



## Marulda Farklı Tuz ve Potasyum Uygulamalarının Verim ve Bazı Fizyo–Morfolojik Özelliklere Etkileri

Gökhan Çamoğlu<sup>1\*</sup> Kürşad Demirel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 17100/Çanakkale.

\*Sorumlu yazar: camoglu@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.03.2015

Kabul Tarihi: 24.07.2015

### Öz

Bu çalışma, farklı tuz ve potasyum düzeylerinin marul bitkisinin verimine ve bazı fizyolojik (yaprak oransal su içeriği, stoma iletkenliği ve membran geçirgenliği) ve morfolojik (bitki boyu ve çapı, toplam ve atılan yaprak sayısı) özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla 2011–2012 yılı kış döneminde sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada, 2 farklı tuz (0,6 dS m<sup>-1</sup> (T0) ve 4,0 dS m<sup>-1</sup> (T1)) ve 4 farklı potasyum seviyesi (5 kg da<sup>-1</sup> (K1), 16 kg da<sup>-1</sup> (K2), 32 kg da<sup>-1</sup> (K3) ve 48 kg da<sup>-1</sup> (K4)) uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, marul veriminin tuzlu sulama suyundan önemli oranda etkilendiği ve uygulanan potasyum düzeyindeki artışın verimi iyileştirici yönde bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Tuzsuz koşullarda gereğinden çok daha fazla potasyum uygulaması verimi ve fizyolojik özellikleri önemli oranda azaltmış, tuzlu koşullarda ise verim ve fizyolojik özelliklerden sadece membran geçirgenliği üzerine potasyumun herhangi bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Hem tuzsuz hem de tuzlu su ile sulanan marulda en yüksek stoma iletkenliği ve yaprak oransal su içeriği değerleri ihtiyacından iki kat fazla potasyumun uygulandığı konulardan elde edilmiştir. Tuz ve potasyum düzeylerindeki artış veya azalış, morfolojik özelliklerden bitki boyu ve yaprak sayısını değiştirmemiştir. Sonuç olarak, marul bitkisi için sulama suyundaki tuz seviyesinin artmasının bitki gelişimini olumsuz etkilediği ve ihtiyacından çok daha fazla uygulanan potasyumun tuz stresini azaltıcı bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Marul, Tuz, Potasyum, Stres, Sera.

### Abstract

#### The Effects on Yield and Some Physio–Morphological Traits of Different Salinity and Potassium Treatments in Lettuce

This study was conducted to determine effects on yield and some physiological (relative water content, stomatal conductance and membrane leakage) and morphological (plant height and diameter, total and thrown leaves) traits of lettuce plant at different salinity and potassium levels in the winter period in 2011–2012 under greenhouse conditions. Two different salinity (0.6 dS m<sup>-1</sup> (T0) and 4.0 dS m<sup>-1</sup> (T1)) and four different potassium levels (5 kg da<sup>-1</sup> (K1), 16 kg da<sup>-1</sup> (K2), 32 kg da<sup>-1</sup> (K3) and 48 kg da<sup>-1</sup> (K4)) were applied in this research. As a result of the study, It was seen that the yield of lettuce was affected significantly by salinity irrigation water and the increase in potassium level applied had not a positive effect on yield. The yield and physiological traits reduced because of much more potassium application than necessary under non–salinity conditions. Potassium did not affect the yield and only membrane leakage from physiological traits under salinity conditions. The highest stomatal conductance and relative water content values were obtained from treatments applicated much more potassium than necessary in lettuce irrigated by both non–salinity and salinity water. It was seen that plant height and leaf number from morphological traits did not change by increase or decrease of salinity and potassium levels. As a result, it was seen that increasing of salt levels affected negatively plant growth, and applying of much more potassium than necessary did not reduce the salinity stress.

**Keywords:** Lettuce, Salinity, Potassium, Stress, Greenhouse.

### Giriş

Bitkiler, gelişimlerini kısıtlayıcı birçok olumsuz koşula maruz kalmaktadır. Bitkilerin büyüme ve gelişimini etkileyen söz konusu koşullara stres adı verilmektedir. Stres faktörleri, abiyotik (sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, radyasyon, rüzgar vb.) ve biyotik (virüs, bakteri ve böcekler vb.) olmak üzere ikiye ayrılır (Larcher, 1995; Yılmaz ve ark., 2011). Tuz stresi bitkilerin gelişimini etkileyen önemli abiyotik stres faktörlerinden birisidir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Bitkilerde tuz stresi, ozmotik potansiyel ile toksik etki yapan iyon konsantrasyonlarının yüksekliğinden kaynaklanır ve tuz stresinin sonucu olarak bitkilerin toprak üstü gelişimi olumsuz etkilenir (Kacar ve ark., 2009). Ayrıca, tuz stresi bitkilerde fotosentez oranını, transpirasyon oranını ve stoma iletkenliğini azaltmaktadır (Ashraf, 2004; Yılmaz ve ark., 2011). Topraktaki tuz oranındaki artışa bağlı olarak su potansiyeli düşmekte, buna bağlı olarak da bitki var olan sudan daha az yararlanabilmekte ve bu olay “Fizyolojik Kuraklık” olarak



adlandırılmaktadır (Taiz ve Zieger, 2008). Toprakta tuz miktarının artmasıyla bitkinin potasyum (K) alımı da önemli derecede azalmaktadır (Taban ve Katkat, 2000). Bitkilerdeki K eksikliği, hücre büyüklüğü ve bitkide büyüme oranının azalmasına paralel olarak bitki dokularında su miktarının azalmasına neden olur (Kacar ve Katkat, 2006). Farklı bitkilerde yapılan araştırmalar tuz stresinin stoma iletkenliği ve fotosentez hızını azalttığını göstermiştir (Meloni ve ark., 2003; Gomez–Canedas ve ark., 2003; Parida ve Das, 2005).

Potasyum, bitkinin başta tuz ve su stresi olmak üzere çevresel streslere karşı koyabilme yeteneğini ve toleransını arttırmaktadır. Bitkilerde bu mekanizma, özelleşmiş stoma kapatma hücrelerinde K birikmesi sonucu su potansiyelinin düşmesi ve buna bağlı olarak hücreye su girmesi ve yine bu hücrelerde K eksilmesi sonucu şeker ve nişasta birikmesi nedeniyle su potansiyelinin artmasına dayanmaktadır. Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde ancak ilave K verilmesi durumunda, bozulmuş olan hücre içi Na/K dengesi yeniden dengelenmekte ve buna bağlı olarak metabolik faaliyetler düzene girebilmektedir (Davenport ve ark., 1997; Kaya ve Tuna, 2005). Yakıt ve Tuna (2006), mısır bitkisinde tuz ile ilave olarak uygulanan kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve K bileşiklerinin membran geçirgenliği ve oransal su içeriği üzerine olumlu etki yaptığını ve tuzun olumsuz etkisini kısmen hafiflettiğini belirtmişlerdir. Farklı bitki türlerinde yapılan araştırmalarda, K uygulamalarının tuz stresinin neden olduğu olumsuzlukları iyileştirici etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Berlinger ve Trollenier, 1978; Anaç ve ark., 1979; Bohra ve Doerffling, 1993; Kaya ve ark., 2001; Kaya ve Higgs, 2003; Demirel ve ark., 2014).

Marul, serin iklim sebzesi olmasına rağmen, ülkemizin her bölgesinde ve her zaman yetiştirilebilen ekonomik değeri yüksek bir sebzedir (Yıldırım ve ark., 2014). Türkiye’de 2013 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre toplamda yaklaşık 437 bin ton marul üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2014). Marul üretiminde diğer bitkilerde olduğu gibi biyotik ve abiyotik stresin varlığı, verimi ve gelişimi önemli düzeyde azaltmaktadır. Marul, tuzluluğa oldukça hassas bir bitki olup tuz stresi bitkinin büyümesini geriletmekte ve fizyolojisini olumsuz yönde etkilemektedir (Qin ve ark., 2013). Bu etkinin diğer bitkilerde K ile azaltılabileceği konusunda yapılan çalışmalar bulunmasına rağmen, marul için yapılan çalışmalar yetersiz düzeydedir.

Bu çalışmada, sera koşullarında saksı ortamında yetiştirilen marul bitkisinde farklı tuz ve potasyum düzeylerinin verim ve bazı özellikler (stoma iletkenliği, yaprak oransal su içeriği (YOSİ), membran geçirgenliği, bitki boyu, çapı ve yaprak sayısı) üzerine etkileri incelenmiştir.

## **Materyal ve Yöntem**

### **Deneme alanı ve deseni**

Deneme, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dardanos Yerleşkesinde bulunan ısıtmasız cam serada tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada, 8 litre hacmindeki saksılar ve yetiştirme ortamı olarak bitki besin elementleri içermemesi nedeniyle yıkanmış ve elenmiş kum+perlit (1:1 oranında) karışımı kullanılmıştır. Bu durumda, bir saksının ağırlığı 4,5 kg olmuştur. Deneme materyali olarak olgunluk süresi iklim koşullarına bağlı olarak dikimden sonra 50–70 gün olan “*Campania*” kıvrırcık marul çeşidi kullanılmıştır (Şekil 1.). Marul bitkisi için ihtiyaç duyulan gübre miktarları N için 9 kg da<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> formunda fosfor (P) için 5 kg da<sup>-1</sup> ve K<sub>2</sub>O formunda potasyum (K) için 16 kg da<sup>-1</sup>’dir. Denemede, marul bitkisine 4 farklı K ve 2 farklı tuz düzeyi uygulanmıştır. Tuz ilavesi yapılmayan konuların sulanmasında deneme alanında bulunan keson kuyudan alınan sulama suyu kullanılmıştır. Bu suyun EC değeri 0,6 dS m<sup>-1</sup>’dir. Bu nedenle bu konular tuzsuz olarak adlandırılmıştır. Tuz uygulanan konularda sulama suyuna gübre solüsyonu konduktan sonra EC metre yardımıyla 4 dS m<sup>-1</sup> değerine gelinceye kadar NaCl formunda eritilmiş tuz eklenmiştir. Deneme konuları Çizelge 1.’de ve uygulanan gübre çeşitleri ve dozları Çizelge 2.’de verilmiştir.

Bitkiler damla sulama sistemiyle sulanmıştır (Şekil 1.). Sistem, debisi 2 L h<sup>-1</sup> olan damlatıcıların her biri bir saksıya gelecek şekilde dizayn edilmiştir. Tuz ilavesi yapılan sulamalar yeterli yüksekliğe yerleştirilen 100 lt hacminde bir su deposu yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Diğer konuların sulamaları ise doğrudan kuyudan yapılmıştır. Sulama uygulamaları her gün olmak üzere tarla kapasitesi nem düzeyine gelecek şekilde yapılmıştır. Yıkama suyu ilavesi yapılmamıştır. Fideler, 22.12.2011 tarihinde her bir saksıya 1 adet olacak şekilde dikilmiştir ve dikimden 55 gün sonra (14.02.2012) hasat edilmiştir.



Şekil 1. Denemenin genel görünümü.

Çizelge 1. Denemede uygulanan konular

Konu	EC <sub>w</sub> (dS m <sup>-1</sup> )*	K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> )	Açıklama
T0K1	0,6	5	Tuzsuz ve potasyum yetersiz
T0K2	0,6	16	Tuzsuz ve potasyum normal
T0K3	0,6	32	Tuzsuz ve potasyum iki kat fazla
T0K4	0,6	48	Tuzsuz ve potasyum üç kat fazla
T1K1	4,0	5	Tuzsuz ve potasyum yetersiz
T1K2	4,0	16	Tuzsuz ve potasyum normal
T1K3	4,0	32	Tuzsuz ve potasyum iki kat fazla
T1K4	4,0	48	Tuzsuz ve potasyum üç kat fazla

\*EC<sub>w</sub>: Suyun elektriksel iletkenliği.

Çizelge 2. Denemede saksı başına uygulanan gübreler ve dozları

Konu	Açıklama
K1	0,69 g Kompoze (N <sub>18</sub> -P <sub>18</sub> -K <sub>18</sub> ) + 0,33 g Timazot (N <sub>30</sub> -P <sub>0</sub> -K <sub>0</sub> )
K2	0,69 g Kompoze (N <sub>18</sub> -P <sub>18</sub> -K <sub>18</sub> ) + 0,33 g Timazot (N <sub>30</sub> -P <sub>0</sub> -K <sub>0</sub> ) +0,55 g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
K3	0,69 g Kompoze (N <sub>18</sub> -P <sub>18</sub> -K <sub>18</sub> ) + 0,33 g Timazot (N <sub>30</sub> -P <sub>0</sub> -K <sub>0</sub> ) +1,35 g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
K4	0,69 g Kompoze (N <sub>18</sub> -P <sub>18</sub> -K <sub>18</sub> ) + 0,33 g Timazot (N <sub>30</sub> -P <sub>0</sub> -K <sub>0</sub> ) +2,15 g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

### İncelenen özellikler

#### Verim

Kökleriyle birlikte hasat edilen bitkilerin toprak üstü aksamı kesilip tartılmış ve bitki başına verim değerleri (g bitki<sup>-1</sup>) elde edilmiştir.

#### Fizyolojik ölçümler

##### Stoma iletkenliği

Stoma iletkenliği ölçümleri hasat öncesinde her bir tekerrürdeki bir bitkinin üç farklı noktasından bir difüzyon yaprak porometresi (Decagon SC-1) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.). Elde edilen değerler mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 2. Porometre ile stoma iletkenliği ölçümü.

### Yaprak oransal su içeriği

Hasat öncesinde tüm konulardaki her bir bitkinin üç farklı noktasından alanı bilinen diskler yardımıyla yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler hassas terazi yardımıyla tartılarak yaş ağırlık (YA), 24 saat süre ile saf suda bekletilip doygun durumuna getirilerek turgor ağırlık (TA) ve ardından etüvde 70°C’de 24 saat süreyle bekletilerek kuru ağırlık (KA) değerleri elde edilmiştir. Söz konusu değerlerden yararlanılarak Eşitlik 1 yardımıyla yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (Bowman, 1989), hesaplanmıştır.

$$YOSİ = \frac{YA - KA}{TA - KA} \times 100 \quad (1)$$

### Membran geçirgenliği

Hasat sonrasında laboratuvara getirilen her bir bitkiden 5 g örnek alınarak 100 ml’lik beherde 50–70 ml saf su içinde ve 23°C’de bekletilmiştir. Örnekler, dakikada 100 devir hızında çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Beherlerdeki karışımın elektriksel iletkenlik değerleri 1. (C1) ve 60. (C60) dakikalarda EC metre ile ölçülmüştür. Daha sonra örnekler 121°C’de 25 dakika otoklavda bekletilmiştir. Otoklavdan çıkan örnekler oda sıcaklığına gelene kadar soğutulmuş ve beherlerdeki solüsyonun elektriksel iletkenlik değeri (CT) tekrar ölçülmüş ve Eşitlik 2 yardımıyla membran geçirgenliği (%EC) değeri hesaplanmıştır (Fan ve Sokorai, 2005).

$$\%EC = \frac{(C60 - C1)}{CT} \times 100 \quad (2)$$

### Morfolojik ölçümler

#### Bitki boyu ve çapı

Bitki boyu, toprak seviyesinden itibaren bitkinin en üst kısmına kadar olan mesafe ölçülerek; bitki çapı da iki farklı yönden en uç iki yaprak arasındaki mesafenin ortalaması alınarak bulunmuştur. Bu ölçümler hasattan önce yapılmıştır.

#### Toplam ve atılan yaprak

Hasat sonrası laboratuvara getirilen her bir tekerrürdeki bitkilerin tüm yaprakları sayılarak toplam yaprak sayısı ve bozulmuş yaprakları sayılarak da atılan yaprak sayısı belirlenmiştir.

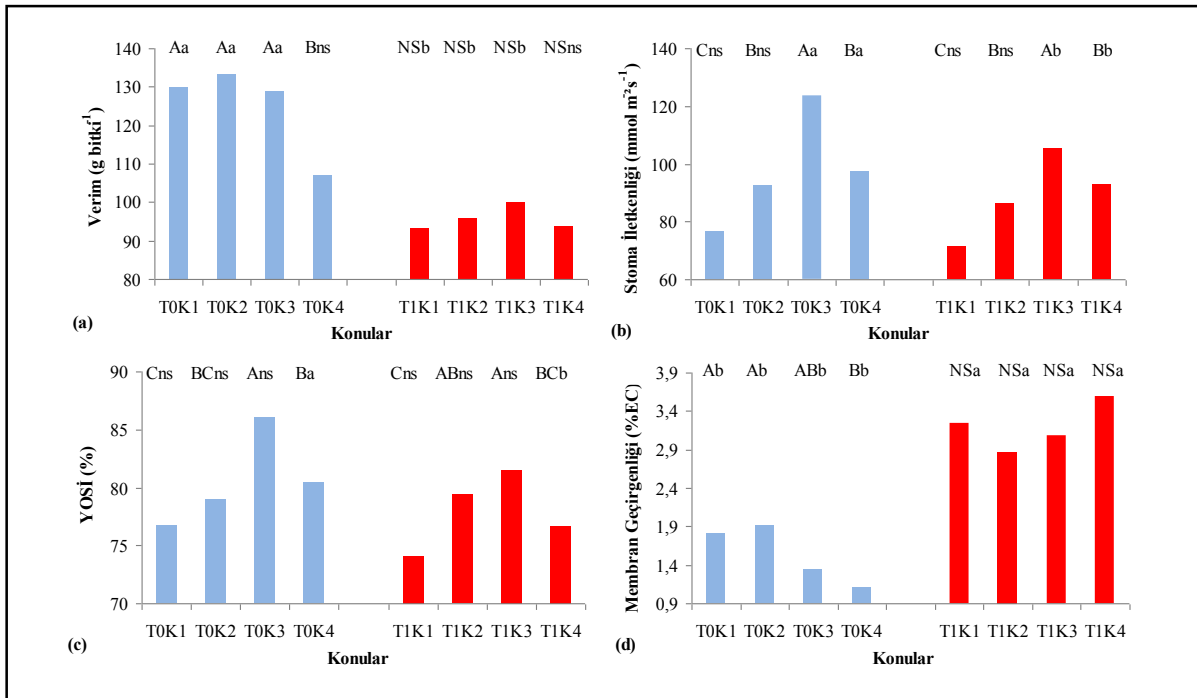
### İstatistiksel analiz

Veriler, SPSS 20,0 paket programında varyans analizi (PROC ANOVA ve PROC GLM) ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel açıdan konular arasında varyans analizi sonuçlarına göre önemli bulunan farklar Duncan testi ile kıyaslanmıştır. Aynı K düzeylerinin farklı tuz uygulamaları arasında fark olup olmadığı bağımsız örneklem T testi (independent–samples T test) ile belirlenmiştir. Ayrıca, incelenen tüm özellikler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi yardımıyla belirlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

#### Verim ve fizyolojik bulgular

Marul bitkisine ilişkin verim ve bazı fizyolojik özelliklere (stoma iletkenliği, YOSİ ve membran geçirgenliği) ait değerler ve istatistiksel analizleri Şekil 3.'te gösterilmiştir. Marul bitkisinin verim değerleri incelendiğinde, tuz stresinin verimi önemli oranda azalttığı (K4 dışında) ve uygulanan K düzeylerinin de bunu değiştirmedeği görülmüştür (Şekil 3a.). Tuzsuz konularda ise bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardan çok daha fazla K verilmesi verimi olumsuz etkilemiştir. Tesi ve ark. (2003), marul bitkisine 10 mM NaCl; Neocleous ve ark. (2014) 20 mM NaCl verilmesinin verimde azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir. Turhan ve ark. (2014), farklı oranlarda uyguladıkları deniz suyu konsantrasyonlarının (0,3, 1,2, 2,1, 3,7, 5,3, 6,8 dS m<sup>-1</sup>) marul bitkisine etkilerini incelemişler ve 0,3–2,1 dS m<sup>-1</sup> oranında tuzun verimde olumsuz bir etkisinin olmadığını, bununla birlikte tuz dozu arttıkça verimde azalmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da elde edilmiştir (Han ve Lee, 2005; Mekki ve ark., 2007; Al–Maskri ve ark., 2010; Yağmur ve ark., 2010; Cemek ve ark., 2011; Garrido ve ark., 2013). Uçar ve ark. (2007), farklı miktarlarda tuz uygulanan marul bitkisinde tuz dozları arttıkça verimde azalmalar gözlemlendiğini ve uygulanan K dozları ile söz konusu olumsuz etkinin tolere edilebileceğini belirtmişlerdir. Farklı bitkilerde yapılan diğer çalışmalarda da tuz ve potasyumun verim üzerindeki etkisinin önemli olduğu vurgulanmıştır (Bar–tal ve ark., 1991; Yurtseven ve ark., 2005; Yağmur ve ark., 2006; Demirel ve ark., 2014).



Şekil 3. Marul bitkisinde konulara göre verim ve fizyolojik özelliklerin değişimi (Büyük harfler aynı tuz uygulamasında farklı K düzeyleri arasındaki farkı, küçük harfler ise aynı K düzeyinde farklı tuz uygulamaları arasındaki farkı göstermektedir).

Stoma iletkenliği değerleri, hem tuzlu hem de tuzsuz konularda K3 düzeyinde en yüksek çıkmış ve gereğinden çok daha fazla K verilmesi tekrar düşürmüştür (Şekil 3b.). K1 ve K2 düzeylerinde tuzlu ve tuzsuz koşullar arasında fark oluşmazken, potasyumun fazla uygulandığı K3 ve K4 düzeylerinde fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farklı bitkilerde yapılmış diğer

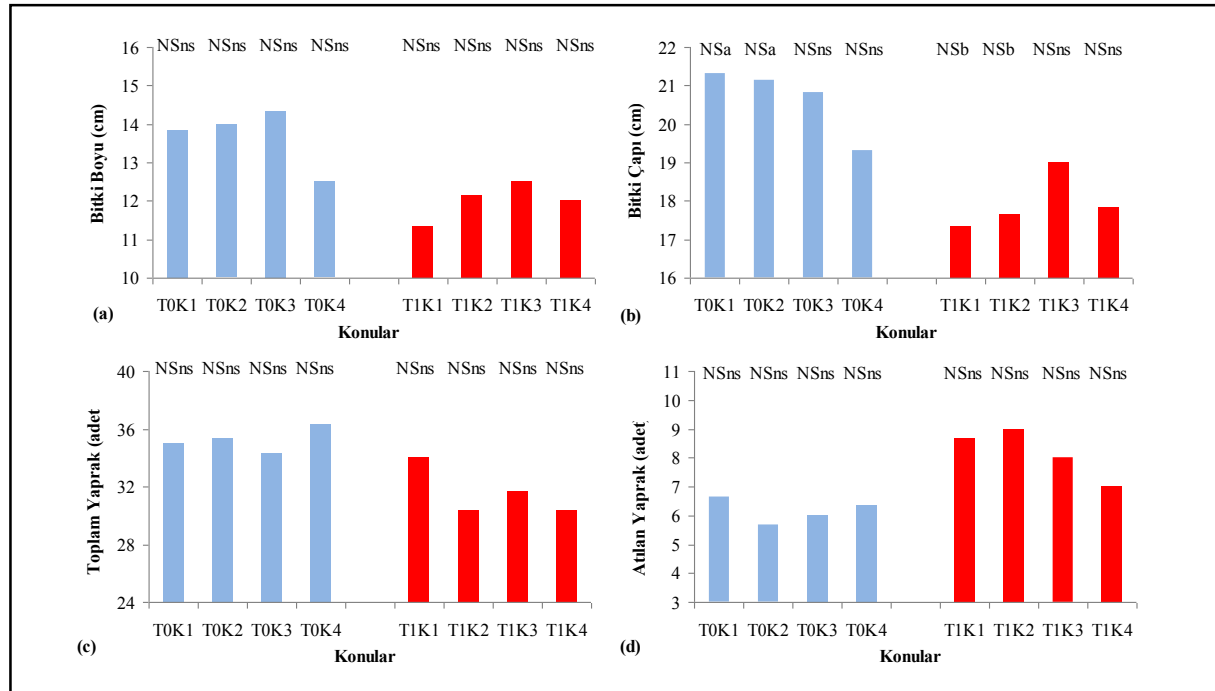
araştırmalarda da tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde stoma iletkenliğinin azaldığı belirtilmiştir (Gomez–Canedas ve ark., 2003; Meloni ve ark., 2003; Parida ve Das, 2005; Munns ve Tester, 2008).

Çalışmada stoma iletkenliğine benzer şekilde en yüksek YOSİ değerleri K3 düzeyinde elde edilmiştir (Şekil 3c.). Potasyum düzeylerine bağlı olarak tuzsuz ve tuzlu uygulamalar arasındaki farklar incelendiğinde, sadece K4 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık görülmüştür. Diğer bir ifadeyle, tuzlu koşullarda aşırı K düzeyinin yaprak su durumunu tuzsuz koşullara göre olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu durumda, tuzlu koşullarda dahi olsa normalden iki kat K uygulamasının (K3) marul bitkisinde stresi belli ölçüde tolere edebileceğini göstermektedir. Çiçek ve Çakırlar (2002), tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinde oransal su içeriğinde azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Umar (2006) sorgum, hardal ve yerfıstığı gibi farklı bitkilerde yaptığı çalışmada, su stresinin olumsuz etkisini gidermek için K uygulaması yapmış ve yaprak oransal su içeriğinin %8,7–22,8 oranında arttığını bildirmiştir. Garmendia ve Mangas (2014) marul bitkisinde düşük tuz uygulamalarında yaprak oransal su içeriği değerinin değişmediğini bildirmişlerdir.

Sulama suyundaki tuzluluğun yükselmesiyle membran geçirgenliği değerleri de istatistiksel olarak önemli oranda artmıştır (Şekil 3d.). Benzer sonuçlar, Lutts ve ark. (1996), pirinçte ve Ghoulam ve ark. (2002) şekerpancarında yaptığı çalışmalarda da elde edilmiştir. Bununla birlikte, tuzsuz koşullarda normalden fazla uygulanan potasyumun membran geçirgenliğini azalttığı; tuzlu koşullarda ise K uygulamalarının membran geçirgenliği üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Oysa, Yakıt ve Tuna (2006) mısır bitkisinde tuz stresinin membran geçirgenliğine olumsuz etkisinin K uygulamaları ile belli ölçüde giderildiğini belirtmişlerdir. İki çalışma arasındaki farkın bitkiden ve uygulanan konulardaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Morfolojik bulgular

Marul bitkisine ilişkin bitki boyu, bitki çapı, toplam ve atılan yapraklara ilişkin değerler Şekil 4'te gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde, farklı tuz ve K düzeylerinin marul bitkisinde bitki boyu üzerine istatistiksel açıdan bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Şekil 4a.).



Şekil 4. Marul bitkisinde konulara göre morfolojik özelliklerin değişimi (Büyük harfler aynı tuz uygulamasında farklı K düzeyleri arasındaki farkı, küçük harfler ise aynı K düzeyinde farklı tuz uygulamaları arasındaki farkı göstermektedir).

Marul bitkisinde yapılan önceki çalışmalarda uygulanan tuz miktarının dozu arttıkça bitki boyunda azalmalar meydana geldiği bildirilmiştir. (Han ve Lee, 2005; Yağmur ve ark., 2010, Cemec



ve ark., 2011). Söz konusu çalışmalar ile bu çalışma arasındaki farklılığın uygulanan tuz ve K düzeylerindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bitki çaplarında, tuz stresi ile birlikte normalden az ve yeterli düzeyde K uygulandığı (K1 ve K2) konularda önemli azalmalar meydana gelmesine rağmen, potasyumun fazla uygulandığı konularda tuzsuz ve tuzlu arasında bir fark çıkmamıştır (Şekil 4b.). Diğer bir ifadeyle, tuzlu suyla sulama yapıldığında, fazla K uygulansa dahi bitki çapı değişmemiştir. Uygulanan K ile, Yakıt ve Tuna (2006), mısır bitkisinde tuz stresinin bitki boyu ve gövde çapına olumsuz etki yaptığını ve Ca, M ve K uygulamaları ile olumlu bir etkiye dönüştüğünü belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Demirel ve ark. (2014) mısırdaki yaptıkları çalışmada, bitki gelişimi açısından tuz konsantrasyonunun fazla uygulandığı konularda gereğinden fazla K uygulanmasının bitki gelişimine olumsuz etki ettiğini bildirmişlerdir.

Tuz ve K dozlarındaki herhangi bir artış veya azalış, marul bitkisinin toplam ve atılan yaprak sayısını istatistiksel olarak değiştirmedeği görülmüştür (Şekil 4c. ve Şekil 4d.). Marul bitkisinde yapılan diğer çalışmalarda da 0,80–4,72 dS m<sup>-1</sup> (Andriolo ve ark., 2005) ve 50–150 mM (Garrido ve ark., 2013) düzeyinde tuz uygulamalarının yaprak sayısını etkilemediği belirtilmiştir. Söz konusu bulgular ile bu araştırmadan elde edilen bulgular benzerlik göstermiştir. Söz konusu çalışmalardan elde edilen sonuçlardan farklı olarak Al–Maskri ve ark. (2010), tuz uygulamalarının yaprak sayısını olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir.

### İncelenen özellikler arasındaki ilişkiler

Çalışmada ele alınan verim ve fizyo–morfolojik özelliklere ilişkin pearson korelasyon katsayıları Çizelge 3.'te verilmiştir. Verim ile en yüksek ilişki morfolojik özelliklerden bitki çapı ( $r=0,89$ ,  $p<0,01$ ) ve boyu ( $r=0,82$ ,  $p<0,01$ ) arasında, fizyolojik özelliklerden ise sadece membran geçirgenliği ( $r=-0,66$ ,  $p<0,01$ ) arasında elde edilmiştir. Fizyolojik özellikler incelendiğinde, YOSİ ve stoma iletkenliği arasındaki ilişki ( $r=0,83$ ,  $p<0,01$ ) yüksek çıkmıştır. Membran geçirgenliği ile stoma iletkenliği arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemli değilken, YOSİ ile arasındaki ilişki önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Fizyolojik ve morfolojik özellikler arasındaki ilişkilerden sadece membran geçirgenliği ile bitki çapı ( $r=-0,63$ ,  $p<0,01$ ) ve toplam yaprak ( $r=-0,41$ ,  $p<0,05$ ) arasındaki ilişkiler önemli çıkmıştır.

Çizelge 3. İncelenen özellikler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

Özellik	Stoma iletkenliği	YOSİ	Membran geçirgenliği	Verim	Bitki boyu	Bitki çapı	Toplam yaprak	Atılan yaprak
Stoma iletkenliği	1,00							
YOSİ	0,83**	1,00						
Membran geçirgenliği	-0,35 <sup>ns</sup>	-0,43*	1,00					
Verim	0,23 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	-0,66**	1,00				
Bitki boyu	0,32 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	-0,40 <sup>ns</sup>	0,82**	1,00			
Bitki çapı	0,32 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	-0,63**	0,89**	0,79**	1,00		
Toplam yaprak	0,01 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,41*	0,31 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	1,00	
Atılan yaprak	-0,25 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	0,42*	1,00

n= 24, <sup>ns</sup>: Önemsiz, \*:  $p<0,05$ , \*\*:  $p<0,01$ .

### Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucunda, tuz stresinin genel olarak marul verimini, yaprak oransal su içeriğini, stoma iletkenliğini ve bitki çapını azalttığı, membran geçirgenliğini arttırdığı, bitki boyu ve yaprak sayılarını ise etkilemediği görülmüştür. Tuzsuz koşullarda, marul bitkisine ihtiyacının üç katı K uygulanmasının verimi ve fizyolojik özellikleri, tuzlu koşullarda ise stoma iletkenliğini ve yaprak oransal su içeriğini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Tuzlu su ile sulanan marulda verim ve membran geçirgenliği üzerine potasyumun iyileştirici bir etkisinin olmamıştır. Tuzsuz veya tuzlu su ile sulanan marulda, incelenen morfolojik özelliklerin hiçbirinde K düzeyinin bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak, marul bitkisinde tuzlu suyla sulama yapmanın olumsuz etkisinin olduğu ve hem tuzsuz hem de tuzlu durumlarda potasyumun belirli bir düzeye (ihtiyacından iki kat fazla) kadar



olumlu etkisinin olduğu söylenebilir. Fazla potasyum uygulamasının stoma iletkenliği ve yaprak oransal su içeriği değerlerini iyileştirici yönde bir etkisi olmasına rağmen söz konusu etki verim değerlerinde görülmemiştir. Buna göre sadece marul verimi açısından değerlendirildiğinde, tuzsuz suyla sulama yapılması ve 5 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O uygulamasının yapılmasının yeterli olduğu söylenebilir. Her bitkinin tuza ve potasyuma karşı tepkilerinin farklı olacağı, belirli bir seviyeden sonra potasyumun da bitkilerdeki tuz stresini tolere edemeyeceği veya uygulanan fazla potasyum düzeylerinin bitki gelişimine zarar vereceği söylenebilir. İleriki çalışmalarda, farklı besin elementlerinin, farklı su ve tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkiler üzerine etkilerinin araştırılması önerilebilir.

### Kaynaklar

- Al-Maskri, A., Al-Kharusi, L., Al-Miqbali, H., 2010. Effects of salinity stress on growth of lettuce (*Lactuca sativa*) under closed–recycle nutrient film technique. *International Journal of Agriculture and Biology* 12: 377–380.
- Anaç, D., Aksoy, U., Anaç, S., Hepaksoy, S., Can, Z., 1979. Potassium and leaf water relations under saline conditions. *Sci. Reg. IPI satellite prog.*
- Andriolo, J.L., Da Luz, G.L., Witter, M.H., Godoi, R.S., Barros, G.T., Bortolotto, O.C., 2005. Growth and yield of lettuce plants under salinity. *Hort. Brazil.*, 23: 931–934.
- Ashraf, M., 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora.* 199: 361–376.
- Bar-Tal, A., Feigenbaum, S., Sparks, D.L., 1991. Potassium–salinity interactions in irrigated corn. *Irrigation Science.* 12: 27–35.
- Beringer, H., Trolldenier, G., 1978. Influence of K nutrition on the response to environmental stresses. In: *Potassium Research–Reviews and Trends*”. International Potash Institute, Basel, Switzerland. pp. 189–222.
- Bohra, J.S., Doerffling, K., 1993. K nutrition of rice (*O. sativa* L.) varieties under NaCl salinity. *Plant and Soil.* 152 (2): 299–303.
- Bowman, W.D., 1989. The relationships between leaf waterstatus, gas exchange, and spectral reflectance in cotton leaves. *Remote Sensing of Environment.* 30: 249–255.
- Cemek, B., Ünlükara, A., Karaman, S., Gökalp, Z., 2011. Effects of evapotranspiration and soil salinity on some growth parameters and yield of lettuce (*Lactuca saliva* var. *crispa*)", *Zemdirbyste–Agriculture.* 98: 139–148.
- Çiçek, N., Çakırlar, H., 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. *Bulg. J.Plant Physiol.* 28 (1–2): 66–74.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *AKÜ FEBİD.* 11: 11–34.
- Davenport, R.J., Reid, R.J., Smith, F.A., 1997. Sodiumcalcium interactions in two wheat species differing in salinity tolerance. *Physiol Plant.* 99: 323–327.
- Demirel, K., Çamoğlu, G., İnalpulat, M., Kahrıman, F., Genç, L., 2014. Tuz ve potasyum uygulamalarının mısırın yaprak su durumu ile bazı agronomik ve yansıma özelliklerine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi.* 2 (1) :1–9.
- Fan, X., Sokorai, K.J.B., 2005. Assessment of radiation sensitivity of freshcut vegetables using electrolyte leakage measurement. *Postharvest Biol. Technol.* 36: 191–197.
- Garmendia, I., Mangas, V.J., 2014. Comparative study of substrate–based and commercial formulations of arbuscular mycorrhizal fungi in romaine lettuce subjected to salt stress. *Journal of Plant Nutrition.* 37: 1717–1731.
- Garrido, Y., Tudela, J.A., Marin, A., Mestre, T., Martnez, V., Gil, M., 2013. Physiological, phytochemical and structural changes of multi–leaf lettuce caused by salt stress. *J Sci Food Agric.* 94: 1592–1599.
- Ghoulam, C., Foursy, A., Fores, K., 2002. Effects of salt stress on growth inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Enviromental and Exp. Botany.* 47: 39–50.
- Gomez–Canedas, A., Arbona, V., Jacas, J., Primo–Millo, E., Talon, M., 2003. Absisic acid reduced leaf abscission and increases salt tolerance in citrus plants. *J. Plant Growth Regul.* 21: 234– 240.
- Han, H.S., Lee, K.D., 2005. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of lettuce under soil salinity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences.* 1 (3): 210–215.
- Kacar, B., Katkat, A.V., 2006. Bitki Besleme. Nobel Yayın No: 849. Fen ve Biyoloji Yayın Dizisi:29 ISBN 975–591–834–5. 2. Basım, 589 s. Ankara.
- Kacar, B., Katkat, A.V., Öztürk, Ş., 2009. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın No: 848, 556 s. Ankara.
- Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H., 2001. The effects of high salinity and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *Bulg. J. Plant Physiol.* 27 (3–4): 47–59.
- Kaya, C., Higgs, D., 2003. Supplementary potassium nitrate improves salt tolerance in bell pepper plants. *Journal of Plant Nutrition.* 26 (7): 1367–1382.





- Kaya, C., Tuna, A.L., 2005. The role and importance of potassium in the plant grown under salt stress. Int. Potash Institute. Optimizing Crop Nutrition, Potassium in Soil, Plant and Agro Ecosystem. <http://www.ipipotash.org/en/speech/index.php?o=270>.
- Larcher, W., 1995. Physiological Plant Ecology, Published by Springer, ISBN 0–387–09795–3, New York, 506p.
- Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J., 1996. NaCl induced senescence in leaves of rice cultivars differing in salinity resistance. *Ann. Bot.* 78: 389–398.
- Mekki, B.B., Orabi, S.A., 2007. Response of prickly lettuce to uniconazole and irrigation with diluted seawater. *American–Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences.* 2 (6): 611–618.
- Meloni, D.A., Oliva, M.A., Martinez, C.A., Cambraia, J., 2003. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environmental and Experimental Botany.* 49: 69–76.
- Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance, *Annual Review of Plant Biology.* 59: 651–681.
- Neocleous, D., Koukounaras, A., Siomos, A.S., Vasilakakis, M., 2014. Changes in photosynthesis, yield, and quality of baby lettuce under salinity stress. *J. Agr. Sci. Tech.* 16: 1335–1343.
- Parida, A.K., Das, A.B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 60: 324–349.
- Qin, L., Guo, S., Ai, W., Tang, Y., Cheng, Q., Chen, G., 2013. Effect of salt stress on growth and physiology in amaranth and lettuce: Implications for bioregenerative life support system. *Advances in Space Research* 51 (3): 476–482
- Taban, S., Katkat, A.V., 2000. Effect of salt stress on growth and mineral elements concentrations in shoot and root of maize plant. *Tarım Bilimleri Dergisi.* 6 (2): 119–122.
- Taiz, L., Zieger, E., 2008. *Bitki Fizyolojisi (Üçüncü baskıdan çeviri; Çeviri editörü İsmail Türkan).* Palme Yayıncılık.
- Tesi, R., Lenzi, A., Lombardi, P., 2003. Effect of salinity and oxygen level on lettuce growth in a floating system. *Acta Hort.* 609: 383–386.
- Turhan, A., Kuscü, H., Ozmen, N., Serbeci, M.S., Demir, A.O., 2014. Effect of different concentrations of diluted seawater on yield and quality of lettuce. *Chilean Journal of Agricultural Research.* 74: 111–116.
- TÜİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- Uçar, Y., Kadayıfçı, A., Erdal, İ., Tuylu, G.İ., Senyigit, U., 2007. Effect of potassium fertilization on lettuce's (*Lactuca sativa* L.) under different sodium media. *Asian Journal of Chemistry.* 19 (5): 4083–4092.
- Umar, S., 2006. Alleviating adverse effects of water stress on yield of sorghum, mustard and groundnut by potassium application. *Pak. J. Bot.* 38 (5): 1373–1380.
- Yağmur, M., Kaydan, D., Okur, N., 2006. Potasyum uygulamasının tuz stresindeki arpanın fotosentetik pigment içeriği, ozmotik potansiyel,  $K^+/Na^+$  oranı ile bitki büyümesindeki etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi.* 12 (2): 188–194.
- Yagmur, B., Aydın, S., Okur, B., Cosku, A., 2010. Effect of salt in irrigation water on some physical and chemical properties of lettuce plant and soil. *Asian Journal of Chemistry.* 22 (1): 531–538.
- Yakit, S., 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.
- Yıldırım, M., Bahar, E., Demirel, K., 2014. Farklı sulama düzeylerinin serada yetiştirilen kıvrıkcık marulun verim ve bitki fiziksel özelliklerine etkisi. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, 21–23 Mayıs, Tekirdağ (Basımda).
- Yılmaz, E., Tuna, A.L., Bürün, B., 2011. Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *C.B.Ü Fen Bilimleri Dergisi.* 7 (1): 47–66.
- Yurtseven, E., Kesmez, G.D., Unlukara, A., 2005. The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*). *Agricultural Water Management.* 78: 128–135.