KSÜ Tarım ve Doğa Derg 29 (2), 309-321, 2026
KSU J. Agric Nat 29 (2), 309-321, 2026
DOI:10.18016/ksutarimdoga.vi.1715858

Tuz Stresinin Topraksız Ortamda Yetiştirilen Horoz İbiği (*Celosia argentea* var. *cristata*) Bitkisinde Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi

Saliha ERDOĞDU[1] ✉, Hakan KARTAL[2], Fulya OKATAR[3]
[1,2,3]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye
[1]https://orcid.org/0000-0001-8639-2938, [2]https://orcid.org/0000-0002-3870-1588, [3]https://orcid.org/0000-0002-7105-9208
✉: serdogdu95@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, horoz ibiği bitkisinin (*Celosia argentea* var. *cristata*) gelişimi üzerine farklı tuz dozlarının etkileri değerlendirilmiş ve bu amaçla bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler incelenerek tuz tolerans eşiği belirlenmiştir. Bu çalışma 2024 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesine ait ısıtmasız cam serada yapılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. 'Bombay Orange' çeşidi kullanılarak, yetiştirme ortamına farklı tuz dozları (EC 0 (kontrol), EC 30, 60, 90 ve 150 mM NaCl) uygulanmıştır. Tuz uygulamalarının dal sayısı ve çiçek sayısı dışında bitkinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerinde %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar genel olarak incelendiğinde kontrol uygulamalarının daha iyi sonuç verdiği ancak tuz dozlarındaki artışa paralel olarak diğer uygulamalarda da oransal düşüşler olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 150 mM tuz uygulaması, bitki boyunda %38, çiçek uzunluğunda ise %44 oranında önemli azalmalara neden olmuştur. Hücre zarı zarar oranı, orta tuzluluk seviyelerinde bile önemli bir artış göstererek, tuz stresinin hassas bir göstergesi olarak ortaya çıkmıştır. Horoz ibiği yetiştiriciliğinin, düşük veya orta tuzluluk seviyelerine sahip ortamlarda yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Horoz ibiğinin tuzluluğa orta derecede duyarlı olduğu ve büyüme ile süs bitkisi kalitesinde önemli kayıpların önlenmesi için sulama suyu EC'sinin 30 mM NaCl'nin (≈ 3 dS/m) altında tutulması gerektiği belirlenmiştir.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi
Geliş Tarihi : 07.06.2025
Kabul Tarihi : 09.10.2025

Anahtar Kelimeler
Celosia argentea var. *cristata*
Hücre mebran stabilitesi
NaCI
Süs bitkisi kalitesi
Topraksız tarım

The Effect of Salt Stress on Some Morphological and Physiological Parameters in Cockscomb (*Celosia argentea* var. *cristata*) Plants Grown in Soilless Media

ABSTRACT

In this study, the effects of different salt doses on the development of the cockscomb plant (*Celosia argentea* var. *cristata*) were evaluated, and for this purpose, some morphological and physiological parameters were examined to determine its salt tolerance threshold. This study was carried out in unheated glass greenhouse of Tokat Gaziosmanpaşa University in 2024. The study was conducted according to the randomized parcel factorial trial design, with 3 replications. Using 'Bombay Orange' cultivar, different salt doses (EC 0 (control), EC 30, 60, 90 and 150 mM NaCl) were applied to the growing medium. It was determined that salt treatments were significant at 1% level on morphological and physiological characteristics of the plant except number of branches and number of flowers. When the treatments were analysed in general, it was determined that the control treatments gave better results, but there were proportional decreases in other treatments in parallel with the increase in salt application doses. Compared to the control group, the application of 150 mM salt caused significant reductions of 38% in plant height and 44% in flower length. Cell membrane damage rate emerged as a sensitive indicator of salt stress, showing a significant

Horticulture

Research Article

Article History
Received : 07.06.2025
Accepted : 09.10.2025

Keywords
Celosia argentea var. *cristata*
Cell membran stability
NaCI
Ornamental quality
Soilless agriculture

increase even at moderate salinity levels. It was concluded that cockscomb cultivation should be carried out in environments with low or moderate salinity levels. It is concluded that cockscomb is moderately sensitive to salinity, and irrigation water EC should be kept below 30 mM NaCl (≈ 3 dS/m) to prevent significant losses in growth and ornamental quality.

Atıf İçin : Erdoğdu, S., Kartal, H., & Okatar, F. (2026). Tuz Stresinin Topraksız Ortamda Yetiştirilen Horoz İbiği (Celosia argentea var. cristata) Bitkisinde Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 29* (2), 309-321. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.1715858.

To Cite: Erdoğdu, S., Kartal, H., & Okatar, F. (2026). The Effect of Salt Stress on Some Morphological and Physiological Parameters in Rooster Comb (Celosia argentea var. cristata) Plants Grown in Soilless Media. *KSU J. Agric Nat 29* (2), 309-321. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.1715858.

GİRİŞ

Horoz ibiği (*Celosia argentea* var*. cristata*), Amaranthaceae (domuz otu) familyasına aittir. Birçok çeşidi bulunan bitki; sebze, yalancı tahıl ve süs bitkisi olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir (Yarnia ve ark., 2011; Keskin ve ark., 2021; Tunçtürk ve ark., 2024). Horoz ibiği, güneybatı Nijerya'da yetiştirilen, protein, vitamin ve mineral bakımından zengin bir bitkidir (Akanbi ve ark., 2007). Yaprak ve genç sürgünleri çorba yapımında kullanılmakta ve yaprakları kurutularak kış mevsiminde kullanımı için saklanabilmektedir (Aruna, 2009). Bitkinin göz alıcı çiçek yapısı ve süs bitkisi olarak peyzaj tasarımlarında kullanımının görsel, fiziksel ve psikolojik faydaları, onu peyzaj ve kesme çiçekçilikte tercih edilen bitkilerden biri haline getirmektedir (Ergun ve ark., 2014; Keskin ve ark., 2021; Erdoğdu & Çelik, 2024).

Süs bitkisi ve diğer bitki türleri yetiştiriciliğinde üretimi sınırlandıran birçok abiyotik stres faktörü (tuzluluk, kuraklık, don, sıcaklık vs.) bulunmaktadır (Hirayama & Shinoza, 2010). Bu stres faktörlerinin başında tuzluluk gelmekte (Zhu, 2003; Ayyıldız, 2011; Türkoğlu ve ark., 2013) ve her geçen gün tarım toprakları üzerindeki baskısını artırmaktadır. Tuzluluk, kurak ve yarı kurak iklimlerde bulunan çözünebilir tuzların kılcal yollarla toprak yüzeyine ulaşması, buharlaşma veya yüksek sıcaklığın etkisi ile toprak yüzeyinin altında birikmesidir (Kwiatowsky, 1998; Kara, 2002; Ekmekçi ve ark., 2005; Koca, 2007; Ayyıldız, 2011).

Türkiye topraklarının yaklaşık 1.5 milyon ha alanı tuzluluk probleminden etkilenmektedir. Bu durumun gelecekte tarımsal üretimde %25'lik bir azalmaya neden olacağı bildirilmiştir (Çulha & Çakırlar, 2011). Açık alanlarda (tarla) meydana gelen toprak tuzluluğu; yetersiz drenaj, aşırı yağmurun etkisiyle tuzların mobilizasyonu, yüksek sıcaklıklarda tuzların çökelmesi, sulama suyunun tuzluluğu, bilinçsiz gübreleme gibi insan ve doğal faktörlü uygulamalar neticesinde oluşmaktadır (Sönmez & Sönmez, 2007). Yoğun tarım yapılan seralarda ise; yüksek sıcaklıklar, evapotranspirasyon, kötü drenaj ve kalitesiz su kullanımı (Sönmez & Kaplan, 2004), kıyı şeridi boyunca deniz suyunun sulama suyuna karıştırılması (Anaç & Eryüce, 2003) ve topraksız yetiştiricilikte kök hacimlerinin küçük olması nedeniyle bu ortamlarda kullanılan besin çözeltisinde hızla biriken tuzlar nedeniyle tuzluluk sorunları ortaya çıkabilmektedir (Li, 2000). Toprak tuzluluğu, ürün verimini ve kalitesini düşüren (Saqib ve ark., 2011), tarımsal alanlarda yaygınlığı artmaya devam eden önemli bir agronomik sorundur (Flowers, 2006). Toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttıkça suyun ozmotik basıncı artar ve bitkiler su dengesini sağlamak için stomalarını kapattıklarından solunum, fotosentez gibi biyokimyasal olayların azalması ile bitki büyümesi, verimi ve standardı azalır (Oral ve ark., 2020a; Kartal ve ark., 2025). Uzun süreli stres koşulları altında, yüksek sodyum konsantrasyonu, metabolik aktivitenin azalması nedeniyle hücre zarının işlevselliğini ve hücre içi iyon dengesini başlangıçta bozar ve hücre büyümesini durdurarak hücrelerin ölmesine yol açar (Ashraf ve ark., 1994; Rus ve ark., 2001; Ashraf & Harris, 2004). Tuzlardan kaynaklanan toksik iyon seviyesinin, membran stabilitesi, enzim aktivitesi, su dengesi, mineral beslenme, yağ depolama ve sentezi dahil olmak üzere bitki hücrelerindeki bir dizi temel süreci olumsuz etkilemektedir (Saqib ve ark., 2011; Yetişir & Uygur, 2009). Bitkilerde toprak tuzluluk seviyesinin 2 dS m^{-1}'i aşması bitkilerde verim düşüşlerine, 4.5 dS m^{-1}'e ulaşması ise verimde yaklaşık %50 kayba neden olmaktadır (Maas, 1990). Tuz stresine dayanıklı bitkiler olan halofitlerin, tuz içeriği %2-20 arasında değişen topraklarda hayatta kaldıkları (Strogonov, 1964), ancak tuza duyarlı bitkiler olan glikofitlerin, %0.01'den fazla tuz içeren topraklarda fizyolojik işlev bozukluğu gösterdikleri ve gelişimleri üzerinde olumsuz etkiler yaşadıkları bildirilmiştir (Shannon ve ark., 1994). Tuz stresi olarak tanımlanan bu durumda, bitkilerin morfolojik ve anatomik yapılarında kayda değer değişimlerin ortaya çıktığı gözlenmiştir (Lewitt, 1980). Nitekim tuz stresinin farklı bitkilerde morfolojik ve fizyolojik parametreleri etkilediği çeşitli araştırmalarda ortaya konulmuştur. Örneğin, *Acorus americanus*'un tuzlu koşullarda yetiştirildiği bir çalışmada, yaprakların oransal su içeriğinin kontrol bitkilerine göre %35 oranında azaldığı bildirilmiştir (Romanello ve ark., 2008). Benzer şekilde, *Cyclamen hederifolium* Aiton. türünde tuzluluk düzeyinin artmasıyla yaprak alanında azalma, yumru ağırlığında düşüş, çiçeklenmenin gecikmesi ve çiçek tomurcuğu sayısında azalma gözlenmiştir (Akçal & Kaynaş, 2021).

Agastian ve ark. (2000), NaCl'nin dut bitkisi üzerindeki biyokimyasal etkilerini inceledikleri çalışmada, toplam klorofil miktarının tuzlu koşullarda azaldığını bildirmiştir. *Calendula officinalis* L. bitkisinde ise yaprak alanının vermikompost ortamında daha yüksek olduğu ve artan tuz stresine paralel olarak azaldığı, stoma boyutunun da vermikompost ortamında en yüksek olduğu ve artan tuz dozlarıyla birlikte azaldığı tespit edilmiştir (Selem ve ark., 2021). Literatürde tuz stresine verilen yanıtlardan biri de, toplam yaprak alanındaki azalmadır. Hücre duvarı özelliklerindeki değişiklikler, hücre su ilişkileri ve fotosentez hızındaki azalmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan yaprak alanındaki azalma (Munns & Tester, 2008), *Paulownia* sp. (Ivanova ve ark., 2014), *Callistemon laevis* (Álvarez & Sánchez-Blanco, 2015) ve *Euonymus japonicus* (Gómez Bellot ve ark., 2013) türlerinde kaydedilmiştir.

Literatürde *C. argentea* var. *cristata*'nın besin değeri veya kuraklık tepkileri üzerine çalışmalar bulunmakla birlikte, özellikle süs bitkisi olarak değerlendirilen *C. argentea* var. *cristata*'nın tuz stresine karşı detaylı morfo-fizyolojik tepkileri topraksız tarımda sistematik olarak incelenmemiştir. Topraksız tarımın artan popülaritesi, sulama suyunda artan tuzluluk problemleri ve tuzluluk stresinin bitki büyümesi üzerindeki zararlı etkileri göz önüne alındığında, bu araştırma alanı kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı ve bu popüler süs bitkisinin tuz tolerans eşiğini belirleyerek ticari yetiştiricilere bilimsel dayanak sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çalışmanın hipotezi, horoz ibiği bitkisinin orta derecede tuz stresine toleranslı olduğu ve süs kalitesinin korunması için sulama suyu EC'sinin 30 mM NaCl altında tutulması gerektiğidir.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Çalışma, 2024 yılında Eylül-Kasım ayları arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde ısıtma ve soğutma sistemi olmayan, çatıdan havalandırmalı 450 m^2 alana sahip cam serada (40°19'55'N 36°28'33'E) yürütülmüştür. Çalışmada bitkiler 24.5*20.3*13.7 cm ölçülere sahip saksılarda yetiştirilmiştir. Çalışmada, süs bitkisi olarak yetiştirilen *C. argentea* var. *cristata* 'Bombay Orange' çeşidi kullanılmıştır (Şekil 1). Horoz ibiği yetiştiriciliğinde besin çözeltisi olarak Hoagland besin çözeltisi kullanılmıştır (Hoagland & Arnon, 1950). Bitkilere Hoagland besin çözeltisi, sulama suyu ile birlikte fertigasyon yöntemiyle uygulanmış; çözeltinin elektriksel iletkenliği (EC) 1.5 dS/m, pH değeri 5.5–6.5 olacak şekilde, 2:1:3:1,5:1 (N:P:K:Ca:Mg) oranında hazırlanmış stok çözeltiler kullanılmıştır.

Şekil 1. 'Bombay Orange' (*C. argentia* var*. cristata*)
Figure 1. 'Bombay Orange' (C. argentia var*. cristata)*

Çalışmada farklı tuz dozları, fide döneminde bitkiler dört yapraklı olduktan sonra haftalık olarak uygulanmıştır. Tuzlu çözeltiler, sulama suyuna eklenen NaCl (sodyum klorür) ile hazırlanmış olup, uygulanan EC seviyeleri sırasıyla 0 (kontrol), 30, 60, 90 ve 150 mM olarak literatürdeki benzer çalışmaların sonuçları temel alınarak belirlenmiştir. Düşük dozlar (30 ve 60 mM) bitkilerde hafif ve orta düzeyde stres koşullarını temsil edecek şekilde seçilirken, yüksek dozlar (90 ve 150 mM) şiddetli stres koşulları yaratacak şekilde esas alınmıştır. Tuz uygulaması haftada bir kez olacak şekilde gerçekleştirilmiş, uygulamayı takip eden gün bitkiler besin çözeltisi ile sulanmıştır. Bitkiler, %70 torf ve %30 perlit karışımından oluşan ortamda yetiştirilmiş olup, çalışma toplam iki ay sürmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan torfun kimyasal bileşimi
Table 1. Chemical composition of the peat used in the study

Özellikler - *Features*	Değerler - *Values*
Organik madde (%)	95
pH	5.5
EC (dS/m)	2.5
N (mg/1)	140
P_2O_5 (mg/1)	160
K_2O (mg/1)	180
MgO (mg/1)	10
SO_3 (mg/1)	187
Fe (mg/1)	0.9
Mn (mg/1)	1.6
B (mg/1)	0.3
Zn (mg/1)	0.4
Cu (mg/1)	1.5
Mo (mg/1)	0.5

Metod

Çalışmada, farklı tuz konsantrasyonlarının horoz ibiği (*C. argentea* var. *cristata*) bitkisinin büyüme, gelişme ve görsel kalitesi üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler incelenmiştir. Morfolojik ölçümler kapsamında; bitki boyu (cm), gövde yaş ağırlığı (g), gövde çapı (mm), dal sayısı (adet/bitki), çiçek sayısı (adet/bitki), çiçek kanopisi genişliği (mm), çiçek uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet/bitki), yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm), kök uzunluğu (cm), kök yaş ve kuru ağırlığı (g) ile yaprak yaş ve kuru ağırlığı (g) değerlendirilmiştir. Fizyolojik parametreler olarak ise klorofil indeksi (Spad değeri), oransal su içeriği (%), iyon sızıntısı (%) ve hücre zarı zarar oranı (%) ölçülmüştür.

Morfolojik parametreler

Bitki boyu (cm): Bitkilerin tepe noktası ile kök boğazı arasındaki mesafe metre yardımıyla cm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir. Gövde yaş ağırlığı (g): Bitkilerin toprak üstü aksamı, toprak seviyesinden kesilerek hassas terazi ile g cinsinden tartılmıştır. Gövde çapı (mm): Bitkilerin gövde çapı, toprak yüzeyinden yaklaşık 2 cm yukarıdan dijital kumpas ile mm cinsinden ölçülmüştür. Dal sayısı (adet/bitki): Her bitkide gelişen dallar sayılarak kayıt altına alınmıştır. Çiçek sayısı (adet/bitki): Bitki başına düşen çiçek sayısı sayılarak elde edilmiştir. Çiçek kanopi genişliği (mm): Çiçeğin en geniş yerinden dijital kumpas yardımıyla mm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir. Çiçek uzunluğu (cm): Bitkinin çiçeği, çiçek sapı bitiminden itibaren metre yardımı ile cm cinsinden ölçülmüştür. Yaprak sayısı (adet/bitki): Bitkiler üzerindeki sağlıklı yaprakların sayılmasıyla belirlenmiştir. Yaprak eni (cm): Yaprak ayasının en geniş olduğu kısımdan dijital kumpas yardımıyla mm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir. Bitkinin farklı noktalarından rastgele yapraklar alınıp 3 farklı ölçüm yapılarak ortalaması kaydedilmiştir. Yaprak boyu (cm): Yaprak sapının sona erdiği yerden başlayarak yaprağın en uç noktasına kadar olan mesafe dijital kumpas yardımıyla cm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir. Bitkilerin farklı noktalarından rastgele yapraklar alınıp 3 farklı ölçüm yapılarak ortalaması kaydedilmiştir. Kök uzunluğu (cm): Bitkilerin kök ucundan kök boğazına kadar olan mesafe metre ile ölçülerek belirlenmiştir. Kök ve yaprak yaş ağırlığı (g): Bitkiler saksılardan çıkarıldıktan sonra kökler çeşme suyuyla yıkanıp kurutma kağıtları üzerinde fazla sularından arındırıldıktan sonra kök ve yaprak yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak belirlenmiştir. Kök ve yaprak kuru ağırlığı (g): Kök ve yapraklar etüv içerisinde 65 ºC sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuruyan köklerin ve yaprakların ağırlığı hassas terazide g cinsinden ölçülerek belirlenmiştir.

Fizyolojik parametreler

Yaprak klorofil içeriği (Spad): Yapraktaki pigment miktarı bitkinin fotosentez yapma kapasitesinin belirlemesi açısından önemlidir. Bitkilerde spad değeri haftalık periyotlarla her uygulamada çift okuma şeklinde tam gelişmiş yapraklardan spad cihazı (Spad-502, Minolta, Osaka, Japan) ile ölçülmüştür.

Yaprak oransal su kapsamı (%): Bitkiler hasat edildikten sonra yaprakların oransal su içeriklerini belirlemek amacıyla önce taze ağırlıkları (TA) belirlenmiştir. Ardından yapraklar saf suda 6 saat bekletilip turgor ağırlıkları (TuA) belirlenmiştir. Ağırlıkları alınan yapraklar 65 ºC etüvde 48 saat bekletildikten sonra kuru ağırlıkları (KA) gram cinsinden kaydedilmiştir. Ölçülen taze ve kuru ağırlık değerleri aşağıda verilen formül ile oranlanarak yaprak oransal su kapsamı (%) hesaplanmıştır (Kuşvuran, 2010).

YOSK (%) = (TA − KA) / (TuA − KA) × 100 (TA: Taze Ağırlık, KA: Kuru Ağırlık, TuA: Turgor Ağırlığı)

İyon sızıntısı (%): Alınan yaprak örnekleri ilk olarak çeşme suyunda yıkanıp ardından saf su ile durulanarak analize hazırlanmıştır. Her uygulama için yaprak dokusundan 1.5 cm çaplı 12 adet disk alınmıştır. Alınan yaprak kesitleri cam tüpler içerisine konulmuş ve üzerine 20 ml saf su ilave edilerek 24 saat mekanik çalkalıyıcıda (100 rpm) inkübe edilmiştir. 24 saat sonunda örneklerin elektriksel iletkenliği EC metre ile ölçülmüştür. Bu değer EC-1 olarak kaydedilmiştir. Daha sonra otoklavda 121 ºC'de 20 dakika bekletilerek dokuların canlılığını sona erdirmesi gerçekleştirilmiştir. Otoklavdan çıkan örnekler oda sıcaklığına gelince EC metre ile ikinci okuma (EC-2) yapılmıştır. Yaprakların iyon sızıntısı oranları ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Özden ve ark., 2009).

İyon Sızıntısı (%) = (EC1 / EC2) × 100 (EC1: 1. okuma değeri, EC2: 2. okuma değeri)

Hücre zarı zarar oranı (HZZO %): Hücre zarı zarar oranı yaprak örneklerinden ölçülen iyon sızıntısı verileri kullanılarak belirlenmiştir. Kontrol örneklerindeki zararlanma esas alınıp aşağıda verilen formül ile belirlenmiştir (Dlugokecka & Kacperska-Palacz, 1978; Fan & Blake, 1994).

*HZZO (%) = [1− (1− (1−EC1 ÷ EC2) ÷ (1−EC*1 ÷ EC*2) × 100]*

HZZO (%) = [(Uygulama iyon sızıntısı (%) −Kontrol iyon sızıntısı (%)) / 100 – Kontrol iyon sızıntısı] × 100

Çalışma tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde dört bitki, her saksıda bir bitki kullanılmış ve toplam 12 bitki üzerinden gözlem yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.) programında varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farkların önemini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Horoz ibiği (*C. argentea* var. *cristata*) bitkisine uygulanan farklı tuz dozlarının bitkinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiş olup, bulgular Çizelge 2–6'da detaylı şekilde sunulmuştur.

Çizelge 2. Tuz uygulamalarının horoz ibiği bitkisinde bitki boyu, gövde yaş ağırlığı ve gövde çapı üzerine etkisi
Table 2. Effect of salt treatments on plant height, stem wet weight and stem diameter of cockscomb plants

Uygulamalar *(Treatments)*	Bitki Boyu (cm) *Plant Height (cm)*		Gövde Yaş Ağırlık (g) *Stem* Wet Weight (g)		Gövde Çapı (mm) *Stem* Diameter (mm)	
Kontrol	44.30±3.60	a	4.68±0.10	a	6.50±0.28	a
30 mM	36.90±0.72	b	4.43±0.14	a	6.70±0.28	a
60 mM	27.63±0.95	c	3.84±0.16	b	5.17±0.09	c
90 mM	26.30±0.10	c	3.43±0.31	b	5.70±0.23	b
150 mM	27.30±0.61	c	3.37±0.39	b	5.51±0.40	bc
Önem seviyesi	0.000 **		0.000 **		0.000 **	

**: P≤0.01 düzeyinde önemli

Horoz ibiği bitkisinde farklı tuz uygulamaları arasında bitki boyu, gövde yaş ağırlığı ve gövde çapı açısından farkların istatistiksel olarak %1 düzeyinde ($p \leq 0.01$) önemli olduğu belirlenmiştir. Gövde yaş ağırlığı ve gövde çapında en iyi sonuçlar, kontrol ve 30 mM tuz uygulamalarında gözlenmiştir. Uygulamalar arasında bitki boyu açısından en iyi sonuç kontrol uygulamasında (44.30 cm) tespit edilmiştir (Çizelge 2). Benzer çalışmalar incelendiğinde, Turhan (2019) tuzlu koşullarda (0, 2, 4, 6 ve 8 dS m^{-1}) karnabaharın verim ve bazı kalite özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, bitki boyunun 24.10-43.51 cm arasında değiştiğini, Oral ve ark. (2020b), fasulyede silisyum uygulamasının tuz (NaCl) stresini azaltmadaki etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, gövde yaş ağırlığının 3.86-1.35 g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Akkuş ve Vural (2023) ise tuz (0, 100, 200, 300, 400 mM) ve su stresine karşı *İmpatiens balsamina* ve *Zinnia elagans* bitkilerinde sırasıyla, bitki boyunun 18.8-43.7 cm ve 44.1-64.8 cm, gövde çapının 7.5-13.5 mm ve 5.2-7.1 mm arasında değiştiğini ve artan tuz dozlarına paralel olarak incelenen özelliklerde azalmalar görüldüğünü tespit etmişlerdir. Genel olarak elde edilen sonuçlar literatür ile benzerlik göstermiş olup, artan tuz seviyelerinin bitki büyümesini baskıladığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Kaya & İnan, 2017; Öner & Kırlı, 2018; Prajapati ve ark., 2018). Sonuç olarak, bitki boyu ve gövde gelişimi, tuz stresine karşı en hassas morfolojik parametreler olarak öne çıkmaktadır.

Horoz ibiği bitkisinde farklı tuz uygulamalarının, çiçek kanopi genişliği ve çiçek uzunluğu üzerinde istatistiksel olarak %1 düzeyinde ($p \leq 0.01$) önemli etkisi olduğu ancak dal sayısı ve çiçek sayısında uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Uygulamalar arasında çiçek kanopi genişliği 27.25-47.50 mm ve çiçek uzunluğu 4.02-7.16 cm arasında olup, en iyi sonuç kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tuz uygulamalarının horoz ibiği bitkisinde dal sayısı, çiçek sayısı, çiçek kanopi genişliği ve çiçek uzunluğu üzerine etkisi

Table 3. Effect of salt treatments on number of branches, number of flowers, flower canopy width and flower length of cockscomb plant

Uygulamalar *(Treatments)*	Dal Sayısı (adet/bitki) *Number of branches (pcs/plant)*	Çiçek Sayısı (adet/bitki) *Number of Flowers (pcs/plant)*	Çiçek Kanopi Genişliği (mm) *Flower Canopy Width (mm)*		Çiçek Uzunluğu (cm) *Flower Length (cm)*	
Kontrol	1±0.00	1±0.00	47.50±1.40	a	7.16±0.64	a
30 mM	1±0.00	1±0.00	36.56±1.08	b	5.98±0.33	b
60 mM	1±0.00	1±0.00	33.57±0.93	c	5.64±0.38	b
90 mM	1±0.00	1±0.00	27.25±1.17	e	4.06±0.27	c
150 mM	1±0.00	1±0.00	29.62±0.99	d	4.02±0.51	c
Önem seviyesi	ns	ns	0.000 **		0.000 **	

**: P≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemli değil

Akkuş ve Vural (2023), tuz (0-100-200-300-400 mM) ve su stresine karşı *Zinnia elagans* bitkisinin dayanıklılığının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, dal sayısının 2.1-6.3 adet, çiçek sayısının 1.3-5.2 adet ve çiçek kanopi genişliğinin 27.25-55.2 mm arasında olduğunu ve tuz dozlarının artışına parelel olarak incelenen özelliklerde azalmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir. Turhan (2019), tuzlu koşullarda (0, 2, 4, 6 ve 8 dS m^{-1}) karnabaharın verim ve bazı kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, çiçek kanopi genişliğinin 7.92-18.30 cm ve çiçek uzunluğunun 6.83-14.88 cm arasında olduğunu belirtmiştir. Aydınşakir ve ark. (2010) ise farklı tuz uygulaması (1.5 (kontrol), 3.0, 4.5 ve 6.0 dS/m) ve üç frezya çeşidi ('Cordula', 'Athena' ve 'Oberon') ile yaptıkları çalışmada, çiçek sayısını 6.70-10.07 adet arasında tespit etmişlerdir. Ayrıca, Kaya ve İnan (2017) tarafından tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerde dal sayısının azaldığını, Bahadoran ve Salehi (2015) ise tuberose'nin (*Polianthes tuberosa* L.) 'Mahallati' ve 'Dezfuli' çeşitlerinde tuz uygulamalarının büyüme ve çiçeklenme parametrelerinde düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir. Horoz ibiği (*C. argentea* var. *cristata*), doğal olarak dallanabilen bir bitki türü olmasına rağmen, çalışmada kullanılan genotip ve yetiştirme koşulları nedeniyle deneme süresince dallanma göstermemiştir. Bu nedenle dal sayısı ve çiçek sayısı parametrelerinde, uygulamalar arasında anlamlı bir değişkenlik görülmemiştir. Literatürde tuz stresine maruz kalan süs bitkilerinde genellikle toprak üstü yaş ve kuru ağırlık, toplam yaprak alanı ve bitki boyunda kısalma ile çiçek sayısı ve kalitesinde düşüş rapor edilmiştir (Quist ve ark., 1999; Wahome ve ark., 2000; Küçükahmetler, 2002; Shillo ve ark., 2002). Bu bulgular, stres koşullarının dallanma ve çiçeklenme parametreleri üzerindeki olumsuz etkilerini desteklemektedir.

Çalışmada, horoz ibiği bitkisinde farklı tuz dozlarının yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu ve kök uzunluğu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak %1 ($p \leq 0.01$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Tuz uygulamaları arasında, yaprak sayısı, yaprak eni ve yaprak boyunda en iyi sonuçlar kontrol uygulamasında sırasıyla 37.67 adet, 4.33 cm ve 8.36 cm olarak elde edilmiştir. Kök uzunluğunda ise en yüksek değer kontrol uygulamasından (20.33 g) elde edilmiştir (Çizelge 4). Akkuş ve Vural (2023) tarafından *İmpatiens balsamina*'da tuz ve su stresine karşı dayanıklılığın belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, yaprak sayısının 8.5-15.6 adet/bitki arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yasemin (2020), *Zinnia* yetiştiriciliğinde farklı tuz (EC 0-50-100-150-200 mM) dozlarının etkilerini incelemiş ve yaprak sayısının 17-78 adet/bitki, yaprak eninin 2.23-4.14 ve yaprak boyunun ise 5.81-9.96 cm arasında değiştiğini ve tuz dozları arttıkça bu oranlarda da azalmalar görüldüğünü bildirmiştir. Cirillo ve ark. (2016), *Viburnum lucidum* L. ve *Callistemon citrinus* türleri üzerinde yaptıkları çalışmada, tuzluluğun yan dal sayısı, yan dal uzunluğu, yaprak sayısı ve yaprak alanı gibi morfolojik özellikleri azalttığını bildirmiş, benzer şekilde Figueiredo ve ark. (2017) ve Sun ve ark. (2018) *Zantedeschia aethiopica* ve kadife bitkilerinde tuz stresinin yaprak sayısı ve yaprak alanını olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Bressan (2008) tuz stresinin hücre bölünmesini ve büyümesini yavaşlatarak kök uzunluğunu azalttığını belirtmiştir. Genel olarak, tuz stresine bağlı yaprak ve gövde gelişimindeki azalmalar, üst aksam biyokütlesi ve bitki boyunda bir azalmaya yol açmıştır. Tuz, bitkilerde ozmotik stres oluşturarak hücre turgorunu düşürür ve hücre bölünmesini yavaşlatır (Siddiqui ve ark., 2008). Bu durum da yaprak ve kök gelişim hızını düşürmektedir. Aynı zamanda toprak katmanında biriken tuz toksik etki yaratarak bitki besin alımını engellemektedir. Bu nedenle, stres koşulları altında yetiştirilen bitkilerde yaprak sayısı, yaprak alanı, yan dal sayısı gibi bitki büyüme parametrelerinde ayrı ayrı görülen farklılıklar, bitki biyokütlesinde kümülatif bir azalmaya neden olmaktadır. Çalışma sonucunda, horoz ibiği bitkisinde tuz uygulama dozlarının kök yaş-kuru ağırlık ve yaprak yaş-kuru ağırlıkları üzerinde istatistiksel olarak %1 düzeyinde ($p \leq 0.01$) önemli olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4. Tuz uygulamalarının horoz ibiği bitkisinde yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu ve kök uzunluğu üzerine etkisi

Table 4. Effect of salt treatments on the number of leaves, leaf width, leaf length and root length of cockscomb plants

Uygulamalar *(Treatments)*	Yaprak Sayısı (adet) *Number of Leaves (pcs)*		Yaprak Eni (cm) *Leaf Width (cm)*		Yaprak Boyu (cm) *Leaf Length (cm)*		Kök Uzunluğu (cm) *Root Length (cm)*	
Kontrol	37.67±0.55	a	4.33±0.26	a	8.36±0.48	a	20.33±0.65	a
30 mM	36.00±1.12	ab	2.85±0.27	b	6.74±0.85	b	16.66±0.55	c
60 mM	35.67±1.05	b	2.26±0.14	c	5.70±0.17	c	16.67±0.35	c
90 mM	32.78±1.08	c	1.95±0.03	c	4.57±0.14	d	19.33±0.58	b
150 mM	27.47±0.69	d	2.06±0.15	c	4.38±0.10	d	18.40±0.44	b
Önem seviyesi	0.000 **		0.000 **		0.000 **		0.000 **	

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Uygulamalar arasında kök yaş ağırlığında en yüksek değerler kontrol (7.51 g), 30 mM (7.46 g), 90 mM (7.58 g) ve 150 mM (7.92 g) tuz dozlarından elde edilirken, kök kuru ağırlığında ise kontrol (1.13 g) ve 150 mM (1.04 g) tuz uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak yaş-kuru ağırlığında ise en yüksek değerler sırasıyla 20.80 g ve 2.89 g ile kontrol uygulamasında gözlenmiştir (Çizelge 5). Farklı türler üzerinde yapılan çalışmalarda, Köksal ve Külahlıoğlu (2013), farklı tuz konsantrasyonları (0, 25, 50, 75, 100, 200, 400 ve 600 mM NaCl) altında yetiştirilen *Hyacinth* 'Jan Boss' çeşidinde artan tuz seviyelerinin yaprak kuru ağırlığında azalmaya neden olduğunu bildirirken, Figueiredo ve ark. (2017), tuz stresi altındaki *Zantedeschia aethiopica*'da aşırı gübreleme ve sulamanın kök yaş ve kuru ağırlığını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Hooks ve Niu (2019) *Sedum* türlerinde (*Sedum rupestre, Sedum telephium*, *Sedum reflexum* ve *Evolvulus glomeratus*), Yasemin ve ark. (2017), *Crysanthemum paludosum*' da Darwish ve ark. (2016), *Tagetes patula*'da Niu ve ark. (2012) *Zinnia marylandica* bitkilerinde tuz uygulamaları sonucunda yaş ve kuru ağırlıklarının azaldığını tespit etmişlerdir. Literatürde birçok çalışma, süs bitkilerinin tuz stresi altında yaş ve kuru ağırlıklarında anlamlı düşüşler meydana geldiğini göstermektedir (Kızılgeçi ve ark., 2010; Ashrafi & Nejad, 2017; Acosto-Motos ve ark., 2017; Sun ve ark., 2018; Oral ve ark., 2020a). Bu bulgular çalışmamızdaki sonuçlarla paralellik göstermekte olup, tuz stresinin bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları üzerinde belirgin etkileri olduğunu doğrulamaktadır. Ayrıca, tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerin topraktan aldıkları tuz iyonlarını yapraklarda biriktirdiği ve bu durumda zaman içerisinde biomas kayıpları olarak sonuçlara yansıdığı belirtilmiştir (Gong ve ark., 2005). Bitkilerde oluşan bu tuz zararı aynı zamanda, bitkinin genetik yapısına, stres şartlarının derecesine ve süresine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Çizelge 5. Tuz uygulamalarının horoz ibiği bitkisinde kök yaş-kuru ağırlığı ve yaprak yaş-kuru ağırlığı üzerine etkisi

Table 5. Effect of salt treatments on root wet-dry weight and leaf wet-dry weight of cockscomb plants

Uygulamalar *(Treatments)*	Kök Yaş Ağırlık (g) *Root Wet Weight (g)*		Kök Kuru Ağırlık (g) *Root Dry Weight (g)*		Yaprak Yaş Ağırlık(g) *Leaf Wet Weight (g)*		Yaprak Kuru Ağırlık(g) *Leaf Dry Weight (g)*	
Kontrol	7.51±0.43	a	1.13±0.10	a	20.80±0.32	a	2.89±0.06	a
30 mM	7.46±0.16	a	0.84±0.09	b	16.94±0.45	c	2.10±0.05	b
60 mM	6.44±0.20	b	0.89±0.07	b	17.99±0.83	b	2.27±0.05	b
90 mM	7.58±0.38	a	0.61±0.02	c	12.86±0.56	d	2.08±0.09	b
150 mM	7.92±0.03	a	1.04±0.02	a	12.62±0.21	d	2.15±0.17	b
Önem seviyesi	0.001 **		0.000 **		0.000 **		0.000 **	

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çalışmada, horoz ibiği bitkisinde tuz uygulama dozlarının klorofil indeksi, oransal su kapsamı, iyon sızıntısı ve hücre zarı zarar oranı üzerinde istatistiksel olarak %1 düzeyinde (p≤0.01) önemli farklılıklara yol açtığı gözlenmiştir. Tuz uygulamaları arasında, klorofil indeksinde en yüksek değer kontrol (45.17 spad), iyon sızıntısında ise 90 mM tuz dozunda (%0.52) elde edilmiştir. Oransal su kapsamı açısından en yüksek değerler kontrol (%74.48) ve 90 mM (%73.02) dozlarında kaydedilirken, hücre zarı zarar oranı da özellikle artan tuz konsantrasyonlarıyla birlikte artış göstermiştir (Çizelge 6). Yapılan araştırmalarda, Yasemin (2020), *Zinnia* yetiştiriciliğinde farklı tuz dozlarının etkilerini incelemiş ve %25 ile %58 arasında iyon sızıntısı, 23-35 spad arasında klorofil indeksi ve %44 ile %79 arasında oransal su kapsamı tespit etmiştir. Bizhani ve ark. (2013), *Zinnia elegans*'ta tuz stresi toleransını belirlemek için yaptıkları çalışmada, artan tuz dozlarıyla birlikte klorofil içeriğinin azaldığını ve genel büyümenin yavaşladığını bildirmişlerdir.

Çizelge 6. Tuz uygulamalarının horoz ibiği bitkisinde klorofil indeksi, oransal su kapsamı, iyon sızıntısı ve hücre zarı zarar oranı üzerine etkisi

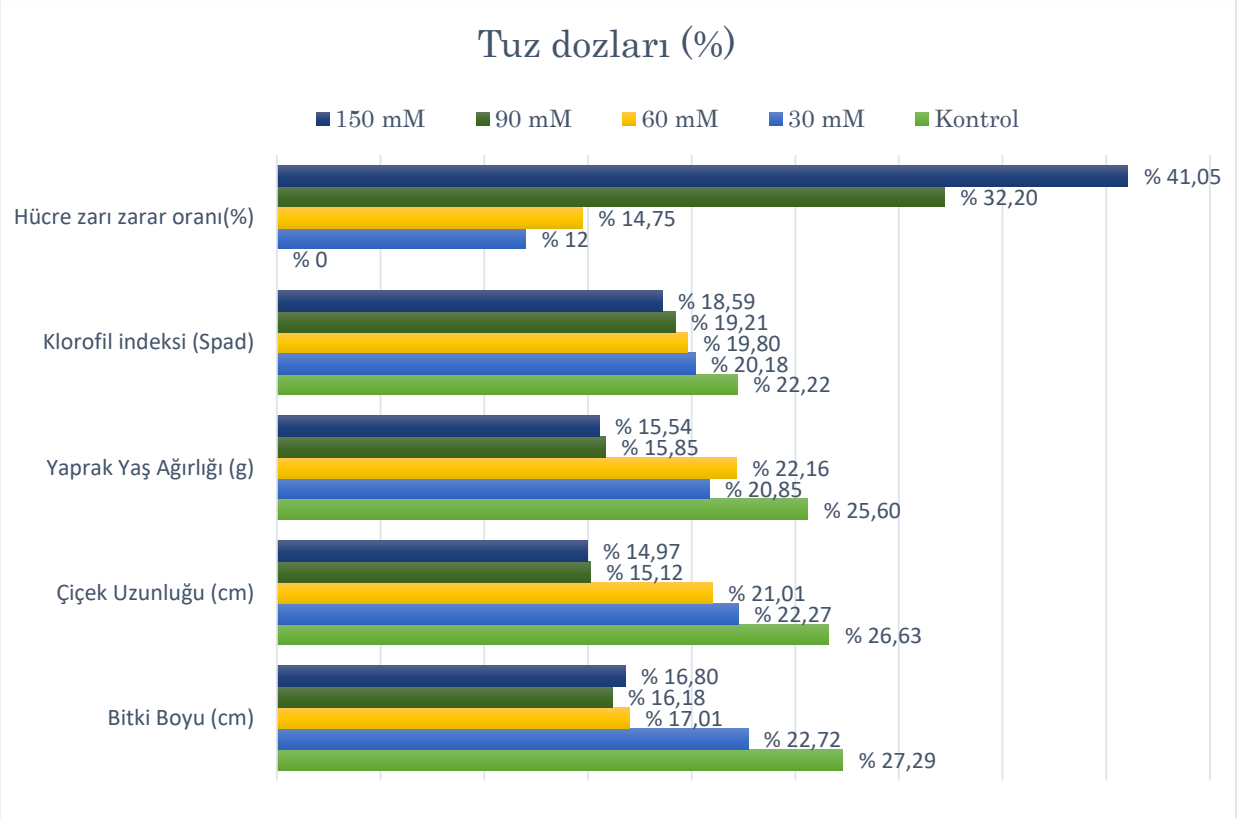
Table 6. The effect of salt treatments on chlorophyll index, relative water content (RWC), ion leakage and cell membrane damage rate in cockscomb plants

Uygulamalar *(Treatments)*	Klorofil indeksi (Spad) *Chlorophyll index (Spad)*		Oransal Su Kapsamı (%) *Relative Water Content (RWC) (%)*		İyon Sızıntısı (%) *Ion Leakage (%)*		Hücre Zarı Zarar Oranı (%) *Cell Membrane Damage Rate (%)*	
Kontrol	45.17±0.76	a	74.48±3.04	a	0.34±0.03	d	0,000±0.00	e
30 mM	41.02±0.97	b	65.92±0.75	b	0.37±0.01	cd	7,090±0.33	d
60 mM	40.23±0.43	bc	61.35±0.60	c	0.39±0.01	c	8,710±0.24	c
90 mM	39.11±0.33	cd	73.02±2.09	a	0.52±0.02	a	19,043±0.36	b
150 mM	37.78±1.01	d	57.14±1.00	d	0.47±0.01	b	24,243±0.57	a
Önem seviyesi	0.000 **		0.000 **		0.000 **		0.000 **	

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Köksal ve Külahlıoğlu (2013), farklı tuz konsantrasyonları (0, 25, 50, 75, 100, 200, 400 ve 600 mM NaCl) altında yetiştirilen 'Jan Boss' sümbül çeşidinde, klorofil içeriği ve tuz semptom skalasının tuz stresi altında istatistiksel olarak farklılık göstermediğini tespit etmiştir. Sun ve ark. (2018), tuzlu koşullar altında yetiştirilen kadife çiçeği çeşitlerinden ikisinde ('Discovery Orenage' ve 'Taishan Gold') klorofil (spad) değerlerinin kontrol ile benzer olduğunu, diğer ikisinin ('Discovery Yellow' ve 'Taishan Yellow') kontrolden düşük olduğunu bildirmişlerdir. Sayyed ve ark. (2014) ile Carvalho ve ark. (2017), tuz stresinin gül ve kadife çiçeğinde klorofil içeriğini azalttığını rapor etmiştir. Süs bitkileri dışındaki kabak, fasulye, reyhan ve makarnalık buğday gibi bitkilerde de tuz uygulamaları neticesinde, klorofil içeriğinde azalmalar gözlemlenmiştir (Aydınşakir ve ark., 2015; Seymen & Önder, 2015; Kaya & İnan, 2017; Torun ve ark., 2019). Trivellini ve ark. (2014), 200 mM tuz uygulamasının stres koşulları altında *Hibiscus rosa-sinensis* bitkisinde iyon sızıntısını artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde Yasemin ve ark. (2017), iyon sızıntısının *Crinum paludosum* bitkisinde artan tuz konsantrasyonlarıyla paralel olarak arttığını belirtmiştir. Ayrıca domates, kavun, acı biber, fasulye ve kabak gibi farklı türlerde yapılan çalışmalarda da tuz uygulamalarının artan dozlarında, yaprak oransal su kapsamında azalma olduğu ve bu değerin kontrol bitkilerinde en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir (Kuşvuran, 2010; Kaya, 2011; Bayat ve ark., 2012). Genel olarak bu bulgular tuz stresinin klorofil sentezini baskıladığını (Siddiqui ve ark., 2008; Dinler ve ark., 2019), su alımını zorlaştırdığını ve hücre zarı bütünlüğünü bozarak iyon sızıntısını artırdığını göstermektedir. Tuzun neden olduğu ozmotik ve iyonik stres fotosentez kapasitesini azaltırken, hücre zarındaki yapısal bozulmalar, artan iyon sızıntısı ve artan hücre zarı zarar oranını açıklamaktadır. Hücre zarı zarar oranındaki artış, tuz stresine bağlı iyon dengesizliği ve reaktif oksijen türleri (ROS) birikimi ile yakından ilişkilidir. Tuz stresi, hücre içi ve hücre dışı iyon konsantrasyonlarını bozarak özellikle Na^+ ve Cl^- iyonlarının aşırı birikimine neden olur (Hasanuzzaman ve ark., 2020). Bunun sonucunda, iyon homeostazının ve hücre zarının yapısal bütünlüğünün bozulmasına yol açar. Ayrıca, tuz stresi sonucu artan reaktif oksijen türleri (ROS) üretimi, membran lipidlerinde peroksidatif hasar oluşturur ve bu da hücre zarının geçirgenliğini artırarak iyon sızıntısı ve hücre zarı zarar oranının artışına neden olmaktadır (Mittler, 2017; Hasanuzzaman ve ark., 2020). Bunun sonucunda, iyonik toksisite ve oksidatif stres mekanizmalarının birleşik etkisi, hücre zarının zarar görmesinde kritik rol oynar ve bitkinin tuz stresine karşı dayanıklılığını doğrudan etkilemektedir.

Çalışmada gözlemlenen bitki boyu, yaprak alanı ve yaş ağırlıktaki erken dönemdeki hızlı düşüşler (30-60 mM), muhtemelen tuz stresinin neden olduğu ozmotik stresin su alımını kısıtlamasından kaynaklanmaktadır (Şekil 2). 90 mM ve üzeri dozlarda ise, iyon sızıntısı ve hücre zarı zarar oranındaki belirgin artış, Na^+ iyonlarının birikimine bağlı iyonik toksisitenin devreye girdiğini ve hücre zarı bütünlüğünün bozulduğunu düşündürmektedir. İlginç bir şekilde, 90 mM tuz uygulamasında oransal su kapsamı kontrol grubuna yakın seyrederken klorofil indeksindeki düşüş devam etmiştir. Bu durum, yüksek tuz konsantrasyonlarında su ilişkilerinden bağımsız olarak klorofil sentezinin veya kloroplast yapısının doğrudan inhibe olduğuna işaret ediyor olabilir.



Şekil 2. Farklı Tuz Stresi Seviyelerinin *C. argentea* var. *cristata* Bitkisinin Büyüme Parametreleri Üzerindeki Göreceli Etkisi

Figure 2. Relative Effect of Different Salt Stress Levels on Growth Parameters of C. argentea var. cristata Plant

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bitkilerin tuzluluk koşullarına tepkileri, bugüne kadar birçok çalışmada farklı bitki türleri üzerinde ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu çalışmada ise, farklı tuz dozlarının horoz ibiği (*C. argentea* var. *cristata*) bitkisinin büyüme, gelişim ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular tuz konsantrasyonlarının artmasının bitki üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve genel olarak olumsuz etkiler oluşturduğunu ortaya koymuştur.

Uygulanan tuz dozlarının artmasına paralel olarak, bitkilerin morfolojik (bitki boyu, çiçek ve dal sayısı, yaprak ve kök gelişimi vb.) ve bazı fizyolojik parametrelerinde belirgin düşüşler gözlemlenmiştir. Tuz stresinin, abiyotik bir stres faktörü olarak bitki ortamındaki iyon dengesini bozduğu ve özellikle yüksek Na^+ ve Cl^- birikimi nedeniyle fotosentez ve genel fizyolojik parametreler üzerinde olumsuz etkiler yarattığı belirlenmiştir. Tuz birikiminin hücre zarı zarar oranını artırdığı ve buna bağlı olarak bitkinin metabolik aktivitelerinde yavaşlamaya neden olduğu da çalışmanın önemli sonuçlarından biridir. Özellikle hücre zarı zarar oranının, tuz toleransı yüksek horoz ibiği genotiplerini seçmek için güvenilir bir fizyolojik belirteç olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Bu verilere dayanarak çalışma, sulama suyundaki yüksek tuz seviyelerinin horoz ibiği yetiştiriciliğinde ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olabileceğini göstermektedir. Tüm parametreler dikkate alındığında, bitki gelişiminin düşük tuzluluk seviyelerinde (30 mM ve altı) daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Süs bitkilerinde estetik görünümün önemli olması nedeniyle tuzluluk, çiçek kanopi genişliği ve uzunluğunu doza bağlı olarak azaltarak süs bitkisinin kalitesini ve pazar değerini düşürmektedir. Bu nedenle horoz ibiği yetiştiriciliğinin genellikle düşük tuzluluk seviyelerine sahip ortamlarda yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca sulama suyu EC'si düzenli olarak izlenmeli ve eşik değerin (%10'luk bir güvenlik payı ile) aşılmaması için otomatik sulama sistemlerine EC sensörleri entegre edilebilir. Bu çalışma, horoz ibiği bitkisinde tuz stresi toleransını değerlendirmek için yapılan araştırmalar arasında yer almaktadır ve ileride yapılacak çalışmalara yönelik bilimsel bir altlık oluşturması açısından son derece önemli olup, tuz toleranslı horoz ibiği çeşitlerinin ıslahı için potansiyel fizyolojik seçim kriterleri sunmaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Agastian, P., Kingsley, S. J., & Vivekanandan, M. (2000). Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica*, *38*, 287-290. https://doi.org/10.1023/A:1007266932623

Akanbi, W. B., Olaniran, O. A., Olaniyi, J. O., Ojo, M. A., & Sanusi, O. O. (2007). Effect of cassava peel compost and nutritional quality of Celosia (*Celosia argentea* L.). *Research Journal of Agronomy, 1* (3), 110-115.

Akçal, A. & Kaynaş, K. (2021). Tuz stresinin siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) bitki gelişim performansı ve çiçeklenme özelliklerinin belirlenmesi. *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi, 2* (4), 109-116.

Akkuş, H. & Vural, H. (2023). Mevsimlik çiçeklerin (*Impatiens balsamina, Zinnia elegans*) tuz ve su stresine karşı dayanıklılığının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 10* (4), 933–943. https://doi.org/ 10.30910/turkjans.1358164

Álvarez, S. & Sánchez-Blanco, M. J. (2015). Comparison of individual and combined effects of salinity and deficit irrigation on physiological, nutritional, and ornamental aspects of tolerance in *Callistemon* laevis plants. *J. Plant. Physiol,* 185, 65–74. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.07.009

Anaç, D. & Eryüce, N. (2003). Nutrient management in protected cropping in turkey. nutrient, substrate and water management in protected cropping systems. *The 2003 Dahlia Greidinger Symposium* (7-10 December 2003), Ege University, İzmir Turkey.

Aruna, G. A. (2009). Influence of composted Tithonia biomass and N-mineral fertilizer on performance of *Celosia argentea*. B. Tech. Project, Department of Agronomy, Ladoke Akintola University of Technology, Ogbomoso, Nigeria.p.40.

Ashraf, M. Y., Azmi, A. R., Khan, A. H., & Ala, S. A. (1994). Effect of water stress on total phenol, peroxidase activity and chlorophyll contents in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Physiologiae Plantarum*, *16*, 185-191.

Ashraf, M. & Harris, P. J. C. (2004). Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science, 166*, 3-16. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2003.10.024

Ashrafi, N. & Nejad, A. R. (2017). *Lisianthus response to salinity stress*. *Photosynthetica*, *56* (2), 487-494. https://doi.org/10.1007/s11099-017-0709-0

Aydınşakir, K., Tepe, A., & Buyuktas, D. (2010). Effects of saline irrigation water applications on quality characteristics of *Freesia* grown in greenhouse. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23* (1), 41-46.

Aydınşakir, K., Ulukapı, K., Kurum, R., Tetik, N., & Arslan Kulcan, A. (2015). Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı kabak anaçlarının büyüme ve klorofil içerikleri üzerine etkisi. *Derim*, *32* (2), 187-200. https://doi.org/10.16882/derim.2015.61459

Ayyıldız, L. (2011). *Mevsimlik Çiçeklerde Tuzun Bitki Gelişimi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi (Tez no 285513).* [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Bahadoran, M. & Salehi, H. (2015). Growth and flowering of two tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cultivars under deficit irrigation by saline water. *J. Agr. Sci. Tech.*, *17*, 415-426.

Bayat, R., Kuşvuran, Ş., Üstün, A. S., & Ellialtıoğlu, Ş. (2012). Tuza tolerans özelliği farklı iki kabak genotipine ait fidelere yapılan dışsal prolin uygulamalarının etkileri üzerinde araştırmalar. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül, Konya, 456-460.

Bizhani, S., Jowkar, A., & Abdolmaleki, M. (2013). Growth and antioxidant response of *Zinnia elegans* under salt stress conditions. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, *3* (13), 1285-1292.

Bressan, R. A. (2008). *Stress Fizyolojisi*. Bitki Fizyolojisi Palma Yayıncılık, 591-620 sy.

Carvalho, D. R. A., Vasconcelos, M. W., Lee, S., Vreugdenhil, D., Heuvelink, E., & Carvalho, S. M. P. (2017). Moderate salinity improves stomatal functioning in rose plants grown at high relative air humidity. *Environmental and Experimental Botany*, *143*, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.07.018

Cirillo, C., Rouphael, Y., Caputo, R., Raimondi, G., Sifola, M. I., & De Pascale, S. (2016). Efects of high salinity and the exogenous of an osmolyte on growth, phosynthesis and mineral composition in two ornamental shrubs. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, *91*, 14–22. https://doi.org/10.1080/14620316.2015.1110988

Çulha, Ş. & Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *11* (2), 11-34.

Darwish, N. M., Hosni, A. M., Hewidy, M., Mubarak, M. M., & Ouda, M. S. (2016). Silicon and selenium applicaiton to alleviate salinity stress effects on the vegetative growth and flowering of french marigold (*Tagetes patula*) cv. 'Cat Eye'. *J. Biol. Chem. Environ. Sci.*, *11* (3), 219- 238.

Dinler, E., Balabanlı, C., & Bıçakçı, E. (2019). Application of GA3 (Gibberellic Acid) and kinetin plant growth agents in relieving the effects of salt (NaCl) stress on germination and seedling growth of common vetch (*Vicia sativa* L.) seeds. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7* (sp2), 188-192. https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp2.188-192.3217

Dlugokecka, E. & Kacperska-Palacz, A. (1978). Re-Examination of electrical conductivity method for estimation of drought injuries. *Biologia Plantarum*, *20* (4), 262-267. https://doi.org/10.1007/BF02922681

Ekmekçi, E., Apan, M., & Kara, T. (2005). Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *20* (3), 118-125. https://doi.org/10.7161/anajas.2005.20.3.118-125

Erdoğdu, S. & Çelik, A. (2024). Bazı dekoratif sebzelerin süs bitkisi olarak kullanım olanakları. *Uluslararası Peyzaj Mimarlığı Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 165–178. https://ijlar.org/index.php/ijlar/article/view/555

Ergun, M., Özbay, N., Osmanoğlu, A., & Çalkır, A. (2014). Sebze ve tahıl olarak amarant (*Amaranthus spp.*) bitkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *4* (3), 21-28.

Fan, S. & Blake, T. J. (1994). Abscisic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements. *Physiologia Plantarum*, *90* (2), 414-419. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1994.tb00407.x

Figueiredo, J. R. M., de Oliveira Paiva, P. D., dos Reis, M. V., Nery, F. C., de Menezes Campos, S., da Sliva, D. P. C., & Paiva, R. (2017). Development changes in calla lily plants due to salt stress. *Acta Physiol Plant*, *39*, 147. https://doi.org/10.1007/s11738-017-2446-1

Flowers, T. (2006). Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops. *Journal of Experimental Botany 57*, 1079-1095.

Gómez-Bellot, M. J., Álvarez, S., Castillo, M., Bañón, S., Ortuño, M. F., & Sánchez-Blanco, M. J. (2013). Water relations, nutrient content and developmental responses of *Euonymus* plants irrigated with water of different degrees of salinity and quality. *J. Plant Res.*, *126* (4), 567–576. https://doi.org/10.1007/s10265-012-0545-z

Gong, H., Chen, G., Wang, S., & Zhang, C. (2005). Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, *169* (2), 313–321. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2005.02.023

Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A., Fujita, M., & Fotopoulos, V. (2020). Reactive Oxygen Species and Antioxidant Defense in Plants under Abiotic Stress: Revisiting the Crucial Role of a Universal Defense Regulator. *Antioxidants (Basel), 9* (8), 681. https://doi.org/10.3390/antiox9080681

Hirayama, T. & Shinozaki, K. (2010). Research on plant abiotic stress responses in the post-genome era: past, present and future. *The Plant Journal*, *61* (6), 1041-1052. https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04124.x

Hoagland, D. R. & Arnon, D. I. (1950). *The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil*. California Agricultural Experiment Station, Circular-347.

Hooks, T. & Niu, G. (2019). Relative salt tolerance of four herbaceous perennial ornamentals. *Horticulturae*, *36,* (5). https://doi.org/10.36478/rjagr.2007.110.115

Ivanova, K., Tzvetkova, N., Georgieva, T., & Markovska, Y. (2014). Photosynthesis and growth responses of five Paulownia lines to salt stress. *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences 67*, 1101–1106.

Kara, T. (2002). Irrigation scheduling to present soil salinization from a shallow water table. *Acta Horticulture*, *573*, 139-151. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.573.16

Kartal, H., Erdoğdu, S., & Okatar, F. 2025. Effects of salt applications on growth and development of ornamental cabbage (*Brassica oleracea* var. *acephala*). *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University (JAFAG)* 42 (2), 158-166. https://doi.org/10.55507/gopzfd.1697987

Kaya, A. & İnan, M. (2017). Tuz (NaCl) stresine maruz kalan reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine salisilik asidin etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *21* (3), 332-342. https://doi.org/10.29050/harranziraat.339489

Kaya, E. (2011). *Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması* (*Tez no 283244*). [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Keskin, B., Temel, S., Çakmakcı, S., & Tosun, R. (2021). Bazı horoz ibiği (*Amaranthus* spp.) çeşitlerinin kurak ve sulu şartlardaki tohum verimleri ve verim unsurları üzerine araştırma. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, *52* (1), 11-19. https://doi.org/10.17097/ataunizfd.715545

Kızılgeçi, F., Yıldırım, M., & Akıncı, C. (2010). Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin tuzluluğa tepkilerinin belirlenmesi 1. Uluslar arası Katılımlı Kamu Üniversite Sanayi İşbirliği Sempozyumu ve Mermercilik Şurası 24-26 Mayıs 2010, 301-307, Diyarbakır.

Koca, H. (2007). *Tuz Stresinin Farklı Susam Çesitlerinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi (Tez no 200580)*. [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Köksal, N. & Külahlıoğlu, İ. (2013). Tuz stresinin sümbül (*Hyacinthus orientalis*) bitkisinin gelişimine etkisi. V. Süs Bitkileri Kongresi (06-09 Mayıs 2013- Yalova), Bildiriler Cilt-II, 860-865.

Küçükkahmetler, O. (2002). The effects of salinity on yield and quality of ornamental plants and cuts flowers. *Acta Hortic.* 573, 407–414. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.573.49

Kuşvuran, Ş. (2010). *Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar (Tez no 266138).* [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Kwiatowsky, J. (1998). Salinity Classification, Mapping and Managment in Alberta. *Food and Rural Development and Agriculture and Agri-food*, Canada, 1998. http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity/

Lewitt, J. (1980). *Responses of plants to environmental stresses*. Vol. II, 2 nd ed. Academic Press, New York, pp. 607.

Li, Y. L. (2000). *Analysis of greenhouse tomato production in relation to salinity and shoot environment*. [PhD thesis, Insititute of Agricultural and Environmental Engineering]. (IMAG), Wageningen.

Mittler, R. (2017). ROS are good. *Trends in Plant Science*, *22* (1), 11–19. https://doi.org/10.1016/ j.tplants.2016.08.002

Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Ann. Rew. Plant. Physiol*, 59, 651–681. https://doi.org/ 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911

Niu, G., Wang, M., Rodriguez, D. S., & Zhang, D. (2012). Response of *Zinnia* plants to saline water irrigation. *Hort. science*, *47* (6), 793–797. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.6.793

Öner, F. & Kırlı, A. (2018). Effects of salt stress on germination and seedling growth of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Akademik Ziraat Dergisi*, *7* (2), 191-196. https://doi.org/10.29278/azd.476365

Oral, E., Altuner, F., Tunçtürk, R., & Baran, İ. (2020a). Giberellik Asit (GA3) ön uygulamasına tabi tutulmuş kinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) tohumunda tuz (NaCl) stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, *23* (2), 349-356. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.559368

Oral, E., Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., & Kulaz, H. (2020b). Silisyumun fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) tuz (NaCl) stresini azaltmadaki etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, *23* (6), 1616-1625. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.702302

Özden, M., Demirel, U., & Kahraman, A. (2009). Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H2O2. *Scientia Horticulturae*, 119, 163-168.

Prajapati, K. S., Pandey, P. P., & Suman, M. (2018). Impact of Gibberellic acid under salinity stress on tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7* (5), 2324-2328.

Quist, T. M., Williams, C. F., & Robinson, M. L. (1999). Effects of varying water quality on growth and appearance of landscape plants. *J. Environ. Hortic.,* 17, 88–91.

Romanello, G. A., Chuchra-Zbytniuk, K. L., Vandermer, J. L., & Touchette, B.W. (2008). Morphological adjustments promote drought avoidance in the wetland plant acorus americanus. *Aquatic Botany*, *89*(4). 390-396.

Rus, A., Yokoi, S., Sharkhuu, A., Reddy, M., Lee, B. H., Matsumoto, T. K., Koiwa, H., Zhu, J. K., Bressan, R. A., & Hasegawa, P. M. (2001). AtHKT1 is a salt tolerance determinant that controls Na^+ entry into plant roots. *Proceeding of the National Academy of Science* (USA), *98*, 14150–14155.

Saqib, M. R., Ashraf, M., Shahzad, S. M., & Imtiaz, M. (2011). Silicon nutrition for mitigation of salt toxicity in sunfower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Agricultural Applied Science, 3* (1), 38-43.

Sayyed, A., Gul, H., Ullah, Z., & Hamayun, M. (2014). Effect of salt stress on growth of *Tagetes erecta* L. *Pakhtunkhwa J. Life Sci., 2* (3/4), 96-106.

Selem, E., Nohutcu, N., Tuncturk, R., & Tuncturk, M. (2021). Effect of salt stress on morphological and anatomical growth parameters of *calendula officinalis* l. plant grown in vermicompost medium. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4): 3222-3231.

Seymen, B. & Önder, M. (2015). Kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde tuzluluğun fide gelişimi üzerine etkisi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, *2* (2), 109-115.

Shannon, M. C., Grieve, C. M., & Francois, L. E. (1994). Whole-plant response to salinity. In: Wilkinson, R.E. (Ed.), *Plant–Environment Interactions*. Marcel Dekker, New York, 199–244.

Shillo, R., Ding, M., Pasternak, D., & Zaccai, M. (2002). Cultivation of cut flower and bulbs with saline water. *Sci. Hortic.* (Amsterdam), 92, 41–54.

Siddiqui, M. H., Khan, M. N., Mohammad, F., & Khan, M. M. A. (2008). Role of nitrogen and gibberellin (GA3) in the regulation of enzyme activities and in osmoprotectant accumulation in *Brassica juncea* L. under salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *194* (3), 214-224. https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2008.00308.x

Sönmez, İ. & Kaplan, M. (2004). Demre yöresi seralarında toprak ve sulama sularının tuz içeriğinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *17* (2), 155-160.

Sönmez, İ. & Sönmez, S. (2007). Tuzluluk ve gübreleme arasındaki ilişkiler. *Tarımın Sesi Dergisi, 16*, 13-16.

Strogonov, B. P. (1964). Physilogical basics of salt tolerance of plants as affected by various types of salinity. TPST, Jerusalem.

Sun, Y., Niu, G., Perez, C., Pemberton, H. B., & Altland, J. (2018). Responses of marigold cultivars to saline water irrigation. *Hort. Technology*, *28* (2), 166-171. https://doi.org/10.21273/HORTTECH03981-18

Torun, A., Gülmezoğlu, N., Tolay, İ., Duymuş, E., Aytaç, Z., Cenkseven, Ş., & Torun, B. (2019). Çinko ve NaCl uygulamalarının makarnalık buğdayın (*Triticum durum* Desf.) kuru madde verimi ve besin elementi konsantrasyonları üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, *8* (1), 1-10.

Trivellini, A., Gordillo, B., Rodriguez Pulido, F. J., Borghesi, E., Ferrante, A., Vernieri, P., Quijada Morin, N., Gonzalez Miret, M. L., & Heredia F. J. (2014). Effect of salt stress in the regulation of anthocyanins and color of hibiscus flowers by digital image analysis. *J. Agric. Food Chem.*, *62* (29), 6966−6974. https://doi.org/10.1021/jf502444u

Tunçtürk, R., Oral, E., Tunçtürk, M., & Toprak, T. (2024). Kuraklık stresi altında Horoz İbiği (*Amaranthus albus* L.) bitkisinde riboflavin uygulamalarının fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *39* (3), 495-514. https://doi.org/10.7161/omuanajas.1451761

Turhan, A. (2019). The role of humic acid application in reducing detrimental effects of salt in Cauliflower (*Brassica Oleraceae* L. var*. Botrytis*). *KSU J. Agric Nat., 22* (6), 837-842. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.536286

Türkoğlu, N., Ayyıldız, L., & Gülser, F. (2013). Mevsimlik çiçeklerde tuzun bitki gelişimine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *3* (4), 15-19.

Wahome, P. K., Jesch, H. H., & Grittner, I. (2000). Effects of NaCl on the vegetative growth and flower quality of roses. *Angew. Bot.*, 74, 38–41.

Yarnia, M., Khorshidi Benam, M. B., Farajzadeh Memari Tabrizi, E., Nobari, N., & Ahmadzadeh, V. (2011). Effect of planting dates and density in drought stress condition on yield and yield components of *Amaranth cv. Koniz*. *Advances in Environmental Biology*, *5* (6), 1139-1149.

Yasemin, S. (2020). *Tuz Stresi Altında Zinnia (Zinnia Sp.) Türlerinde Morfolojik, Anatomik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler (Tez no 612074)*. [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Ensitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Yasemin, S., Köksal, N., Özkaya, A., & Yener, M. (2017). Growth and physiological responses of '*Chrysanthemum paludosum'* under salinity stress. *J. Biol. Environ. Sci.*, *11* (32), 59-66.

Yetişir, H. & Uygur, V. (2009). Plant growth and mineral element content of different gourd species and watermelon under salinity stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33*, 65-77. https://doi.org/10.3906/tar-0805-23

Zhu, J. K. (2003). Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Curr. Opin. Plant Biol.*, *6*, 441-445. https://doi.org/10.1016/s1369-5266(03)00085-2.