım yapılan toprakları olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde pek çok olumsuzluklara neden olmaktadır (Yılmaz vd., 2011). Yurdumuz topraklarının yaklaşık 1,5 milyon hektarı (bunun % 32,5'i sulanabilir alanlardır) tuzluluk sorunuyla karşı karşıyadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Dünya üzerinde ise 800 milyon hektardan fazla karasal alan tuzluluktan etkilenmektedir ve bu alan dünyanın tüm karasal alanlarının % 6'sından fazladır. Kuru tarım yapılan 150 milyon hektarlık alanın 32 milyon hektarı çeşitli oranlarda ikincil tuzluluk tehdidi altındadır. 230 milyon hektar sulama yapılmış alanların 45 milyon hektarı ise tuzdan etkilenmektedir (Munns, 2002). Ekilebilir alanlardaki böylesi tuz birikiminin, küresel çerçevede daha da harap edici boyutlara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da neden olacaktır (Mahajan ve Tuteja, 2000).

Tuzluluğa karşı bazı önlemler alınabilmekte ise de, bu yöntemlerin genel olarak pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle son yıllarda, araştırmacılar tuz zararının en aza indirilmesi amacı ile farklı önlemler üzerinde çalışmalarına devam etmektedir. Bunların başında tuzluluğun sorun olduğu alanlarda normal gelişme ve büyüme göstererek ekonomik bir ürün oluşturabilen, tuz stresine karşı toleransı yüksek bitki genotiplerinin belirlenmesi ve yeni çeşitlerin ıslah edilmesi gelmektedir. Tuz stresi bitkiyi doğrudan öldürebileceği gibi, bitkinin tuza toleransı ve ortamın tuz konsantrasyonuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, yaşlı yapraklardan başlayan klorofil ve membran parçalanmasına yani kloroz ve nekrozlara neden olmaktadır (Kuşvuran, 2010).

Materyal Ve Yöntem

Araştırmada; Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri iklim odası ve Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarlarından faydalanılmıştır.

Materyal

Bu araştırmada materyal olarak Jalapeno (*Capsicum annum* L.) çeşidi kullanılmıştır. Jalapeno, Meksika orijinli bir bitkidir. Olgun Jalapenonun uzunluğu 5-9 cm'dir. Yaygın olarak yeşil, nadiren olgunlaşmış kırmızı olarak satılan Jalapeno adını Meksika Veracruz'daki geleneksel olarak yetiştirilen Jalapa'dan alır (Anonymous, 2011). Dünyada sanayi biber tüketiminde önemli yeri olan Jalapeno biberinin anavatanı Meksika olup Türkiye'de yaygın olarak tarımı yapılmamaktadır. Doğu Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde sınırlı alanlarda yetiştiriciliği yapılmaktadır. (Oğuz vd., 2012).

Yöntem

Denemenin kuruluşu

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 3 tuz konstrasyonu (kontrol, 50, 75 ve 100 mM NaCl) 3 tuz uygulama zamanı (8 gerçek yapraklı, ilk çiçeklenme ve hasat dönemine kadar) uygulanmıştır. Tüm denemede toplam 36 parsel, her parselde 5 bitki ve tüm denemede toplam 180 bitki kullanılmıştır (Açıkgöz, 1984).

Bitkilerin yetiştigi ortam

Biberler Bahçe Bitkileri Bölümü iklim odasında bulunan masalar üzerinde perlit ile doldurulmuş 7 litre hacmindeki (çapı 20 cm, yüksekliği 22,5 cm) plastik saksılarda yetiştirilmiştir.

Deneme kontrollü koşullar altında sıcaklığı +40 °C ile -20 °C arasında ayarlanabilen iklim odasında kurulmuştur. Tüm deneyler, 25±°C sıcaklık, % 60-65 nem, 16/8 (aydınlık/gece) saatlik fotoperiyodik düzene sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir (Öztürk vd., 2008).

Bitkilerin yetiştirilmesi

Yetiştirme odasında yetiştirme masaları üzerinde plastik multipotlara tohum ekimi yapılmıştır. Tohumlar torf içerisine ekilmiş ve normal bakım işlemleri yapılarak yetiştirme odalarında biber için en uygun

şartlarda bitkiler ilk gerçek yaprakların görüldüğü döneme kadar yetiştirilmiştir. İlk gerçek yaprakların görüldüğü dönemde Hoagland besin çözeltisi içeren hidroponik sisteme alınmıştır (Hoagland ve Arnon, 1950). Bitkiler 7 L hacminde perlit içeren saksılarda yetiştirilmiştir. Tuz uygulamaları bitkilerin 3-4 gerçek yapraklı olduğu dönemde yapılmaya başlanmış ve 8 gerçek yapraklı dönem, çiçeklenme başlangıcı ve hasat dönemine kadar kaplardaki besin çözeltisine sulama zamanlarında 3 gün ara ile 0, 50, 75 ve 100 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak şekilde saksılara NaCl ilave edilmiştir (Kuşvuran vd., 2008a).

Ölçüm, tartım ve gözlemler

Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi (%)

Tuz stresine tolerans denemelerinde, Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ) (%)’nin belirlenmesinde farklı bitkilerde çalışan araştırmacıların çalışmalarından yararlanılmıştır (Sanchez vd., 2004). Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınarak, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş, bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık, g olarak kaydedilmiştir. Elde edilen taze, turgor ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$YOSİ = (TA - KA) / (TuA - KA) \times 100 \quad (1)$$

TA: Taze Ağırlık

KA: Kuru Ağırlık

TuA: Turgor Ağırlığı

Yaprak su potansiyeli ölçümü (MPa)

Yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) Scholander basınç odası (Scholander Pressure Chamber) ile ölçülmüştür. Ölçümler ışıklandırma başlamadan 2 saat önce ($\Psi_{\text{şö}}$: Şafak öncesi yaprak su potansiyeli) ve ışıklandırma başladıktan 6 saat sonra (Ψ_{go} : Gün ortası yaprak su potansiyeli) yapılmıştır. Ölçümler bitkideki en gelişmiş yapraklarda yapılmıştır. Her uygulama için iki ölçüm gerçekleştirilmiştir (Scholander vd., 1965).

Scholander basınç odası 40 atm (-4 MPa) basınca kadar ölçüm yapmakta olup, ölçüm işlemleri için saf Azot (N) gazı kullanılmıştır.

Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi (%)

Membran Zararlanma İndeksi-(MZİ) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Fan ve Blake, 1994). Her vejetasyon döneminde stres ve kontrol bitkilerinin yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler de iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra elektrik iletkenlikleri (EC) ölçülmüş, aynı diskler otoklavda 100 °C’de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir.

$$MZİ = (Lt - Lc / 1 - Lc) \times 100 \quad (2)$$

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

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

Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)

Bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesine dayalı infrared termometre tekniği bitkiye dokunmaksızın, daha hızlı ve doğru ölçüm yapma olanağı sağladığından, popüleritesi artmaktadır. Anılan teknik, transpirasyonun yaprak yüzey sıcaklığını düşürmesi ilkesine dayanır. Bitkinin büyüme döneminde aldığı su sınırlanırsa, gözenek direnci artar, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı yükselir. Bu özellikten yararlanılarak denememize ele aldığımız biber bitkilerinin yaprakları infrared termometre ile bitkiye 30 cm uzaklıktan 3 kez sıcaklıkları ölçülerek sonra alınan ortalamalarla yaprakların tuz stresine karşı tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır. Ölçümlerde 7-18 nm dalga boyunda ışınları algılayan filtrelelere sahip infrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model) kullanılmıştır (Erdem vd., 2010).

Bulgular Ve Tartışma

Yaprak oransal su içeriği (%)

Denemede yer alan Jalapeno biber çeşidinin değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak oransal su içeriği (YOSİ) üzerine etkileri ve LSD testi grupları Tablo 1 ve Şekil 1’de gösterilmiştir.

Elde edilen verileri istatistik olarak incelenmesinden ele alınan faktör ve interaksyonun % 1 hata seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur.

Sonuçlara göre YOSİ ortalamaları % 59,04 ile % 97,47 arasında değişim göstermiştir.

Zaman ana etkisi bakımından 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulaması sonucunda YOSİ en yüksek seviyede bulunurken bu oran çiçeklenme dönemine kadar yapılan uygulama ile % 84,59’a, hasat dönemine kadar yapılan uygulamalar ile % 79,22’ye kadar düştüğü tespit edilmiştir.

Farklı tuz uygulamalarının ana etkisi bakımından Tablo 1 incelendiğinde kontrolde YOSİ % 96,87 bulunurken, bu oranın tuzun 50 mM ve 75 mM'e kadar arttırıldığı uygulamalarda azaldığı ve 100 mM uygulamasında YOSİ'nin % 67,29'a kadar düştüğü gözlenmiştir.

Yaprak oransal su içeriği, Öncel ve Keleş'e (2003) göre de NaCl eklenmesi ile gerçekleştirilmiş, deneme sonunda tuz stresi altındaki bitkilerde bitki büyümesi ve oransal su içeriğinin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan araştırma da kontrol uygulamasından 100 mM NaCl uygulamasına doğru gidildikçe yaprak oransal su içeriği azalmaktadır. Bayat vd. (2012) de yaptığı çalışmada araştırmamızla benzer bir şekilde yaprak oransal su içeriğinin NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığını tespit etmişlerdir.

Oransal su düzeyindeki azalmalar, turgor kaybının bir sonucu olup, bu durum hücre genişlemesi olayları için gerekli suyun kısıtlanması anlamına gelmektedir (Katerji vd., 2004).

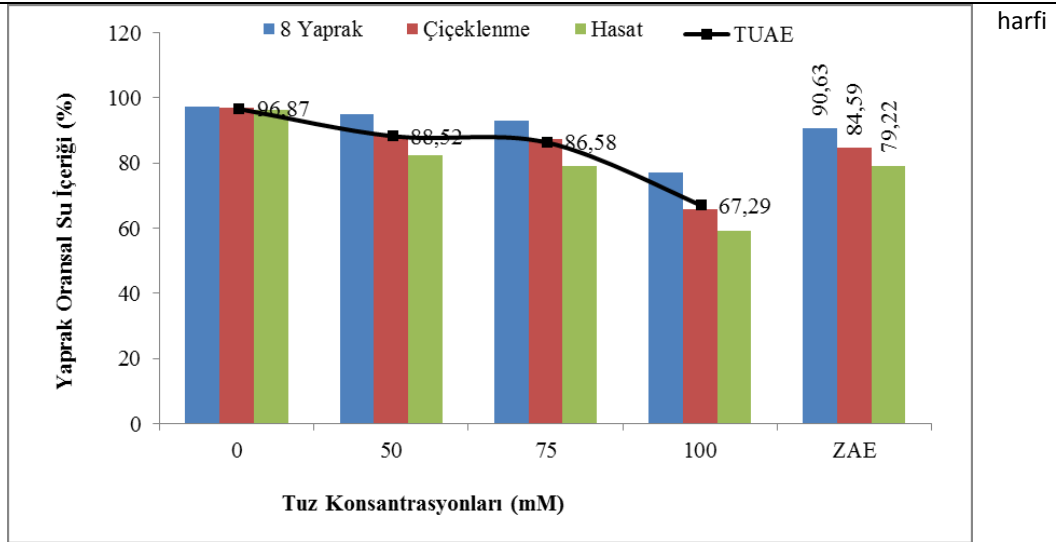
Yetiştirme ortamındaki su potansiyelinin tuz stresine bağlı olarak azaltılması sonucu, oransal su içeriklerinde meydana gelen azalmalar, biberde (Kaya ve Higgs, 2003) ortaya konmuştur.

Yakit ve Tuna (2006), mısırdaki çalışmada 100 mM NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir.

Tablo:1 Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak oransal su içeriği ortalamalarına etkisi* (%) ve LSD testine göre gruplar

Tuz Uygulama Zamanları	Tuz Konsantrasyonu (NaCl)				Zaman Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	
8 yapraklı döneme kadar	97,47 a	94,91 ab	93,14 b	77,01 e	90,63 a
Çiçeklenme dönemine kadar	96,84 a	88,24 c	87,49 c	65,81 f	84,59 b
Hasat dönemine kadar	96,30 a	82,42 d	79,13 e	59,04 g	79,22 c
Tuz Uygulaması Ana Etkisi	96,87 a	88,52 b	86,58 b	67,29 c	

* Aynı taşıyan



ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Şekil 1: Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Yaprak su potansiyeli (MPa)

Çalışmada ele alınan yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) ortalamaları 8 yapraklı, çiçeklenme ve hasat dönemlerine kadar yapılan tuz uygulamalarının şafak öncesi (Ψ_{50}) ve gün ortası (Ψ_{80}) ölçümlerine ait ortalamalar Tablo 2 ve 3 ile Şekil 2 ve 3'de verilmiştir.

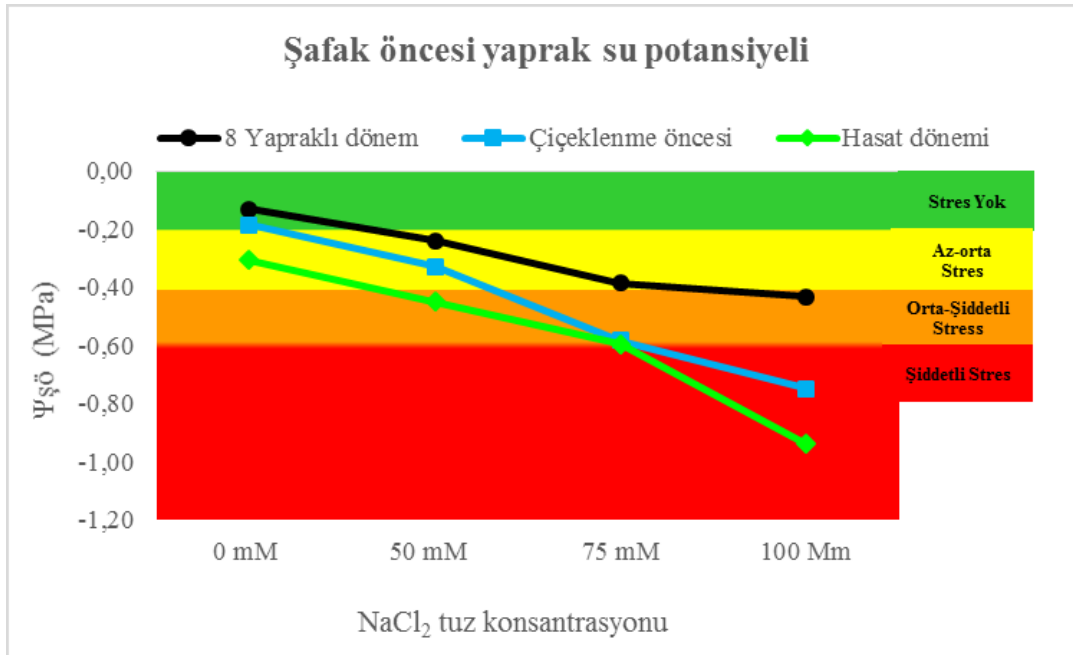
Şekil 2 ve 3'de arka fon genel bitki fizyolojisine ve birçok araştırmacının farklı türlerde yaptığı çalışmalarda tespit ettiği skala değerlerine göre renklendirilmiştir (Taiz ve Zeiger, 2008; Devenci ve Uyan, 2011).

Tablo 2: Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin şafak öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_{50}) üzerine etkileri (MPa) ve LSD testine göre gruplar

NaCl Tuz Konsantrasyonu

Dönemler	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM
8 yapraklı Dönem	-0,13	-0,24	-0,39	-0,43
Çiçeklenme Öncesi	-0,19	-0,33	-0,58	-0,75
Hasat Dönemi	-0,31	-0,45	-0,60	-0,94

Araştırmada yapılan ölçümler sonucunda, 3-4 yapraklı dönemden itibaren başlayan ve vejetasyonun boyunca farklı dönemlere kadar sürdürülen tüm tuz uygulamalarında şafak öncesi yaprak su potansiyellerinin ($\Psi_{şö}$) giderek azalma eğilimi gösterdiği ve stres seviyesinin arttığı saptanmıştır. Deneme süresince 100 mM tuz uygulaması yapılan biberlerde $\Psi_{şö}$ değerleri -0,43 MPa ile -0,94 MPa arasında değişmiştir. 8 yapraklı döneme kadar yapılan uygulamalardaki bitkiler yüksek stres seviyesinde (-0,43 MPa) kalırken, çiçeklenme (-0,75 MPa) ve hasat dönemlerinde (-0,94 MPa) sonlandırılan 100 mM NaCl uygulamalarındaki biberlerin çok şiddetli strese maruz kaldıkları belirlenmiştir. Buna karşılık, hiç tuz uygulanmayan gruptaki bitkilerde $\Psi_{şö}$ değerleri 8 yapraklı dönemde -0,13 MPa'a, çiçeklenme döneminde -0,19 MPa'a kadar düşmüş ve stres oluşmamıştır. Ancak hasat döneminde (-0,31 MPa) ise orta stresin olduğu saptanmıştır. 50 mM uygulamasında 8 yapraklı dönemde (-0,24 MPa) ve çiçeklenme döneminde (-0,33 MPa) sonlandırılan uygulamalarda biberler orta seviyede strese maruz kalırken hasada kadar (-0,45 MPa) yapılan tuz uygulaması sonucunda yüksek stres görmüşlerdir. 75 mM tuz uygulamalarında ise $\Psi_{şö}$ değerleri 8 yapraklı döneme kadar yapılan uygulamalarda -0,39 MPa'a kadar düşmüş (orta seviyede stres), çiçeklenme dönemine ve hasada kadar sürdürülenlerde ise sırasıyla -0,58 MPa ve -0,60 MPa'a kadar inmiş ve biberler yüksek strese maruz kalmıştır.

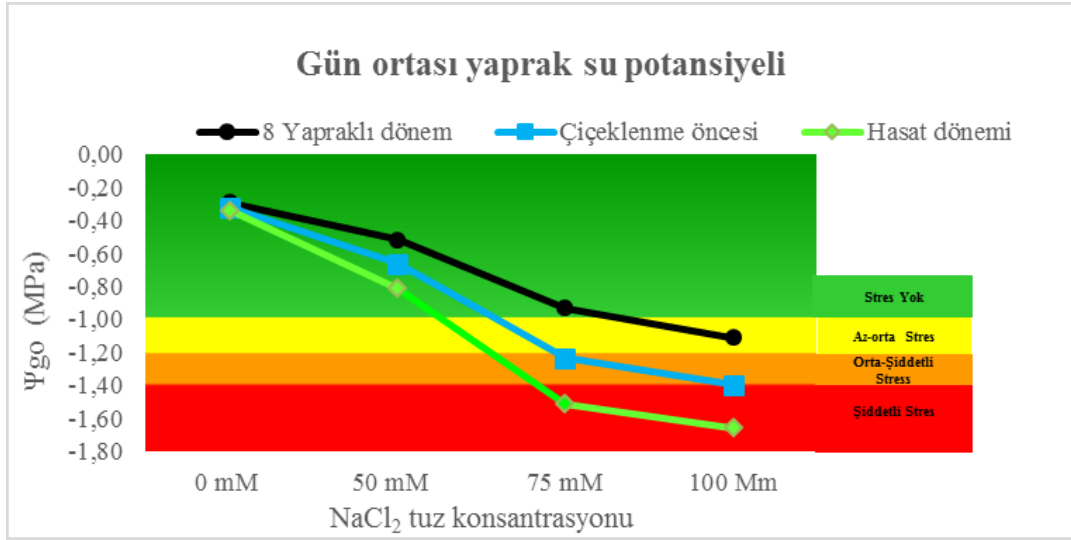


Şekil 2: Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin şafak öncesi yaprak su potansiyeli ($\Psi_{şö}$) üzerine etkileri

Yapılan ölçümler neticesinde uygulanan tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak yaprak su potansiyellerinin tüm dönemler boyunca azaldığı ve dolayısıyla su ve tuz stresi koşullarının arttığı belirlenmiştir. 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulaması yapılan Jalapeno çeşidine ait biberlerde kontrolde (-0,13 MPa) stres görülmemiştir. Buna karşılık 50 mM (-0,24 MPa) ve 75 mM (-0,39 MPa) tuz uygulaması yapılan biberlerin orta strese oldukları ve sadece 100mM tuz uygulamasında -0,43 MPa $\Psi_{şö}$ değeri ile yüksek stres seviyesine ulaştıkları saptanmıştır. Çiçeklenme öncesine kadar tuz uygulaması yapılan (-0,19 MPa) biberlerde de 8 yapraklı döneme kadar yapılanlardakine benzer şekilde stres görülmemiştir. Çiçeklenme dönemine kadar yapılan 50 mM (-0,33 MPa) tuz uygulamasında orta seviyede, 75 mM'de (-0,58 MPa) yüksek seviyede ve 100 mM'de (-0,75 MPa) çok şiddetli seviyede olmak üzere üç farklı stres saptanmıştır. Hasat dönemine kadar tuz uygulaması yapılan biberlerde (-0,31 MPa) 8 yapraklı döneme ve çiçeklenme dönemine kadar tuz uygulaması yapılanlardan farklı olarak orta seviyede stres olduğu belirlenmiştir. 3-4 yapraklı dönemden hasada kadar tuz uygulaması yapılan parsellerde ise 50 mM'de (-0,45 MPa) ve 75 mM'de (-0,60 MPa) yüksek stres görülürken, 100 mM'de (-0,94 MPa) bunlardan farklı olarak çok şiddetli stres seviyesi saptanmıştır.

Tablo 3: Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa) ve LSD testine göre gruplar

Dönemler	NaCl Tuz Konsantrasyonu			
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM
8 yapraklı Dönem	-0,29	-0,52	-0,93	-1,11
Çiçeklenme Öncesi	-0,32	-0,66	-1,23	-1,40
Hasat Dönemi	-0,34	-0,81	-1,51	-1,66

**Şekil 3:** Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_{go}) üzerine etkileri

Çalışmamızda yapılan ölçümler sonucunda, 3-4 yapraklı dönemden itibaren başlanan ve vejetasyonun boyunca farklı dönemlere kadar sürdürülen tüm tuz uygulamalarında gün ortası yaprak su potansiyellerinin (Ψ_{go}) giderek azalma eğilimi gösterdiği ve stres seviyesinin buna bağlı olarak arttığı saptanmıştır. 100 mM tuz uygulaması yapılan biberlerde Ψ_{go} değerleri -1,11 MPa ile -1,66 MPa arasında değişmiştir. 8 yapraklı döneme kadar yapılan uygulamalardaki bitkilerin yaprak su potansiyeli (-1,11 MPa) orta seviyede streste iken, çiçeklenme (-1,40 MPa) ve hasat dönemlerinde (-1,66 MPa) sonlandırılan 100 mM NaCl uygulamalarındaki biberlerin çok şiddetli strese maruz kaldıkları belirlenmiştir. Buna karşılık, hiç tuz uygulanmayan gruptaki bitkilerde Ψ_{go} değerleri 8 yapraklı dönemde -0,29 MPa'a, çiçeklenme döneminde -0,32 MPa'a ve hasat döneminde -0,34 MPa'a kadar düşmüş ve hiç stresin olmadığı saptanmıştır. 50 mM uygulamasında 8 yapraklı dönemde (-0,52 MPa), çiçeklenme döneminde (-0,66 MPa) ve hasada kadar (-0,81 MPa) yapılan tuz uygulaması sonucunda da hiç stres görülmemiştir. 75 mM tuz uygulamalarında ise Ψ_{go} değerleri 8 yapraklı döneme kadar yapılan uygulamalarda -0,93 MPa'a kadar düşmüş (stres yok), çiçeklenme dönemine -1,23 MPa (yüksek stres) ve hasada kadar tuz uygulamaları sürdürülenlerde ise -1,51 MPa'a kadar inmiş ve biberler şiddetli strese maruz kalmıştır.

Araştırmalar neticesinde uygulanan tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak yaprak su potansiyellerinin tüm dönemler boyunca azaldığı ve dolayısıyla su ve tuz stresi koşullarının arttığı belirlenmiştir. 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulaması yapılan Jalapeno çeşidine ait biberlerde kontrolde (-0,29 MPa), 50 mM (-0,52 MPa) ve 75 mM (-0,93 MPa) tuz uygulaması yapılan parsellerde stres görülmemiştir ve 100 mM tuz uygulamasında -1,11 MPa Ψ_{go} değeri ile orta stres seviyesine ulaştıkları saptanmıştır. Çiçeklenme öncesi döneme kadar 0 mM tuz uygulaması yapılan (-0,32 MPa) biberlerde ve çiçeklenme dönemine kadar 50 mM (-0,66 MPa) tuz uygulaması yapılanlarda stres görülmemiştir. 75 mM'de (-1,23 MPa) yüksek seviyede ve 100 mM'de (-1,40 MPa) çok şiddetli seviyede stres saptanmıştır. Hasat dönemine kadar tuz uygulaması yapılan biberlerde (-0,34 MPa) stres meydana gelmemiştir. 3-4 yapraklı dönemden hasada kadar tuz uygulaması yapılan parsellerde ise 50 mM'de (-0,81 MPa) hiç stres yok, 75 mM'de (-1,51 MPa) ve 100 mM'de (-1,66 MPa) çok şiddetli stres seviyesi saptanmıştır.

Öğlen vakti yapılan ölçümler, sabah ölçümlerine göre farklılık göstermiştir. Bitkilerin transpirasyon yoluyla bünyelerinde kaybettikleri su yüzünden Ψ_{go} değerlerinin (-) yönünden düştüğü görülmektedir.

Deveci ve Uyan (2011), çalışmalarında araştırmamıza paralel sonuçlar bulmuştur. İspanağın en olgun olan hasat dönemine girildiğinde bünyesinde en fazla suyu bulundurduğu ve faaliyetlerini devam ettirebilmek için en çok suya ihtiyaç olan bu dönemde oluşacak bir su stresinden sonra bitkilerin sadece kontrol ve % 75 oranında sulama yapılan grubunun stresten etkilenmediği ya da az etkilenerek çıktığını tespit etmişlerdir. Fakat % 0, % 25 ve % 50 grubundaki bitkilerin stresi atlatamadığını bulmuştur.

Tuz stresi yaprak su potansiyeli bakımından % 68.25 oranında değişim göstererek kontrol bitkilerine göre artma göstermiştir (Kaya, 2011).

Ashraf ve Arfan. (2005), Sabzpari ve Chinese-red bamya çeşitlerinde tarla kapasitesinin % 100 ve % 40 oranında sulama olmak üzere iki su uygulaması ile gerçekleştirdikleri araştırmalarında, su stresinin bamya çeşitlerinde yaprak su potansiyeline etkilerini araştırmışlardır. Kuraklık etkisiyle, yaprak su potansiyelinin her iki çeşitte de düştüğünü saptamışlardır.

Karıpçin (2009), karpuz genotipleri ile yaptığı çalışmada su düzeyi arttıkça yaprak su potansiyelinin negatif yönde arttığını, yani stres koşulları arttıkça yaprak su potansiyelinin de arttığını saptamıştır.

Yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%)

Jalapeno biber çeşidinin yapraklarında meydana gelen membran zararlanma indeksi (MZİ) yönünden değişimleri Tablo 4 ve Şekil 4’de görülmektedir.

Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda MZİ yönünden ele alınan 2 ana faktör ve bunlara ait interaksiyonun istatistiki açıdan % 1 hata düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Tablo 4: Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi* (%) ve LSD testine göre gruplar

Tuz Uygulama Zamanları	Tuz Konsantrasyonu (NaCl)				Zaman Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	
8 yapraklı döneme kadar	6,87 h	12,18 g	16,34 fg	27,06 e	15,61 c
Çiçeklenme dönemine kadar	6,60 h	20,26 f	32,20 de	38,88 c	24,48 b
Hasat dönemine kadar	6,68 h	37,06 cd	51,14 b	64,65 a	39,88 a
Tuz Uygulaması Ana Etkisi	6,71 d	23,17 c	33,22 b	43,53 a	

* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.

Tablo 4’de zaman ana etkisi bakımından MZİ ortalamalarının % 6,60 ile % 64,65 arasında değiştiği ve en düşük yaprak membran zararlanmasının 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulananlarda gerçekleşirken bu oranın hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulaması ile en yüksek ortalamaya ulaştığı görülmektedir.

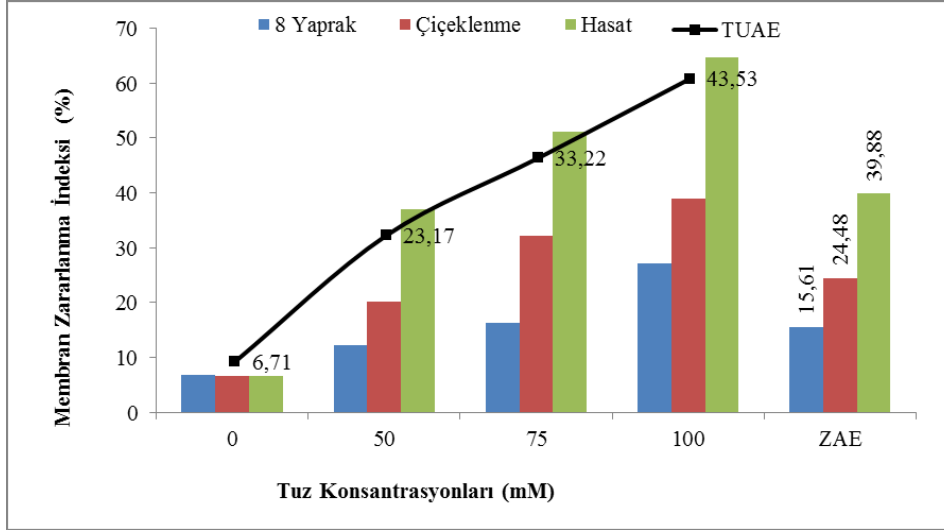
Tablo 4’ü incelendiğinde en düşük MZİ ortalamasının 0 mM’e ait yapraklarda görüldüğü (% 6,71), en yüksek MZİ ortalamasının ise 100 mM tuz uygulamasına ait bitki yapraklarında (% 43,53) tespit edilmiştir. Tuzluluk stresi biberlerde hücre zarlarına neden olmuştur.

Kaya ve Daşgan (2013), fasulye genotipleriyle yapılan bir çalışmada tuz ve kuraklık streslerinin yaprak membran zararlanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Arslan (2011), biberde 24-epibrassinolid uygulamaları ile kuraklık stresine karşı toleransın artırılması adlı çalışmada, doku elektriki iletkenliği veya diğer bir ifadeyle doku membran geçirgenliği; bitkilerde stres altında zar (membran) bütünlüğünü koruyabilme kabiliyetlerinin bir ifadesi olarak tanımlanır. Strese maruz kalan bitkilerde hücre zarlarında meydana gelen hasar sonucu hücre içindeki suda erimiş maddeler hücreler arası boşluklara akarlar ve bu da doku elektriki iletkenlik değerini yükseltir. Kısacası, doku elektriki iletkenlik değerleri ile membran bütünlüğü arasında ters orantı mevcuttur.

Deveci ve Uyan (2011), ıspanakta kuraklık stresinde su yetersizliğine bağlı olarak, hücre membranlarının ve lipidlerin yapısında bozulma meydana gelmiş olup, enzim aktivitelerini çalıştıran ve ozmotik düzenlemeyi sağlayan yapılarda zararlanma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Kaya (2011), arpa, çilek ve çeltik gibi bitki türleri ile yapılan çalışmalarda, tuz uygulamalarının membran geçirgenliğini artırıcı etki yaptığı belirlenmiştir.



Küçükkömürücü (2011), tuzluluk ve kuraklık streslerine tolerans bakımından bamyı genotiplerinin taranması ile ilgili çalışmasında, tuz stresi koşullarında kuraklığa nazaran daha belirgin olarak hücre zararlanmasında artış meydana geldiğini ifade etmektedir.

Şekil 4: Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması üzerine etkileri

Akay (2010) tarafından biberde yapılan denemede, tuz konsantrasyonu arttıkça hücre membranlarında bozulma saptanmıştır.

Ecem (2010), mısır genotiplerinin yaprak dokularında, kuraklık stresinin şiddeti arttıkça, membran bütünlüğü ve geçirgenliğinin miktarının kontrol değerlerine göre önemli derecede arttığını belirlemiştir.

Karakuş (2008), farklı tuz (NaCl) stresi koşullarında prolin uygulamalarının patatesteki fizyolojik ve morfolojik özelliklere etkileri isimli çalışmasında yapraktaki en yüksek hücre membran geçirgenliğinin 100 mM tuz uygulamasından, en düşük hücre membran geçirgenliğinin ise kontrol bitkilerinden elde edildiğini saptamıştır.

Tohma (2007), çilekte salisilik asit uygulamasının tuz stresine dayanıklılık üzerine etkileri çalışmasında, bütün örneklem dönemlerinde tuz konsantrasyonunun artmasının membran geçirgenliğinin yükselmesine sebep olduğunu tespit etmiştir.

Yakıt ve Tuna (2006)'da tuz stresi altındaki mısır bitkisinde membran geçirgenliği değerinin kontrol grubunda en düşük olduğunu; fakat tuz grubunda kontrole göre yaklaşık 5 kat artış gösterdiğini saptamışlardır.

Yaprak sıcaklıklarının saptanması (°C)

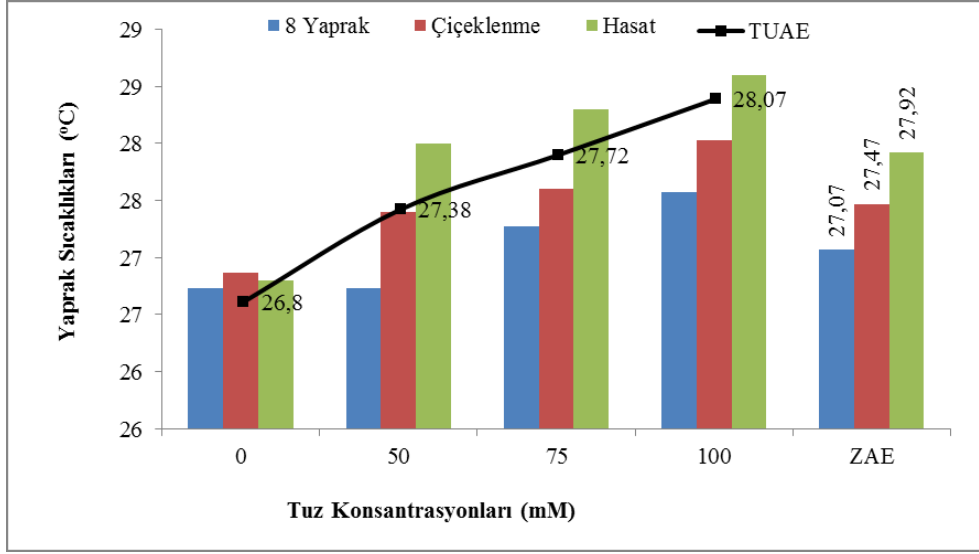
İnfrared termometre yardımıyla yapraklara dokunulmadan tuz uygulamalarının başından sonuna kadar yapılan sıcaklık ölçümlerine ait ortalamalar Tablo 5 ve Şekil 5'de gösterilmiştir.

Denemede kullanılan Jalapeno biber çeşidimiz çeşitli zaman ve tuz ana etkileri ile bunların birbirleri arasında oluşturdukları kombinasyonlar % 1 hata sınırları içerisinde önemli bulunmuştur.

Tablo 5: Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak sıcaklığı ortalamalarına etkisi* (°C) ve LSD testine göre gruplar

Tuz Uygulama Zamanları	Tuz Konsantrasyonu (NaCl)				Zaman Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	
8 yapraklı döneme kadar	26,73 e	26,73 e	27,27 d	27,57 cd	27,07 c
Çiçeklenme dönemine kadar	26,87 e	27,40 cd	27,60 c	28,03 b	27,47 b
Hasat dönemine kadar	26,80 e	28,00 b	28,30 ab	28,60 a	27,92 a
Tuz Uygulaması Ana Etkisi	26,80 d	27,38 c	27,72 b	28,07 a	

* Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında 0.01 düzeyinde fark yoktur.



Şekil 5: Farklı vejetasyon dönemleri ve tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak sıcaklığı üzerine etkileri

Tablodan da anlaşılacağı gibi en yüksek yaprak sıcaklığı değerine 100 mM'lük tuz uygulamasında (28,07 °C), en düşük değere kontrol tuz uygulamasında (26,8 °C) ulaşılmıştır.

Değişik vejetasyon dönemlerine kadar farklı tuz konsantrasyonlarının Jalapeno biber çeşidinin yaprak sıcaklıklarına ait ortalamaların olduğu Tablo 5 incelendiğinde tuz uygulaması ana etkileri bakımından kontrol uygulamasının 26,8°C ile en düşük yaprak sıcaklığına sahip olduğu görülmektedir. İklim odasında ortalama 25°C ortam sıcaklığında hiç tuz uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulaması ortam sıcaklığına en yakın sıcaklıkta olduğu fakat tuz konsantrasyonlarının artırıldığı parsellerde yaprak sıcaklığının giderek arttığı ve en yüksek yaprak sıcaklığının 100 mM NaCl uygulamasında elde edildiği görülmektedir. Birçok araştırmacının farklı türlerde yaptığı infrared sıcaklık ölçümlerine göre de bitkilerin ideal ortamlardan stresli ortamlara girdiğinde özellikle su ve tuz stresinde stomaların kapanmasından dolayı yaprak sıcaklıklarında artışlar olduğu bilinmektedir. Denememizde de tuzluluk stresi arttıkça buna tepki olarak yaprak sıcaklıklarının arttığı belirlenmiştir.

Özellikle su stresi bitki su içeriği ve yüzey sıcaklığı ile direkt, vejetasyon düzeyi ile dolaylı bir biçimde, uzaktan algılama araçlarının termal (infrared termometre ile eşdeğer), NIR ve RED bantları (spektrometre ile eşdeğer) ile izlenebilmektedir (Köksal, 2006).

NaCl uygulaması sonucunda yaprak sıcaklığı hiç tuz uygulanmayan bitkilerde farklı tuz konsantrasyon uygulamalarına göre azalma göstermiştir (Kaya, 2011).

Vermeulen ve ark. (2007), domateste gerçekleştirdikleri çalışmalarında stomaların kapandığı durumda yaprak sıcaklığının yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Jackson vd. (1986)'ya göre, uzaktan algılama ile bitki koşullarının gözlenmesi sadece verim tahmin etmede değil aynı zamanda günlük olarak bitki yönetiminde de etkilidir. Birçok arazi denemesi kurularak el radyometreleri ile bitki karakteristiklerinin spektral tepkileri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalara göre, radyometrik bir biçimde ölçülen bitki örtü sıcaklığı referans bir sıcaklık ile karşılaştırıldığında (hava sıcaklığı), su stresine ilişkin önemli bir gösterge niteliğindedir.

Aynı şekilde Köksal (2006), bitki yüzey sıcaklığının hava sıcaklığına oranla daha fazla artmasının bitkinin su stresine girdiğinin bir belirtisi olduğunu bildirmektedir.

Bitki strese girdiğinde en erken belirtilerden biri yaprak sıcaklığının artması olup, bu durum radyasyon emiliminin olduğu ve transpirasyonun engellendiği anlamına gelmektedir (Buschmann ve Lichtenthaler, 1998).

Cornic ve Ghashgaie (1991), fasulyede yaptıkları denemede yaprak sıcaklığını araştırmışlardır. Yaprak sıcaklığı düştüğünde stomaların açıldığını saptamışlardır.

Son onbeş yılda bitki su stresinin izlenmesi için bitki sıcaklığı ölçüm tekniği üzerine olan ilgi artmış ve bu konuda birçok çalışma yapılmıştır (Jackson ve ark 1981). Anılan teknik yaprak yüzeylerinden transpirasyon yoluyla buharlaşan suyun yaprakları serinlettiği ilkesine dayanır. Bu süreçte kullanılan su sınırlanırsa, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklıkları artar. Transpire olan su çok azsa, absorbe edilen radyasyon nedeniyle yapraklar, çevresindeki atmosferden daha sıcak olacaklardır (Jackson, 1991).

Sonuç

Araştırmada tuz uygulamalarının belirli oranlarla arttırılmasıyla Jalapeno biber çeşidinin; yaprak oransal su içeriğinde azalmaların meydana geldiği, yani tuz oranı arttıkça bu maddelerin miktarlarının düştüğü tespit edilmiştir. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmaları ile yaprak sıcaklığı 100 mM tuz uygulamalarında en yüksek seviyede olduğu tuzluluk azaltıldığında miktarlarının azaldığı görülmüştür. Uygulanan tuz stresi biber bitkisinin değişik vejetatif dönemlerinde gösterdiği tepki bakımından değerlendirildiğinde; yaprak sıcaklıkları ve yaprak hücrelerinde membran zararlanması hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulamalarında en yüksek düzeye ulaşmıştır. Denemede ele alınan diğer tüm kriterler bitkinin hasat dönemine kadar yapılan NaCl konsantrasyonunda en düşük düzeyde olurken bunu çiçeklenme dönemi izlemiş, 8 gerçek yapraklı döneme kadar yapılan NaCl konsantrasyonu en yüksek düzeye çıkmıştır. Yaprak su potansiyelini ele aldığımızda tuz konsantrasyonu arttıkça stres değeri de şiddetlenmektedir.

Kaynaklar

- Açıkgöz, N. (1984). Tarla Deneme Tekniği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 448 Bornova-İzmir, 167 s.
- Akay, R. ZH. (2010). Biberde Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Fizyolojik Parametreler ile Mineral Madde İçeriği üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, 66 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Anonymous. (2011). <http://tr.wikipedia.org/wiki/Jalepe%C3%Blo>
- Arslan, A. (2011). Biberde 24-Epibrassinolid Uygulamaları ile Kuraklık Stresine Karşı Toleransın Artırılması. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 105 sayfa, Kahramanmaraş.
- Ashraf, M., ve Arfan, M. (2005). Gas Exchange Characteristics and Water Relations in Two Cultivars of Hibiscus Esculentus under Waterlogging. *Biologia Plantarum*, 49 (3): 459-462.
- Bayat. R., Kuşvurun, Ş., Üstün, A.S., ve Ellialtıoğlu, Ş. (2012). Tuza Tolerans Özelliği Farklı İki Kabak Genotipine Ait Fidelere Yapılan Dışsal Prolin Uygulamalarının Etkileri Üzerinde Araştırmalar.
- Buschmann, C., ve Lichtenthaler, H.K. (1998). Principles and Characteristics of Multi-Colour Fluorescence Imaging of Plants. *Journal of Plant Physiology*, 152, 297-314.
- Cornic, G, ve Ghasghaie, J. (1991). Effect of Temperature on Net CO₂ Assimilation and Photosystem II Quantum Yield of Electron Transfer of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Leaves During Drought Stress. *Planta*, 185, 255- 260.
- Deveci, M., ve Uyan, B. (2011). Değişik Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişikliklerin Belirlenmesi. Türkiye VI. Bahçe Bitkileri Kongresi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa.
- Ecem, N. (2010). Farklı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşit ve Hatlarında Kuraklık Stresi Etkilerinin Fizyolojik Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 77 sayfa, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Sakarya.
- Ekmekçi, E., ve Altunal, E. (2007). Farklı Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının, Biberde Bazı Büyüme Gelişme Ve Verim Parametrelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun.
- Erdem, T., ve Arın, L., Erdem, Y., Polat, S., Deveci, M., Okursoy, H., ve Gültaş, H.T. (2010). Yield and Quality Response of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods. *Agricultural Water Management*, 97 (5): 681-68.
- Fan, S., ve Blake, T. (1994). Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. *Physiologia Plantarum*, 90: 414-419.
- Hoagland, D.R., ve Arnon, D.I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Berkeley, Calif. University of California, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station. <https://archive.org/details/watercultureme3450hoag>
- Jackson, R.D., ve Pinter, Jr P.J., Reginato, R.J., ve Idso, S.B. (1986). Detection and evaluation of plant stress for crop management decisions. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 24(1): 99-106.
- Jackson, S.H. (1991). Relationships Between Normalized Leaf Water Potential and Crop Water Stress Index Values for Acala Cotton, *Agric. Water Management*, 20: 109-118, 1191.
- Kalefetoğlu, T., ve Ekmekçi, Y. (2005). Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları. *Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 723-740.
- Karakuş, M. (2008). Farklı Tuz (NaCl) Stresi Koşullarında Prolin Uygulamalarının Patateste Fizyolojik ve Morfolojik Özelliklere Etkileri. Doktora Tezi, 99 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Karipçin, M.Z. (2009). Yerli Ve Yabani Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana.

- Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., ve Mastrorilli, M. (2004). Comparison of Corn Yield Response to Plant Water Stress Caused by Salinity and by Drought. *Agricultural Water Management*, 65: 95–101
- Kaya, E., ve Daşgan, H.Y. (2013). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt:29-2.
- Kaya, E. (2011). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotipinin Taranması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi* 212 sayfa, Adana.
- Kaya, C., ve Higgs, D. (2003). Supplementary KNO₃ Improves Salt Tolerance in Bell Pepper Plants, *J. of Plant Nutr.* 26, 7, 1367-1382.
- Köksal, E.S. (2006). Sulama Suyu Düzeylerinin Şekerpancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin, İnfrared Termometre ve Spektroradyometre ile Belirlenmesi. *Doktora Tezi*, 101 sayfa, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., ve Ellialtıoğlu, Ş. (2008a). Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Tuza Tolerant ve Duyarlı *Cucumis sp.*'nin Bazı Genotiplerinde Lipid Peroksidasyonu, Klorofil ve İyon Miktarlarında Meydan Gelen Değişimler. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1): 11-18, Van.
- Kuşvuran, Ş. (2010). Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, Adana.
- Küçükkömürcü, S. (2011). Tuzluluk ve Kuraklık Streslerine Tolerans Bakımından Bamyaya Genotiplerinin Taranması, *Yüksek Lisans Tezi*, Adana.
- Mahajan, S., ve Tuteja, N. (2000). Cold, Salinity and Drought Stress: An Overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444, 139-158.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress, *Plant, Cell and Environment*. 25, 239-250.
- Oğuz, İ., Noyan, Ö.F., Karaman, M.R., Koçyiğit, R., ve Özen, M. (2012). Jalapeno Biber Tarımında Farklı Organik ve İnorganik Materyallerin Toprak Özellikleri ve Ürün Verimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi* (2012-1): 393
- Öncel, İ., ve Keleş, Y. (2002). Tuz Stresi Altındaki Buğday Genotiplerinde Büyüme, Pigment İçeriği ve Çözünür Madde Kompozisyonunda Değişmeler. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(2), Sivas.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1): 47-65, Ankara.
- Öztürk, L., Küfrelioğlu, İ., ve Demir, Y. (2008). In Vivo and in Vitro Effects of Etephon on Oxidative Enzymes in Spinach Leaves. *Acta Physiol Plant* 30:105-110.
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L., ve Ayerbe, L. (2004). Growth of Epicotyls, Turgor Maintenance and Osmotic Adjustment in Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjectes to Water Stres. *Field Crops Research*, 86: 81-90.
- Scholander, P.F., Yamel, H.T., ve Bradstreet, E.D., ve Hemmingsen, E.A. (1965). Sap Pessure in Vascular Plants. *Science*, 148:339-346.
- Taiz, L., ve Zeiger, E. (2008). *Bitki Fizyolojisi üçüncü baskıdan çeviri* (Çeviri Editörü: Prof. Dr. İsmail Türkan), Palme Yayıncılık, Ankara.
- Tohma, Ö. (2007). Çilekte Salisilik Asit Uygulamasının Tuz Stresine Dayanıklılık Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, 61 sayfa, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Yakıt, S., ve Tuna, A.L. (2006). Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 59-67.

TEŞEKKÜR

Bu tez, Namık Kemal Üniversitesi BAP (Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi) (NKUBAP.00.24.AR.12.03) tarafından desteklenmiştir.