

## Örtü Altı Tuzlu Koşullarda Yetiştirilen *Limonium Sinuatum* Bitkisinde Kalsiyum Uygulamalarının Stres Parametreleri Üzerine Etkileri\*

H. Akat<sup>1</sup>

M. E. Özzambak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.Ü. Ortaca M.Y.O. 48600 Ortaca-Muğla, Muğla Üniversitesi

<sup>2</sup>E.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100 Bornova-İzmir

Araştırma, örtü altı tuzlu koşullarda yetiştirilen *Limonium sinuatum* bitkisinde bazı stres parametreleri (yaprak oransal nem içeriği, klorofil, karotenoid, prolin ve lipid peroksidaz) üzerine kalsiyumun etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Örtü altı tuzlu toprak koşullarında *Limonium sinuatum* yetiştiriciliğinde 20 mM ve 30 mM Ca<sup>+2</sup> kalsiyum uygulamalarının tuzun olumsuz etkisini azalttığı saptanmıştır. Tuzlu ortamda kalsiyum uygulamaları yaprak oransal nem ve karotenoid içeriklerinde tuzun olumsuz etkisini hafifletmiştir. Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil değerleri 20 mM Ca<sup>+2</sup> kalsiyum dozunda % 1 düzeyinde olumlu etki göstermiştir. Prolin değerlerine bakıldığında ise kalsiyumun en yüksek dozu olan 30 mM Ca<sup>+2</sup> uygulaması prolin içeriğini % 60'a varan değerde azaltmıştır. Aynı durum MDA içeriği açısından da gözlemlenmiş ve MDA içeriklerinde önemli düzeyde gerilemeler saptanmıştır.

Çiçek sayısı, çiçek sapı uzunluğu ve kalınlığı değerlerine bakıldığında ise çok önemli olmasa da 20 mM Ca<sup>+2</sup> kalsiyum dozu uygulamasının olumlu etkileri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Limonium sinuatum*, tuzluluk, tuz stresi, kalsiyum.

\*Bu çalışma M.Ü. Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiş, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında yürütülen doktora tez projesinin bir bölümüdür.

## The Effects of Ca Application on Some Stress Parameters of *Limonium sinuatum* Under Salinity Conditions in The Greenhouse Growing

The research was conducted to determine the effects of calcium on some stress parameters (i.e. leaf relative water content, chlorophyll, carotenoid, proline and lipid peroxidase) of *Limonium sinuatum* plant, grown under saline conditions. 20 mM and 30 mM Ca<sup>+2</sup> calcium applications reduce the negative impact of salt on *Limonium sinuatum* cultivation under saline soil greenhouse conditions. Under saline conditions, calcium applications decreased the negative effect of the salt on the leaf relative content and carotenoid. Chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll values have shown positive impact at the dosage of 1 %. The highest dose of calcium, 30 mM Ca<sup>+2</sup> application, reduced the proline content up to 60 % when the proline values are considered. The similar situation was also observed in terms of MDA content and significant decreases are identified in MDA contents.

Although the significant difference is not important, 20 mM Ca<sup>+2</sup> doses of calcium application has positive effects considering the number of flowers, the length of flower stem and the thickness of flower stem.

**Key words:** *Limonium sinuatum* (*Statice*), salinity, salt stress, calcium.

### Giriş

Türkiye'de süs bitkileri, dünya üretimi içinde yaklaşık binde 7'lik bir paya sahiptir. 2005 yılı verilerine göre, Türkiye süs bitkileri üretiminin % 59'unu dış mekan bitkileri, %31'ini kesme çiçekler, % 6'sını doğal çiçek soğanları, % 4'ünü ise iç mekan bitkileri oluşturmaktadır. Ülkemizdeki kesme çiçek üretim alanları incelendiğinde ilk sırayı % 59.56 ile karanfil, % 14.45 ile gül ve % 9.64 ile gerbera takip etmiştir (Anonim, 2010).

Dünyada yeni gelişmekte olan süs bitkileri arasında ilk sıralarda yer alan *Limonium sinuatum*,

Plumbaginaceae familyasına ait çok yıllık yapıda olmasına rağmen ticari olarak yetiştiriciliği tek yıllık yapılan bir türdür (Anonymous, 2002).

Türkiye'de de yeni tanınmaya başlanan *Limonium* cinsine ait 21 taksondan 7'si endemik olup taksonların endemizm oranı % 33.33'dür. Bu endemik türler; *L. vanense*, *L. effusum*, *L. iconicum*, *L. anatolicum*, *L. lilacinum*, *L. tamaricoides*, *L. pycnanthum*'dur. *L. latifolium*, *L. bounduelli*, *L. sinuarum*, *L. suworowii* ve *L. vulgare* türleri tüm



***Namık Kemal Üniversitesi***  
***Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi***  
***Journal of Tekirdag Agricultural Faculty***

*An International Journal of all Subjects of Agriculture*

**Sahibi / Owner**

**Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına**  
On Behalf of Namık Kemal University Agricultural Faculty

**Prof.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU**  
Dekan / Dean

**Editörler Kurulu / Editorial Board**

**Başkan / Editor in Chief**

**Prof.Dr. Selçuk ALBUT**  
Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü  
Department Biosystem Engineering, Agricultural Faculty  
salbut@nku.edu.tr

**Üyeler / Members**

<b>Prof.Dr. M. İhsan SOYSAL</b>	Zootekni / Animal Science
<b>Prof.Dr. Bülent EKER</b>	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
<b>Prof.Dr. Servet VARIŞ</b>	Bahçe Bitkileri / Horticulture
<b>Prof.Dr. Aslı KORKUT</b>	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture
<b>Prof.Dr. Temel GENÇTAN</b>	Tarla Bitkileri / Field Crops
<b>Prof.Dr. Müjgan KIVAN</b>	Bitki Koruma / Plant Protection
<b>Prof.Dr. Şefik KURULTAY</b>	Gıda Mühendisliği / Food Engineering
<b>Prof.Dr. Aydın ADİLOĞLU</b>	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition
<b>Prof.Dr. Fatih KONUKCU</b>	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
<b>Prof.Dr. Sezen ARAT</b>	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
<b>Doç.Dr. Ömer AZABAĞAOĞLU</b>	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
<b>Yrd.Doç.Dr. Devrim OSKAY</b>	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
<b>Yrd.Doç.Dr. Harun HURMA</b>	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
<b>Yrd.Doç.Dr. M. Recai DURGUT</b>	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering

**İndeksler / Indexing and abstracting**



CABI tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in CABI



DOAJ tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in DOAJ



EBSCO tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in EBSCO



FAO AGRIS Veri Tabanında İndekslenmektedir / Indexed by FAO AGRIS Database



INDEX COPERNICUS tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in INDEX COPERNICUS



TUBİTAK-ULAKBİM Tarım, Veteriner ve Biyoloji Bilimleri Veri Tabanı (TVBBVT) Tarafından taranmaktadır / Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agriculture, Veterinary and Biological Sciences Database

**Yazışma Adresi / Corresponding Address**

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi NKÜ Ziraat Fakültesi 59030 TEKİRDAĞ

E-mail: ziraatdergi@nku.edu.tr

Web adresi: http://jotaf.nku.edu.tr

Tel: +90 282 250 20 07

ISSN: 1302-7050

## **Danışmanlar Kurulu /Advisory Board**

### **Bahçe Bitkileri / Horticulture**

- Prof.Dr. Kazım ABAK** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana  
**Prof.Dr. Y.Sabit AĞAOĞLU** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Prof.Dr. Jim HANCOCK** Michigan State Univ. USA  
**Prof.Dr. Mustafa PEKMEZCİ** Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya

### **Bitki Koruma / Plant Protection**

- Prof.Dr. Mithat DOĞANLAR** Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Hatay  
**Prof.Dr. Timur DÖKEN** Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Aydın  
**Prof.Dr. Ivanka LECHAVA** Agricultural Univ. Plovdiv-Bulgaria  
**Dr. Emil POCSAI** Plant Protection Soil Cons. Service Velenca-Hungary

### **Gıda Mühendisliği / Food Engineering**

- Prof.Dr. Yaşar HIŞIL** Ege Üniv. Mühendislik Fak. İzmir  
**Prof.Dr. Fevzi KELEŞ** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum  
**Prof.Dr. Atilla YETİŞEMİYEN** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Prof.Dr. Zhelyazko SIMOV** University of Food Technologies Bulgaria

### **Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology**

- Prof.Dr. Hakan TURHAN** Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Çanakkale  
**Prof.Dr. Khalid Mahmood KHAWAR** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Prof.Dr. Mehmet KURAN** Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Samsun  
**Doç.Dr. Tuğrul GİRAY** University of Puerto Rico. USA  
**Doç.Dr. Kemal KARABAĞ** Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya  
**Doç.Dr. Mehmet Ali KAYIŞ** Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya

### **Tarla Bitkileri / Field Crops**

- Prof.Dr. Esvet AÇIKGÖZ** Uludağ Üniv.Ziraat Fak. Bursa  
**Prof.Dr. Özer KOLSARICI** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Dr. Nurettin TAHSİN** Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria  
**Prof.Dr. Murat ÖZGEN** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Doç. Dr. Christina YANCHEVA** Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria

### **Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics**

- Prof.Dr. Faruk EMEKSİZ** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana  
**Prof.Dr. Hasan VURAL** Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bursa  
**Prof.Dr. Gamze SANER** Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir  
**Dr. Alberto POMBO** El Colegio de la Frontera Norte, Meksika

### **Tarım Makineleri / Agricultural Machinery**

- Prof.Dr. Thefanis GEMTOS** Aristotle Univ. Greece  
**Prof.Dr. Simon BLACKMORE** The Royal Vet.&Agr. Univ. Denmark  
**Prof.Dr. Hamdi BİLGİN** Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir  
**Prof.Dr. Ali İhsan ACAR** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara

### **Tarımsal Yapılar ve Sulama / Farm Structures and Irrigation**

- Prof.Dr. Ömer ANAPALI** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum  
**Prof.Dr. Christos BABAJIMOPOULOS** Aristotle Univ. Greece  
**Dr. Arie NADLER** Ministry Agr. ARO Israel

### **Toprak / Soil Science**

- Prof.Dr. Sait GEZGİN** Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya  
**Prof.Dr. Selim KAPUR** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana  
**Prof.Dr. Metin TURAN** Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Erzurum  
**Doç. Dr. Pasquale STEDUTO** FAO Water Division Italy

### **Zootekni / Animal Science**

- Prof.Dr. Andreas GEORGOIDUS** Aristotle Univ. Greece  
**Prof.Dr. Ignacy MISZTAL** Breeding and Genetics University of Georgia USA  
**Prof.Dr. Kristaq KUME** Center for Agricultural Technology Transfer Albania  
**Dr. Brian KINGHORN** The Ins. of Genetics and Bioinf. Univ. of New England Australia  
**Prof.Dr. Ivan STANKOV** Trakia Univ. Dept. Of Animal Sci. Bulgaria  
**Prof.Dr. Nihat ÖZEN** Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya  
**Prof.Dr. Jozsef RATKY** Res. Ins. Animal Breed. and Nut. Hungary  
**Prof.Dr. Naci TÜZEMEN** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

<b>A. Gökkuş, A. Ö. Parlak, H. Baytekin, B.H. Hakyemez</b> <b>Akdeniz Kuşağı Çalılı Meralarında Otsu Türlerin Mineral İçeriklerinin Değişimi</b> Change of Mineral Composition of Herbaceous Species at the Mediterranean Shrublands .....	1-10
<b>K. Kaya, B. Akdemir, S. Dalmış</b> <b>Çapa Traktörleri İçin Tork ve Çeki Kuvveti Ölçüm Düzenineğinin Geliştirilmesi</b> Development A Pulling Force and Torque Measurement Apparatus For Hoeing Tractors .....	11-20
<b>A. O. Avcioglu, A. Çolak, U. Türker</b> <b>Türkiye'nin Tavuk Atıklarından Biyogaz Potansiyeli</b> Turkey's Chicken Waste Biogas Potential.....	21-28
<b>Ş. Hepcan, Ç. C. Hepcan, A. Koçman, M. B. Özkan, Ö. E. Can</b> <b>Yaban Hayatı Koruma Bağlamında Karakulak (Caracal Caracal) İçin İzmir İli Örneğinde Habitat Ağları Oluşturulması Üzerine Bir Araştırma</b> Identifying Potential Habitat Networks; The Case of Caracal in Izmir Province, Turkey .....	29-39
<b>T. Sezenler, D. Soysal, M. Yildirir, M. A. Yüksel, A. Ceyhan, Y. Yaman, İ. Erdoğan, O. Karadağ</b> <b>Karacabey Merinos Koyunların Kuzu Verimi Ve Kuzularda Büyüme Performansı Üzerine Bazı Çevre Faktörlerinin Etkisi</b> Influence of Some Environmental Factors on Litter Size and Lamb Growth Performance in Karacabey Merino Sheep .....	40-47
<b>H. Akat, M. E. Özzambak</b> <b>Örtü Altı Tuzlu Koşullarda Yetiştirilen Limonium Sinuatum Bitkisinde Kalsiyum Uygulamalarının Stres Parametreleri Üzerine Etkileri</b> The Effects of Ca Application on Some Stress Parameters of Limonium sinuatum Under Salinity Conditions in The Greenhouse Growing .....	48-58
<b>B. Karakaya, T. Kiper</b> <b>Edirne Kent Merkezindeki Bazı İlköğretim Okul Bahçelerinin Peyzaj Tasarım İlkeleri Açısından Mevcut Durumunun Belirlenmesi</b> According to Landscape Design Principles Determination of Current Situations of Orchards of Some Elementary School in Edirne City Center .....	59-71
<b>Ç. Kandemir, N. Koşum, T. Taşkın, M. Kaymakçı, F. A. Olgun, E. Çakır</b> <b>Menemen ve Ile De France X Akkaraman Melezi Koyunların Üreme Performansı Üzerinde Vücut Kondisyon Puanlamasının Etkisi</b> The Effect Of Body Condition Scores On Reproductive Traits For Menemen And Ile De France X Whitekaraman Crossbred Ewes .....	72-82
<b>A. Sümer, S. Adiloğlu, O. Çetinkaya, A. Adiloğlu, A. Sungur, C. Akbulak</b> <b>Karamenderes Havzası Topraklarında Bazı Ağır Metallerin (Cr, Ni, Pb) Kirliliğinin Araştırılması</b> An Investigation of Some Heavy Metals (Cr, Ni, Pb) Pollution of Karamenderes Basin Soils in Çanakkale .....	83-89
<b>A. Bostan, S. Gün</b> <b>Türkiye'de Genetiği Değiştirilmiş Gıda ve Yem Konusunda Mevzuat Uygulamaları ve Denetimler</b> The Implementation of the Legislation and Inspections on Genetically Modified Food and Feed in Turkey .....	90-98
<b>M. E. Yazgan, P. A. Khabbazi</b> <b>Green Cities</b> Yeşil Kentler .....	99-104
<b>A. Çay, E. Aykaş</b> <b>Domates Üretiminde Farklı Fide Yatağı Hazırlığı Yöntemleri ve Örtü Bitkisi Uygulamasının Verim ve Hasat Sonrası Kalite Parametrelerine Etkileri</b> Effects of Different Seedling-bad Preparations and Cover Crop Application on Yield and Post-Harvest Quality Parameters in Tomato Production .....	104-114

dünyada kesme çiçek olarak kullanılmaktadır (Özmen ve ark., 2012).

*L. sinuatum* çok yönlü kullanıma uygun olan sadece kesme ve kuru çiçek olarak değil, aynı zamanda dış mekanlarda mevsimlik süs bitkisi olarak peyzaj sahalarında kaya bahçesi ve bordür oluşturmada da kullanılabilir (Hatipoğlu ve Gülgün, 1999).

Anavatanı içinde Türkiye'nin de bulunduğu *Limonium* yurdumuzda pek fazla tanınmayan ancak ticari olarak kışın Antalya'da, yazın ise Isparta'da yetişen ekonomik getirisi yüksek bir bitkidir. Toprak istekleri açısından aşırı killi topraklar hariç her ortamda yetişebilen *L. sinuatum* küresel ısınmanın hız kazandığı günümüzde kurak ve tuzlu alanlarda kullanılabilir bir halofit olarak çok değerlidir. EC'si 30 dS/m suyla sulandığında bile hayat sürecini tamamlayabilmektedir (Carter ve ark., 2005).

Türkiye'de toprak tuzluluğu sorunu yaşayan ülkeler arasındadır. Sulamanın yanlış yapılması, seralardaki mono kültür, bilinçsiz su ve gübre kullanımı özellikle drenaj koşullarının kötü olduğu kurak yerlerde tuzluluk yaratmaktadır (Hale ve Orcutt, 1987; Sonneveld ve Straver, 1992; Sivritepe ve Eriş, 1998; Sonneveld, 2001). Toprakta buharlaşma ve kökler ile su tüketildiğinde geriye tuzlar kalmakta, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını bozup bitki gelişimini de olumsuz etkilemektedir (Levitt, 1980).

Dünyada tarım arazilerinin sınırlılığı ve besin ihtiyacının katlanarak arttığı dikkate alınırsa mevcut arazilerin verimli kullanılması gerekmektedir. Bu yüzden tuzlu toprakların ıslahı ve ekonomik bir şekilde değerlendirilmesi gelişmekte olan ülkeler için mantıklı alternatifler sunması açısından son derece önemlidir (Woods, 1996; Aranson, 1989). Bu bitkiler çeşitli ekofizyolojik mekanizmaları ile tuzluluğu tolere edebilmekte ve yarı çöller, mangrov bataklıkları, bataklıklar, bozulmuş toprak ve kıyılarda doğal olarak yetişebildiği gibi tuzdan etkilenen topraklarda da yetiştirilebilmektedirler (El Shaer, 2010). Halofitlerin ekonomik anlamda katma değerleri düşük de olsa, tuzlu alanlarda alternatif olarak yetişebilme özelliklerinden dolayı büyük bir öneme sahiptirler (Dinga ve ark., 2010).

Tuzlu topraklarda tarımsal üretimin devamlılığı yetiştiriciliği sınırlayan tuzluluk düzeyini düşük tutmakla mümkün olabilmektedir. Yapılan pek çok çalışmada, tuza toleransın artırılmasında

kalsiyumun önemli bir rolünün olduğu ortaya konmuştur (Navarro ve ark., 2000; Türkmen ve ark., 2002; Parida ve Das, 2005; Tuna ve ark., 2007). Kalsiyum, bitki büyüme ve gelişme merkezi düzenleyicisi görevi üstlenmektedir (Hepler, 2005). Bitkiler kalsiyumu  $Ca^{+2}$  katyonu şeklinde almakta ve alınan kalsiyum miktarı genetik yapı ile ilgili olup, büyük bölümü hücre duvarlarında bulunarak dokularının güçlenmesini sağlar. Kalsiyum kök uzaması ve hücre bölünmesinde etkili bir besin elementidir (Kacar ve Katkat, 2006).

Tuz stresinde verimdeki azalmaların kökeninde osmotik potansiyelin artması ile bitkinin suyu yeterince kullanmaması veya toprakta aşırı miktarda bulunan Na ve Cl iyonlarının neden olduğu toksik etki ve iyon dengesindeki bozulmalardan kaynaklanmaktadır (Taban, 1999; Essa 2002). Tuz stresinde bitkilere uygulanan Ca, K veya P'lu bileşikler, Na ile rekabete girerek alınımını azaltıp bitkinin strese karşı koyabilme kapasitesini arttırdığı bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Kaya ve Higgs, 2002; Yakıt ve Tuna, 2006).

Tuzlu ve çorak toprakların tarıma kazandırılmasında ekonomik değeri yüksek ve bu koşullara dayanıklı süs bitkileri yetiştiriciliğinin gerçekleştirilmesi önemlidir. Özellikle halofitler kurak, çorak ve tuzlu koşullarda yaşayabilmeleri ve bu alanlara ekonomik değer kazandırmaları nedeniyle, üzerinde çalışılması gereken bitkilerdir. Bu bitkiler ekstrem koşullarda hayatlarını devam ettirebilseler de verim ve kaliteleri olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bitkilerin tuz stresini azaltıcı önlemlerle desteklenmesi, verim ve kaliteyi arttırarak tuzlu alanlara yetiştiriciliğin kaydırılması ile bu alanların değer kazanarak ekonomik getirisinin yükseltmeleri sağlanmaktadır. Giderek önem kazanan bir süs bitkisi olan *L. sinuatum*'un gübre isteği üzerine çalışmaların yoğunlaştırılmasının yanı sıra kurak ve tuzlu koşullara adaptasyon çalışmalarının yapılması her açıdan önem arz etmektedir (Akat ve ark., 2010).

Türkiye ekonomisine çok yüksek düzeyde olmasa da kesme çiçek yetiştiriciliğinin sağladığı katkı dikkate alındığında, bu alanda verimi arttırmak ve kimyasal gübre uygulamalarını azaltmak gibi konuların gittikçe önem kazandığı görülmektedir (Verlinden ve McDonald, 2007). Ülkemizin iklim ve toprak koşulları; *L. sinuatum* yetiştiriciliğinin ekonomiye önemli katkılar sağlayacağını göstermektedir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için kuşkusuz verim ve kaliteyi arttırmaya yönelik araştırmalara gereksinim vardır (Akat, 2012). Bu

yönde yapılan çalışmalar besin maddelerini dengeli oranda içeren, düzenli uygulanan bir gübreleme programı ile *L. sinuatum*'un verim ve kalitesinin önemli ölçüde yükseldiğini ortaya koymuştur (Papadapulos ve ark., 2006).

Tuzlu alanlarda, ekonomik bir külfet getirmeksizin doğal olarak yetişebilen türleri gibi ticari değeri olanların devamlılığının sağlanması ve kullanılabilirliğinin artırılması üzerinde durulmalıdır. Girdi maliyetlerinin düşüklüğü, fazla iş gücü gerektirmeyerek kolay yetiştirilebilmesi türler arasında tercih edilmesini arttırarak tuzlu toprakların ticari anlamda kullanımına olanak tanımaktadır.

Araştırmada, çorak ve tuzlu kıyı şeridinin ekonomiye kazandırılmasında ekstrem bir bitki olan *L. sinuatum*'un örtü altı yetiştiriciliğinde tuzluluk ile ortaya çıkan olumsuzlukların belirlenmesi ve çözümüne yönelik kalsiyum uygulamalarının stres parametrelerini ne yönde değiştirdiğini belirlemek amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırma 2011 yılında, 150 m<sup>2</sup>'lik örtü altı yapısında, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 6 bitki olacak

şekilde kurulmuştur. Bitkisel materyal olarak 'Compindi White' ve 'Compindi Deep Blue' çeşitleri kullanılmış ve kalsiyum 4 farklı dozda (0, 10, 20 ve 30 mM) Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O ve CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O formunda uygulanmıştır. Çeşitler kendi içinde değerlendirilerek, istatistiki analizlerde SPSS 11 programından yararlanılmıştır.

*L. sinuatum* yeni tanınan türler arasında yer aldığından, yapılan çalışmalarında az olması nedeni ile kesme çiçek kalite parametreleri literatür bazında belirlenmemiştir. Çeşitlerin özellikleri ile ilgili olarak, yoğun çiçeklenme dönemi süresince kesme ve kuru çiçek düzenlemeleri için iri çiçekli, sağlam gövdeli, 50 cm çiçek sapı uzunluğuna sahip, erken ve homojen çiçeklenme gösterirler. 'Compindi Deep Blue' koyu mavi çiçekli, kuru çiçek düzenlemeleri için en iyi ve en dayanıklı çeşittir. 'Compindi White' çeşidi se beyaz çiçekli kesme çiçekçilikte dolgu materyali olarak kullanılan bir çeşittir.

Özel bir firmada üretilen fideler 0.5 lt PE saksılarda torf:perlit (1:1) ortamına şaşırtıldıktan sonra esas yetiştirme yeri olan 26 lt altlığa sahip yatay (balkon tipi ayaklı) PE saksılara dikilmişlerdir. Şaşırtma ortamının pH'sı 6.44, toplam tuz miktarı % 0.061, organik madde içeriği % 20.10 ve toplam azot miktarı % 2.23 civarında değişmektedir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprak materyallerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Table 1. The physical and chemical properties of soil material used in experiment.

Yapılan Analizler	Kontrol	Tuzlu
pH	7.56	8.13
Toplam Tuz (%)	0.085	0.674
Kireç (%)	14.41	20.70
Kum (%)	65.28	25.28
Mil (%)	24.00	48.00
Kil (%)	10.72	26.72
Bünye	Kumlu tın	Tınlı
Organik Madde (%)	4.80	2.06
Toplam Azot (%)	0.30	0.090
Alınabilir Fosfor (ppm)	89.54	19.22
Alınabilir Potasyum (ppm)	2619	272
Alınabilir Kalsiyum (ppm)	4606	5586
Alınabilir Magnezyum (ppm)	275	503
Alınabilir Sodyum (ppm)	329	5640
Alınabilir Demir (ppm)	9.79	8.88
Alınabilir Çinko (ppm)	4.99	1.34
Alınabilir Bakır (ppm)	3.01	1.42
Alınabilir Mangan (ppm)	15.13	10.12

Araştırmada kullanılan toprak materyalleri, Muğla ili Dalaman Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün üretim amacıyla kullanmadığı, denize 218 m uzaklıktaki tuzlu topraklara sahip araziden 0-30 cm derinlikten tüm alanı temsil edecek şekilde alınmıştır. Kullanılan toprak materyallerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Modifiye edilmiş Hoagland çözeltisi (pH 5.5-6.5) bitkilere, dikimden 25 gün sonra uygulanmaya başlanarak, 15 günde bir tekrar edilmiştir (Çizelge 2).

Araştırmada besin çözeltisinin hazırlanması ve uygulamasında damla sulama sisteminden yararlanılmıştır. Toprakta çapalama işlemi yapılmış, çıkan yabancı otlar uzaklaştırılmıştır. Bitkinin sadece alttaki yaşlı, hastalık ve zararlılar için konukçu olabilecek sararmış yapraklarında seyreltme işlemi yapılmıştır (Bayçin-Korkut, 1998). Hasat, çiçeklerin orta kısmındaki iç çiçekler tamamen açıldığında elle kopararak gerçekleştirilmiştir (Wilfret ve ark., 1973; Reid, 2002; Anonymous, 2008). Bitki zararlı kontrolü ve mücadelesi amacıyla her 2 sıraya 1 adet sarı yapışkan tuzak asılmıştır. 17.05.2011'de kalsiyum uygulamasına başlanarak her ay yaprak sayımı ve haftada bir hasat yapılarak bitki başına çiçek sayısı, çiçek sapı uzunluğu ve kalınlığı belirlenmiştir.

Bitkilerin fizyolojik özelliklerinin izlenebilmesi için yaprak oransal nem içeriği (RWC) kalsiyum uygulamasına başladıktan 45 gün sonra her ay

olacak şekilde 4 defa, klorofil, karotenoid, prolin ve lipid peroksidasyonu analizleri ise kalsiyum uygulamasından 3 ay sonra yapılmıştır. Örnekler, her tekerrürü temsil eden 6 adet bitkinin gerçek yapraklarından alınmış ve analizde bu yaprakların uç kısımları aynı gün kullanılmıştır.

Yaprak oransal nem içeriği Yamasaki ve Dillenburg (1999)'a göre, yaprak klorofil ve karotenoid içeriği Strain ve Svec (1966)'e göre, yaprak prolin içeriği Bates ve ark. (1973)'a göre, lipid peroksidasyonu Hodges ve ark. (1999)'a göre yapılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Araştırma, *L. sinuatum*'un örtü altı tuzlu koşullarda yetiştirilme olanağının ortaya konmasının yanı sıra, tuzluluğa paralel olarak ortaya çıkan sorunların giderilebilmesinde uygulanan kalsiyum dozlarının bazı stres parametreleri ve verim üzerine etkisinin ne yönde olduğunu göstermek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda bitki başına elde edilen çiçek sayısı, çiçek sapı uzunluğu ve kalınlığı, yaprak oransal nem içeriği, klorofil, karotenoid, prolin içeriği ve lipid peroksidasyonu değerlendirilmiştir.

Çiçek sapı uzunluğuna ait bulgular, tuzlu koşullara bağlı olarak önemli bir düşüş gösterdiğini, ancak 'Compindi Deep Blue' çeşidinde bu düşüşün önemsiz olup kontrol koşullarındaki değerlere çok yakın seyrettiği görülmüştür. Akat (2008), *Gerbera jamesonii*' de yaptığı çalışmada tuz uygulamalarının çiçek sapı uzunluğu üzerindeki negatif etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan besin çözeltisinin kimyasal kaynakları ve bileşimi.

Table 2. The chemical sources and composition of nutrient solution used in experiment.

Element	ppm	Kullanılan kimyasal kaynak
N	325	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (% 33N)
P	15	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (% 85)
K	250	KNO <sub>3</sub> (% 13 N, % 46 K <sub>2</sub> O)
Ca	0 400 800 1200	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O (% 15.5 N, % 19 CaO), CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (% 27 Ca, % 48 Cl)
Mg	25	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (% 10 MgO)
Fe	3	Na <sub>2</sub> Fe-EDTA (% 1.5 Fe)
Zn	0.5	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O
Mn	0.5	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O
B	0.5	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
Cu	0.02	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O
Mo	0.05	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> .4H <sub>2</sub> O



Bu araştırmada kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak her iki çeşit farklılık göstermiştir. Nitekim 'Compindi White' çeşidinde kalsiyum dozlarına bağlı olarak hem kontrol hem de tuzlu koşullardaki çiçek sapı uzunlukları çok yakın değerlerde seyretmekteyken, 'Compindi Deep Blue' çeşidinde kontrol ortamında kalsiyum dozlarına bağlı olarak hafif artışlarla % 38.34 düzeylerine ulaşırken, tuzlu ortamdaki kalsiyum uygulamaları ile değişiklik göstermemekle birlikte kontrol düzeyinin altına önemli düzeyde inmemiştir (Çizelge 3). Kandeel ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada çiçek sapı uzunluklarında kalsiyumun olumlu ve NaCl'ün ise olumsuz etkilerini birbirleriyle ilişkili olarak belirtmişlerdir.

Çiçek sapı kalınlıkları, tuzluluğa bağlı 'Compindi White' çeşidinde % 10.61 oranında, 'Compindi Deep Blue' çeşidinde ise % 19.64 oranında bir azalma şeklinde görülmüştür (Çizelge 3). Kontrole göre tuzlu ortamda görülen bu değişim kalsiyum uygulamalarında farklılıklar göstermiştir. 'Compindi White' çeşidinde kalsiyum dozlarına göre tuzlu ortamda düzensiz artış ve azalışlar saptanmıştır. Halbuki 'Compindi Deep Blue' çeşidinde kalsiyum uygulamaları artmış, ancak bu artış dozlara bağlı düzensiz bir seyir izlemiştir.

Bununla birlikte kalsiyum uygulamaları ile çiçek sapı kalınlıkları kontrolden daha düşük değerlere ulaşmayarak tuzlu koşullarda hafif de olsa kalsiyumun olumlu etkisini yansıtarak diğer çalışmalar ile uyum göstermiştir (Kandeel ve ark., 1999; Carter ve Grieve, 2005; Akat, 2008; Carter ve Grieve, 2010; Grieve ve Poss, 2010).

Çiçek sayısı verileri, tuzluluk düzeyi açısından 'Compindi White' % 1, 'Compindi Deep Blue' ise % 5 düzeyinde önemli bulunarak 'Compindi White' çeşidinde verim kaybı tuzlu ortamda kontrole göre % 61.65 iken, 'Compindi Deep Blue' çeşidinde tuzlu ortamdaki verim kaybı % 79.47'lik bir düşüş ile gözlenmiştir (Grieve ve ark., 2005; Akat, 2008; Doğan ve ark. 2009). 'Compindi White' çeşidinde tuzlu koşullarda kalsiyum uygulaması, uygulanmayan duruma göre verim değerlerini arttırmıştır (Çizelge 3). Kalsiyum uygulamaları stres parametrelerini düzeltirken verimde önemli olmayan düzeyde artış ve azalışlar ortaya çıkarmıştır. Verimdeki bazı azalışlar daha önce yapılan çalışmalarla da uyum içersindedir (Türkmen ve ark., 2002).

Bitkiler stres koşullarına tepkisini; su potansiyeli ve yaprak oransal nem içeriğinin düşmesi ile göstermektedirler..

Çizelge 3. Tuzlu koşullarda *L. sinuatum* bitkisinde kalsiyum uygulamalarının çiçek sayısı, çiçek sapı uzunluğu ve çiçek sapı kalınlığı üzerine etkisi.

Table 3. The effect of calcium applications on the number of flowers, the length of flower stem and the thickness of flower stem under saline conditions.

Uygulamalar	<i>Limoniu sinuatum</i> 'Compindi White'			<i>Limoniu sinuatum</i> 'Compindi Deep Blue'		
	Çiçek sapı uzunluğu (cm)	Çiçek sapı kalınlığı (cm)	Çiçek sayısı (adet)	Çiçek sapı uzunluğu (cm)	Çiçek sapı kalınlığı (cm)	Çiçek sayısı (adet)
K	22.24 a	1.98 a	6.78 a	21.87	2.80	3.02 a
T	16.90 b	1.77 b	2.60 b	19.66	2.25	0.62 b
LSD <sub>0.05</sub>	1.39**	0.21*	1.79**	ö.d	ö.d	2.21*
K*Ca 0	23.60	2.17	7.97	18.88	2.28	1.07
K*Ca 1	21.93	1.95	6.19	19.33	2.37	1.83
K*Ca 2	21.30	1.93	6.33	23.38	2.89	6.33
K*Ca 3	22.13	1.87	6.61	25.85	3.66	2.83
T*Ca 0	15.93	1.74	2.32	22.25	1.35	0.50
T*Ca 1	18.27	1.74	2.50	19.60	2.58	0.93
T*Ca 2	17.77	1.98	3.17	18.25	2.79	0.61
T*Ca 3	15.65	1.61	2.39	18.00	1.98	0.41
LSD <sub>0.05</sub>	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d
K: Kontrol	Ca 0: Kalsiyum uygulanmayan durum			Ca 2: 20 mM kalsiyum uygulaması		
T:Tuzlu	Ca 1: 10 mM kalsiyum uygulaması			Ca 3: 30 mM kalsiyum uygulaması		

Çizelge 4. Tuzlu koşullarda *L. sinuatum* bitkisinde kalsiyum uygulamalarının yaprak oransal nem içeriği üzerine etkisi.

Table 4. The effect of calcium applications on leaf relative water content of *L. sinuatum* plant under saline conditions.

Uygulamalar	<i>Limoni sinuatum</i> 'Compindi White' Yaprak oransal nem içeriği (%)				<i>Limoni sinuatum</i> 'Compindi Deep Blue' Yaprak oransal nem içeriği (%)			
	1.Ölçüm (%)	2.Ölçüm (%)	3.Ölçüm (%)	4.Ölçüm (%)	1.Ölçüm (%)	2.Ölçüm (%)	3.Ölçüm (%)	4.Ölçüm (%)
K	84.14	83.22	83.80	82.65	84.57	81.31	81.73	83.84
T	83.55	78.43	81.96	81.42	81.51	82.28	78.96	80.66
LSD <sub>0.05</sub>	ö.d	4.13*	ö.d	ö.d	2.73*	ö.d	ö.d	ö.d
K*Ca 0	79.76	87.02	85.12	84.78	82.54	80.26	80.59	83.95
K*Ca 1	84.56	81.75	83.14	81.68	84.02	81.93	81.64	85.99
K*Ca 2	88.15	80.15	82.70	80.11	88.00	81.51	83.36	85.50
K*Ca 3	84.08	83.95	84.26	84.04	83.71	81.53	81.31	79.91
T*Ca 0	81.61	80.73	75.82	71.70	75.37	75.43	73.76	72.22
T*Ca 1	86.64	80.23	83.14	83.68	85.27	82.20	79.85	82.22
T*Ca 2	80.67	76.06	82.54	86.00	81.08	83.89	82.54	85.17
T*Ca 3	85.29	76.69	86.33	84.28	84.30	87.61	79.68	83.03
LSD <sub>0.05</sub>	ö.d	ö.d	ö.d	8.04*	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d

Bununla birlikte bitkinin su ihtiyacının gözle görülebilen en bariz belirtisi yaprakların canlılıklarını yitirmesi ile bunu solma ve kuruma şeklindeki değişiklikler takip etmektedir. Bu sebeple bitkinin su noksanlığının ortaya çıkarılmasında yaprak oransal nem içeriğinin takip edilmesi çok önemlidir. Topraktaki tuz konsantrasyonunun artması osmotik basıncı artırarak bitkinin topraktan su alınımlarını güçleştirir yaprak oransal nem içeriği düşmekte ve bitki gelişimi yavaşlayarak ileri safhalarda durmaktadır (Kanber ve ark., 1992; Güngör ve Erözel, 1994).

Bu amaçla yaprak oransal nem içeriği (RWC) dönemsel olarak incelenmiştir. 'Compindi White' çeşidinde değerler beklendiği gibi tuza bağlı olarak azalmıştır. Yapılan araştırmalarda, tuz stresi koşullarında yaprak oransal nem içeriğinin düştüğü bildirilmektedir (Sivritepe, 2002). Bu azalma 2. ölçüm döneminde en yüksek değerlere ulaşarak tuzun etkisini kalsiyuma bağlı olarak önemsiz düzeye geriletirken, 1. ve 3. ölçüm dönemlerinde kalsiyum uygulamaları tuza bağlı bu düşüşü hafif artışa dönüştürmüştür, 4. ölçüm döneminde tuza bağlı yaprak oransal nem içeriği değerindeki azalış kalsiyumun etkisiyle tersine dönerek % 5 düzeyinde yerini artışa bırakmıştır. 'Compindi Deep Blue' çeşidinde de yaprak oransal nem içeriğinin tuzlu koşullarda beklenen azalma etkileri kalsiyum uygulamaları ile hafif artışlar şeklinde görülerek tuzun olumsuz etkisini kalsiyum uygulamaları ile hafifletmiştir (Çizelge 4).

Bilindiği gibi klorofil oluşumu; bitkilerin ototrofik yapılarını ortaya koyabilmelerinin, inorganik maddelerden organik madde üretmek için gelişebilmelerinin temel taşıdır. Bitkilerin büyüme ve gelişmesi için fotosentez metabolizmasının etkinliğinin belirlenmesinde klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları önemli bir rol oynamaktadır. Klorofil miktarı, yüksek tuz konsantrasyonlarında azalmaktadır (Franco ve ark., 1993; Sivritepe, 1995). Tuz kloroplastların tahribatı ile bitkilerde kloroz ve nekrozlara yol açabilmektedir (Hasegawa ve ark., 1986). Yapılan çalışmaların ışığında, tuz stresi klorofil miktarında azalmalara neden olmakta ve aralarındaki negatif ilişkinin varlığı Kuşvuran ve ark. (2008) tarafından da vurgulanmaktadır.

Tuz stresi koşullarında Na, klorofil moleküllerindeki Mg ile yer değiştirerek klorofilin yapısını bozmakta, hatta parçalamakta ve dolayısıyla bitki gelişimini de etkilemektedir. Stres koşullarında artan Na ile klorofilin yapısındaki Mg'un yer değiştirmesini engelleyebilen ve klorofil miktarlarını giderek arttırabilen bitkiler tuz stresine karşı dayanıklı bitkiler olarak değerlendirilebilmektedir (Köşkeröğlu, 2006; Durdu 2007).

Tuzluluk etkisi ile klorofil içerikleri, 'Compindi White' çeşidinde herhangi önemli bir etki gözlenmemiş ancak 'Compindi Deep Blue' çeşidinde tuzlu koşullarda klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil açısından kontrole göre % 5

düzeyinde önemli bir azalma görülmüştür. Tuzlu ortamdaki kalsiyum uygulamaları ile 'Compindi Deep Blue' çeşidinde yaprak klorofil içerikleri değişimi klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil açısından % 1 düzeyinde olumluya dönüşerek 20 mM dozunda artmıştır (Çizelge 4). Yakıt ve Tuna (2006), yaptıkları çalışmada besin çözeltilisine eklenen Ca, K ve Mg bileşiklerinin NaCl'ün klorofil üzerindeki olumsuz etkisini hafiflettiğini ve tuz stresi altındaki bitkilerin klorofil miktarında azalma olduğunu bildirmiştir.

Fotosentez yapabilme potansiyeli, bitkideki toplam yaprak alanına göre ve her bir yaprağın fotosentez aktivitesindeki klorofil ve karotenoid miktarı ile belirlendiği bildirilmektedir (Çırak ve Esendal, 2006). Karotenoidler, fotosentetik sistemlerin tepkime merkezinde önemli bir rol oynayarak enerji transferine katılırlar ve reaksiyon merkezini oto-oksidasyondan korurlar. Fotosentetik sistemlerde  $\beta$ -karoten ve ksantofil önemli antioksidant etkiye sahiptirler (Kocaçalışkan, 2002).

Bu açıdan yaprak karotenoid içeriği, 'Compindi White' çeşidinde, 'Compindi Deep Blue' çeşidine göre kısmen daha yüksek bulunmuş ve tuzlu koşullarda kalsiyum uygulamaları ile hafif artışlar gözlemlenmiştir (Çizelge 5). Yaprak

karotenoid içeriği ile tuzlu koşullar ve kalsiyum uygulamaları arasındaki benzer ilişkiler Yakıt ve Tuna (2006) tarafından da vurgulanmaktadır.

Bitki stres fizyolojisinde en çok çalışılan bileşiklerden olan prolin tuz ve su stresi altında önemli oranlarda yükselerek bitki savunma mekanizmasını harekete geçirip strese karşı koyabilme ve dayanıklılık mekanizmasını desteklemektedir (Shannon, 1997). Osmotik stres altında prolin, osmotik bir ayarlayıcı, iyileşme ve büyüme için C ve N kaynağı olarak depo, kullanılabilir enerji kaynağı, hücre içi yapıları dengeleyici, serbest radikal uzaklaştırıcısı, enzim koruyucu, klorofil sentezi için yedek madde, stres sinyal molekülü olarak görev yapmaktadır (Tuna ve ark., 2005).

Araştırmada yaprak prolin içeriğindeki değişimler, tüm koşullarda % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Değerler 'Compindi White' çeşidinde tuzluluk düzeylerinde tuza bağlı olarak % 159.78 düzeyinde artış gösterirken, tuzlu ortamdaki kalsiyum uygulamaları prolin içeriklerini önemli düzeyde düşürmüştür. Tuzlu ortamdaki kalsiyum uygulamasının yapılmadığı durum, en yüksek kalsiyum dozu uygulamasına göre % 62.46'lık bir düzeye kadar indirmiştir

Çizelge 5. Tuzlu koşullarda *L. sinuatum* bitkisinde kalsiyum uygulamalarının klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid içeriği üzerine etkisi.

Table 5. The effect of calcium applications on chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid content under saline conditions.

Uygulamalar	<i>Limoniu sinuatum</i> 'Compindi White' Klorofil ve Karotenoid içeriği				<i>Limoniu sinuatum</i> 'Compindi Deep Blue' Klorofil ve Karotenoid içeriği			
	Klorofil a (mg/l YA)	Klorofil b (mg/l YA)	Toplam klorofil (mg/l YA)	Karotenoid (mg/l YA)	Klorofil a (mg/l YA)	Klorofil b (mg/l YA)	Toplam klorofil (mg/l YA)	Karotenoid (mg/l YA)
K	6.54	3.08	9.96	15.95	6.03	3.07	9.10	14.58
T	7.25	3.27	10.53	17.48	5.10	2.38	7.48	13.57
LSD <sub>0.05</sub>	ö.d	ö.d	Ö.d	ö.d	0.80*	0.53*	1.30*	ö.d
K*Ca 0	7.98	3.53	11.51	19.70	5.82	3.45	9.27	13.17
K*Ca 1	6.79	3.61	10.40	15.50	4.73	2.35	7.09	13.00
K*Ca 2	4.98	2.56	8.86	13.30	4.98	2.17	7.16	13.90
K*Ca 3	6.43	2.63	9.05	15.30	8.57	4.30	12.87	18.27
T*Ca 0	7.07	3.22	10.29	17.00	4.45	2.32	6.77	11.23
T*Ca 1	7.67	3.29	10.96	18.77	4.42	2.08	6.50	11.63
T*Ca 2	7.61	3.33	10.94	18.90	6.72	2.98	9.70	16.03
T*Ca 3	6.67	3.25	9.91	15.27	4.82	2.11	6.93	15.37
LSD <sub>0.05</sub>	ö.d	ö.d	Ö.d	ö.d	1.61**	1.07**	2.60**	ö.d

Benzer durum 'Compindi Deep Blue' çeşidinde de yine % 1 düzeyinde ortaya çıkarak yaprak prolin içerikleri tuzluluk düzeylerinde kontrole göre % 221.98 oranında artış gösterirken, tuzlu ortamdaki kalsiyum uygulamaları bu durumu yine tersine çevirmiş ve yaprak prolin içeriği kalsiyum uygulanmayan duruma göre kalsiyumun en yüksek uygulanmış dozunda % 59.41 oranında prolin içeriği azalması sonucunu ortaya koymuştur (Çizelge 6).

Yüksek tuz koşullarında bitkilerin hücre zarındaki bütünlük bozularak tahribatın olması, stomaların kapanması ve fotosentetik elektron taşınımının aksaması sebebiyle oksidatif stresin ortaya çıkması sonucu bitki antioksidatif savunma mekanizmalarını harekete geçirmektedir. Bunun için bitkiler birçok antioksidant madde ve antioksidatif enzimlere sahiptirler. Bu amaçla çevresel strese dayanıklılığın artırılmasında oksijen radikallerinin sınırlandırılması, antioksidant madde veya antioksidatif enzim aktivitesinin artırılması gerekmektedir. Tuz stresinde serbest oksijen türevleri oluşumu artarak, aktif oksijen türevleri lipid peroksidasyonuna neden olarak hücre zarını tahribata uğratmaktadır (Hernandez ve ark., 1994; Sreenivasulu ve ark., 2000; Dolatabadian ve

ark., 2008). Bununla birlikte lipid peroksidasyonunun bir ürünü olan malondialdehid (MDA) miktarının belirlenmesi, oksidatif zararın en basit göstergesi olarak kullanılmaktadır (Spychalla ve Desborough, 1990; Jatgap ve Bhargava, 1995).

Tuz stresi ile MDA miktarındaki değişimler son derece önemli sonuçları vurgulamıştır. MDA miktarları her iki çeşit için % 1 düzeyinde tüm uygulamalarda önemli sonuçlar vermiş ve 'Compindi White' çeşidinde kontrole göre tuzlu koşulda % 18.72 düzeyinde artış göstermiş ancak bu durum tuzlu ortamdaki kalsiyum uygulamaları ile her bir doz için önemli düzeyde azalışlarla % 44.10 düzeyine ulaşmıştır. Bu azalış sırası ile ilk dozda % 27.41'e, 20 mM kalsiyum dozunda % 42.21 ve 30 mM kalsiyum dozunda % 44.10 oranında düşüş göstermiştir. 'Compindi Deep Blue' çeşidinde kontrol ortamına göre tuzlu koşulda % 42.44 oranında artmış, kalsiyum uygulamaları tuzlu koşullardaki kontrol dozuna göre MDA içeriklerini önce hafifçe arttırırken, sonra % 37.19 ve son uygulama dozunda da % 43.65 düzeyine geriletmiştir (Çizelge 6). Bu sonuçlar, yapılan araştırmalar ile örtüşmekte ve kalsiyumun hücre duvarlarındaki onarıcı etkisi de göz önüne alınca uyum daha da anlam kazanmaktadır (Kuşvuran ve ark., 2008).

Çizelge 6. Tuzlu koşullarda *L. sinuatum* bitkisinde kalsiyum uygulamalarının prolin ve malondialdehid (MDA) içeriği üzerine etkisi.

Table 6. The effect of calcium applications on proline and malondialdehid (MDA) content under saline conditions.

Uygulamalar	<i>Limoniu sinuatum</i> 'Compindi White'		<i>Limoniu sinuatum</i> 'Compindi Deep Blue'	
	Prolin içeriği (µmol/g YA)	MDA içeriği (nmol.ml <sup>-1</sup> )	Prolin içeriği (µmol/g YA)	MDA içeriği (nmol.ml <sup>-1</sup> )
K	8,08	22.11	7.37	20.45
T	20.99	26.25	23.73	29.13
LSD <sub>0,05</sub>	1.22**	2.86**	1.26**	3.01**
K*Ca 0	6.96	18.77	5.07	15.97
K*Ca 1	7.65	22.53	7.17	18.41
K*Ca 2	8.68	22.61	8.40	22.03
K*Ca 3	9.03	24.51	8.83	25.37
T*Ca 0	33.51	36.67	33.38	39.04
T*Ca 1	23.48	26.62	26.15	39.95
T*Ca 2	14.40	21.19	20.83	24.52
T*Ca 3	12.58	20.50	14.55	22.00
LSD <sub>0,05</sub>	2.43**	5.72**	2.51**	6.03**

Araştırmada tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde, tuz stresinde *L. sinuatum* yetiştiriciliğinde kalsiyum uygulamalarının tuza toleransı artırmada kullanılabilecek bir strateji olduğu sonucuna varılmıştır. Kalsiyum uygulamaları tuzlu koşullara dayanımı artırarak bazı stres parametreleri ile çiçek performansını olumlu etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda tuzlu koşullarda kalsiyumun etkisi özellikle bazı stres parametrelerinde son derece önemli sonuçlar ortaya koyarken, yine bazı çalışmalarda olduğu gibi verim ile ilgili sonuçlarda azalmalar ve dalgalanmalar da ortaya çıkmaktadır.

### Sonuç

*L. sinuatum* ekonomik değere sahip bir halofit olup, tuzlu topraklarda yetişebildiği gibi tuz içeriği yüksek sulama sularından faydalanılarak da yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Tuzlanma probleminin bulunduğu örtü altı yapılar da *L. sinuatum* türünün üretim sezonu da ayarlanarak tuz koşullarında ortaya çıkabilecek olumsuzlukların giderilmesinde kalsiyum uygulamaları ile kesme çiçek sektörüne alternatif bitki olarak sunulması ülke ekonomisine katkı bulunmasına imkan sağlayacaktır.

### Kaynaklar

- Akat, Ö., 2008. Farklı Tuzluluk Düzeyleri ve Yıkama Oranlarının Gerbera Bitkisinde Gelişim, Verim, Kalite ve Su Tüketimi Üzerine Etkileri, E.Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 231s.
- Akat, H., Esetlili Colak, B., Altunlu, H., Köşeroğlu, S., Yokas, İ. and Kılınc, R., 2010. Effect of Potassium Doses on Plant Nutrition and Quality of *Statice* (*Limonium sinuatum*), Soil Management and Potash Fertilizer Uses in West Asia and Nort Africa Region (ed.E.A. Kirkby), Proceeding of the International Symposium of Potash Int. in Cooperation with Ege Univ., 161-166pp.
- Akat, H., 2012. Tuz stresi koşullarında yetiştirilen *Limonium sinuatum* (Statice) bitkisinde kalsiyum uygulamalarının verim ve gelişim üzerine etkisi. Ege Üniv. Fen Bil. Ens., İzmir, 158 s.
- Anonim, 2010. Türkiye Süs Bitkileri Sektör Raporu, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Antalya İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, www.aib.org/tr/raporlar/kc/kcsusbitkileri2010.pdf.
- Anonymous, 2002. World News in Floraculture in Flora Culture International, June 2002.
- Anonymous, 2008. Cultural Directions (*Limonium sinuatum*), Hilverdakooij

*L. sinuatum*'un çok yönlü kullanıma sahip olması ekonomik anlamda yararlanma sahasını da arttırmaktadır. Kesme çiçek olarak yetiştiriciliğinin kolay, üretim girdilerinin düşük olması ve çok fazla işçilik gerektirmemesi, üretici bazında da yetiştiriciliğinin zahmetsiz olması, türün ülkemizde de popüler bir duruma geleceği düşünüldüğünde yetiştiricilik ile ilgili çalışmaların yapılması, ülke ekonomisi ve süs bitkileri sektörü açısından bir kazanç olacaktır.

Araştırmada, *L. sinuatum*' un örtü altı tuzlu koşullarda yetiştiriciliğinde yaprak oransal nem içeriği, klorofil, karotenoid, prolin içeriği ve lipit peroksidaz gibi bazı stres parametrelerinin uygun değerlere çekilebilmesi açısından, kalsiyum uygulamalarının ilave olarak yapılması, sonuçları olumluya çevirerek stres parametrelerinin etkisini azaltmaktadır. Uzun dönem için verim ve kalite özelliklerinin iyileştirilmesi açısından kalsiyum dozlarının özenli seçilmesi gerekmektedir. Nitekim bu çalışmada 20 ve 30 mM kalsiyum dozlarının stres parametrelerini olumlu etkilediği görülmüştür. Daha yüksek konsantrasyonların bundan sonraki çalışmalarda ele alınması yararlı olacaktır.

- PlantTechnologywww.Hilverdakooij.nl/files/downloa d/guides/*Limonium sinuatum*\_en.pdf. (01.01.2011).
- Aranson, J.A., 1989. Halophyte:A Data Base of Salt Tolerant Plants of The World, Office of Arid Lands Studies, The Tucson, Arizona: University of Arizona Pres, 1-114pp.
- Arnon, D. I., 1949. Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris, Plant Physiology, 24 (1):1-15pp.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D., 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water Stres Studies, Plant Soil., 39: 205-207pp.
- Bayçin-Korkut, A., 1998. Çiçek Yetiştiriciliği, Hasat Yayıncılık. P.K.232 Kadıköy, İstanbul.
- Carter, C.,T., Grieve, C.M. and Poss J.A., 2005. Salinity Effects on Emergence, Survival, and Ion Accumulation of *Limonium perezii*, Journal of Plant Nutrition, 28: 1243-1257.
- Carter, C.T. and Grieve C.M., 2010. Growth and Nutrient of Two Cultivars of *Zinnia elegans* Under Saline Conditions, Hortscience 45(7):1058-1063.
- Çırak, C. ve Esendal, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi, OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 2006, 21(2):231-237 s.

- Dinga, F., Chena, M., Suia, N. and Wang, B.S, 2010. Ca<sup>+2</sup> Significantly Enhanced Development and Salt-Secretion Rate of Salt Glands of *Limonium bicolor* under NaCl Treatment, South African Journal of Botany, 76 (1): 95-101.
- Doğan, M., Kılıç, H., Aktan., A. ve Can, N.E., 2009. Tuz Stresi Altındaki Domates (*Lycopersicon Sp.*) Fidelerinde Kalsiyum Miktarı Değişimleri, Fırat Üniv., Fen Bilimleri Dergisi, 21(2), 103-108ss.
- Dolatabadian, A., Sanavy, S.A.M.M. and Chashmi, N.A., 2008. The Effects of Application of Ascorbic Acid (Vitamin C) on Antioxidant Enzymes Activities, Lipid Peroxidant and Proline Accumulation of Canola (*Brassica Napus L.*) under Conditions of Salt Stress, J. Agronomy and Crop Science, 931-2250.
- Durdu, İ., 2007. Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Maruz Bırakılan Bazı Halofit Bitkilerde (*Salicornia europaea L.*, *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl ve *Atriplex olivieri* Moq.) Meydana Gelen Fizyolojik Parametrelerin Araştırılması, Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, 109 s.
- El Shaer, H. M., 2010. Halophytes and Salt-Tolerant Plants as Potential Forage for Ruminants in The Near East Region, Small Ruminant Research. Potential Use of Halophytes and Other Salt-Tolerant Plants in Sheep and Goat Feeding, 91(1), 3-12.
- Essa T.A., 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max L. Merrill*) cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science, 188,2:86-93.
- Franco, J.A., Estaban, C. and Rodriguez, C., 1993. Effect of Salinity on Various Growth Stages of Muskmelon cv. Revigal, J. of Hort. Sci., 68:899-904.
- Grieve, C. M., Poss, J. A., Grattan, S. R., Lieth, J. H. and Zeng, L., 2005, Productivity and mineral nutrition of *limonium* species irrigated with saline wastewaters, Hortscience 40 (3): 654-658pp.
- Grieve, C.M. and Poss, J.A., 2010. Response of Sunflower Cultivars 'Sunbeam' and 'Moonbright' to Irrigation with Saline Wastewaters, Journal of Plant Nutrition, 33(9-11): 1579-1592.
- Güngör, Y. ve Erözel, Z., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı, Ankara Üniv., Ziraat Fak. Yayınları No:1341, Ders Kitabı:389, Ankara, 232 s.
- Hale, M.G. and Orcutt, D.M., 1987. The Physiology of Plants Under Stress, John Wiley & Sons, Inc. USA., 206p.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. and Handa, A.V., 1986. Cellular Mechanisms of Salinity Tolerance, Hort. Sci., 21:1317-1324.
- Hatipoğlu, A. ve Gülgün, B., 1999. Tek ve Çok Yıllık Mevsimlik Çiçekler, Kent Matbaası, İzmir, 208 s.
- Hepler, P. K., 2005. Calcium: A Central Regulator Of Plant Growth And Development, Plant Cell, 17: 2142-2155.
- Hernandez, J.A., Del Rio, I.A. and Sevilla, F., 1994. Salt Stress-Induced Changes in Superoxide Dismutase Isozymes in Leaves and Mesophyll Protoplasts from *Vigna unguiculata L. walp.* New Phytol., 126:37-44.
- Hodges, D. M., DeLong, J.M., Forney, C.F. and Prange, R.K., 1999. Improving the Thiobarbituric Acid-Reactive-Substances Assay for Estimating Lipid Peroxidation in Plant Tissues Containing Anthocyanin and Other Interfering Compounds, Planta, 207:604-611pp.
- Jatgap, V. and Bhargava, S., 1995. Variation in the Antioxidant Metabolism of Drought Tolerant and Drought Susceptible Varieties of *Sorghum bicolor L. Moench*, Exposed High Light, Low Water and High Temperature Stress, J. Plant Physiol., 145:195-197.
- Kacar, B. ve Katkat, V., 2006. Bitki Besleme, Nobel Yayın No: 849. Fen ve Biyoloji Dizisi: 29. ISBN 975-591-834-5.
- Kanber, R., Kırdı, C. ve Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları, Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana.
- Kandeel, A.M., El-Ramah, S.O. and Al-Qubati, A.A., 1999. Effect of Sodium Chloride in Soil on the Growth and Uptake of Some Nutrient Essential Elements of Snapdragon Plant, Journal of Agricultural Sciences 7:1, 261-271.
- Kaya, C. and Higgs, D., 2002. Calcium Nitrate as a Remedy for Salt Stressed Cucumber Plants. Journal of Plant Nutrition, 25(4), 861-871.
- Kocaçalışkan, İ., 2002. Bitki Fizyolojisi, Nobel Yayın Dağıtım. 7. Basım, 316 s.
- Köşeroğlu, S., 2006, Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea mays L.*) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 106 s.
- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak. K. ve Ellialtıoğlu, Ş., 2008. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Tuza Tolerant ve Duyarlı *Cucumis Sp.*'nin Bazı Genotiplerinde Lipid Peroksidasyonu, Klorofil ve İyon Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 18(1):13-20.
- Levitt, J., 1980. Salt Stresses in: Responses of Plants to Environmental Stresses, II: 365-454, Academic press.
- Navarro, M. J., Martinez, V. and Carvajal, M., 2000. Ammonium, Bicarbonate and Calcium Effects on Tomato Plants Grown Under Saline Conditions, Plant Science, 157: 89-96.
- Özmen, E., Doğan, C., Akaydın, G., Doğan, M., 2012. Türkiye'de yayılış gösteren *limonium* mill. (plumbaginaceae) türlerinin polen morfolojisi. 1. Ulusal Disiplinlerarası Çevre Kongresi, 14 - 16 Mayıs 2012, Sakarya. Sayfa: 53.
- Papadopoulos, I., Chimonidou, D., Savvides, S. and Polycarpou, P., 2006. Optimization of Irrigation with Treated Wastewater on Flower Cultivations, Proceeding of The ICID Conference 7-11 December 2004, Cairo-Egypt. 53:227-235pp.
- Parida, A. K. and Das B. A., 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants, Science Direct, 60: 324-349.
- Reid, S.M., 2002. Cut Flowers and Greens, Department of Environmental Horticulture University of California, Davis, CA.
- Shannon, M.C., 1997. Adaptation of Plants to Salinity Advances in Agronomy, Vol:60.

- Sivritepe, N., 1995. Asmalarda Tuza Dayanıklılık Testleri ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerine Araştırmalar, Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Ens. Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa.
- Sivritepe, N. ve Eriş, A., 1998. Asmalarda Tuza Dayanım ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerinde Araştırmalar, 4. Bağcılık Sempozyumu, 20-24 Ekim 1998, Yalova. Bildiriler Kitabı, 56-63ss.
- Sivritepe, N., 2002. Asmalarda Tuzdan Kaynaklanan Osmotik Stresin Teşvik Ettiği Fizyolojik Değişimler ve Tuza Dayanımdaki Rollerini, Turk J. Biol., 24 Ek Sayı, 97-104.
- Sonnovel, F. and Straver, N., 1992. Nutrient Solutions for Vegetables and Flowers Grown in Water or Substrates, Veedingsaplossingen Glastuinbouw, 45, The Netherlands.
- Sonneveld, C., 2001. Effects of Salinity n Substrate Grown Vegetables and Ornamentals in Greenhouse Horticulture, Thesis, Wageningen University, The Netherlands, 151.
- Spychalla, J.P and Desborough, S.L., 1990. Superoxide Dismutase, Catalase and Alphotocopherol Conentnt of Stored Potato Tubers, Plant Physiol., 94:1214-1218.
- Sreenivasulu, N., Ramanjulu, S., Ramachandra-Kini, K., Prakash, H.S., Sheaker-Shetty, H, Savithri, H.S. and Sudhakar, C., 2000. Total Peroxidase Activity and Peroxidase Isoforms as Modified by Salt Stres İn Two Cultivars of Fox-Tail Millet with Differential Salt Tolerance, Plant Sci., 141:1-9.
- Strain, H.H. and Svec, W.A., 1966. Extraction, Separation, Estimation and Isolation of Chlorophylls, in The Chlorophylls. (Eds.: L.P. Vernon and G.R. Seely), Academic Press, N.Y., 21-66pp.
- Taban, E., 1999. Değişik mısır çeşitlerinin tuz stresine duyarlılıkları. Tr. J. of Agric. And Forestry. 23(3):625-633.
- Tuna, A.L., Kaya, C., Yokaş, I. and Altunlu, H., 2005. The Osmoregulatory Role of Proline in Plants Under Salt Stres, International Conference On Biosaline Agriculture & High Salinity Tolerance.
- Tuna, L. A., Kaya, C., Altunlu, H., Yokas, İ. and Yagmur, B., 2007. The Effects of Calcium Sulphate on Growth, Membrane Stability and Nutrient Uptake of Tomato Plants Grown Under Salt Stres, Science Direct, 59: 173-178.
- Türkmen, Ö., Sensoy, S., Erdal ve Đ., Kabay, T., 2002. Kalsiyum Uygulamalarının Tuzlu Fide Yetistirme Ortamlarında Domateste Çıkış ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12(2):53-57.
- Verlinden S. and McDonald L., 2007. Productivity and Qquality of *Statice* (*Limonium sinuatum* cv. Soirre Mix) and Cockscomb (*Celosia argentea* cv. Chief Mix) under Organic and Inorganic Fertilization Regiments, Scientia Horticulturae, 114(3):199-206pp.
- Wilfret, G.J., Raulston, J. C., Poe S. L. and Engelhard A. W., 1973. Cultural Techniques F,for The Commercial Production of Annual *Statice* (*Limonium spp. Mill.*) in Florida, Florida State Horticultural Society, 399-404pp.
- Woods, S. A., 1996. Salinity Tolerance of Ornamental Trees and Shrubs, Her Majesty the Queen in the Right of Alberta, www.agric.gov.ab.ca/soil/saltroot.html. (20.01.2011).
- Yakıt, S. ve Tuna, A.L., 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg Ve K'in Etkileri, Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 2006, 19(1), 59-67.
- Yamasaki, S. and Dillenburg, L.R., 1999. Measurements of Leaf Relative Water Content in *Araucaria angustifolia*, Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. 11: 69-75pp.