



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇİNKO UYGULAMASININ TUZ STRESİNDEKİ YEMLİK
BÖRÜLCE (*Vigna unguiculata* L.)'NİN BİTKİ GELİŞİMİNE
ETKİSİ**

BÜŞRANUR ERDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ORDU 2022

T. C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇİNKO UYGULAMASININ TUZ STRESİNDEKİ YEMLİK
BÖRÜLCE (*Vigna unguiculata* L.)'NİN BİTKİ GELİŞİMİNE
ETKİSİ**

BÜŞRANUR ERDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2022

TEZ ONAY

Büşranur ERDOĞAN tarafından hazırlanan “**ÇİNKO UYGULAMASININ TUZ STRESİNDEKİ YEMLİK BÖRÜLCE (*Vigna unguiculata* L.)’NİN BİTKİ GELİŞİMİNE ETKİSİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 19.01.2022 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman
Prof. Dr. Özlem ÖNAL AŞCI

İkinci Danışman
Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ
Toprak Bilimi ve Besleme Bölümü
Ordu Üniversitesi

Jüri Üyeleri

İmza

Üye
Prof. Dr. Nuri YILMAZ
Tarla Bitkileri Bölümü
Ordu Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Uğur BAŞARAN
Tarla Bitkileri Bölümü
Yozgat Bozok Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Özlem ÖNAL AŞCI
Tarla Bitkileri Bölümü
Ordu Üniversitesi

.....

... / ... / 20... tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu’nun ... / ... / 20... tarih ve / sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Dr. Öğr. Üyesi Mithat AKGÜN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Büşranur ERDOĞAN

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

ÇİNKO UYGULAMASININ TUZ STRESİNDEKİ YEMLİK BÖRÜLCE (*Vigna unguiculata* L.)'NİN BİTKİ GELİŞİMİNE ETKİSİ

Büşranur ERDOĞAN

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 54 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Özlem ÖNAL AŞCI)

(İKİNCİ TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ)

Bu çalışma Ülkem börülce çeşidinde çinko (Zn) uygulamasının (0, 2.5, 5, 10 mg Zn kg⁻¹) farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 25, 50, 100, 200 mM) bitki gelişimine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde, tesadüf parsellerde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde saksı denemesi olarak kurulmuştur. Tuz dozları bitkilerde ikinci gerçek yapraklar (ilk bileşik yaprak) çıktığında uygulanmaya başlamıştır. Araştırmada bitki boyu, yaprakçık sayısı, toprak üstü yaş ağırlık, toprak üstü kuru ağırlık, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, nodül sayısı, aktif nodül sayısı, nodül yaş ağırlığı, nodül kuru ağırlığı, SPAD değeri ve toprak üstü aksamın Zn konsantrasyonu incelenmiştir. Araştırma sonucunda tuz stresi bitkilerin incelenen tüm parametrelerini olumsuz etkilemiştir. Tuzun bitkilerde oluşturduğu ilk olumsuz etkiler 25 mM dozunda gözlemlenmiştir. Tuz yoğunluğunun artmasıyla birlikte bitkilerde oluşturduğu hasarlar da artmıştır. Bitki boyu bakımından tuz x çinko interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.001). Tuz dozları ayrı ayrı incelendiğinde çinko dozlarının, bitkilerin incelenen parametrelerinin çoğunda tuz stresinin olumsuz etkilerini azalttığı gözlemlenmiştir. Bu sebeple Zn eksikliği olan ve tuz stresi yaşanan alanlarda Zn'lu gübreleme yapılmasıyla tuzun olumsuz etkileri azaltılabilir.

Anahtar Kelimeler: Börülce, Çinko Gübrelemesi, Tuz Stresi

ABSTRACT

EFFECT OF ZINC APPLICATION ON PLANT DEVELOPMENT OF SALT STRESSED FORAGE COWPEA (*Vigna unguiculata* L.)

Büşranur ERDOĞAN

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCES

FIELD CROPS DEPARTMENT

MASTER'S THESIS, 54 PAGE

(Thesis Advisor: Prof. Dr. Özlem ÖNAL AŞCI)

(Second Thesis Advisor: Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ)

This study was carried out to examine the effect of zinc (Zn) application on plant growth in Ülkem cowpea cultivar (0, 2.5, 5, 10 mg Zn kg⁻¹) at different salt concentrations (0, 25, 50, 100, 200 mM). It was established in Ordu University Faculty of Agriculture as a 3-replication pot experiment in randomized plots according to factorial experimental design. Salt doses were applied when the second true leaves (first compound leaf) appeared in plants. Plant height, number of leaflets, fresh weight above soil, soil Top dry weight, root length, root wet weight, root dry weight, number of nodules, active nodule number, nodule wet weight, nodule dry weight, SPAD value and Zn concentration of the above-ground parts were investigated. As a result of the research, salt stress adversely affected all the parameters of the plants. The first negative effects of salt on plants were observed at a dose of 25 mM. has also increased. Salt x zinc interaction was found to be statistically significant in terms of plant height (p<0.001). When the salt doses were examined separately, it was observed that the zinc doses reduced the negative effects of salt stress on most of the investigated parameters of the plants. For this reason, the negative effects of salt can be reduced by fertilizing with Zn in areas with Zn deficiency and salt stress.

Keywords: Cowpea, Zinc Fertilization, Salt Stres

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, yürütülmesi ve yazımında her türlü desteğini, bilgisini ve ilgisini esirgemeyen değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Özlem ÖNAL AŞCI' ya teşekkürlerimi sunarım.

Denemenin kurulmasından hasadına kadar her aşamada bilgi ve desteğini esirgemeyen sayın Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ hocama, istatistik analizlerini yapan sayın Dr. Öğr. Üyesi Yeliz KAŞKO ARICI hocama, denemenin kurulması ve tez çalışmamın her aşamasında desteklerini esirgemeyen sayın Arş. Gör. Özge ŞİMŞEK SOYSAL ve sayın Arş. Gör. Mehmet AKGÜN' e teşekkür ederim.

Yüksek Lisans, tez çalışmam ve hayatım boyunca desteği ve dostluğuyla her zaman yanımda olan ablam Arş. Gör. Sayın Birgül ERDOĞAN' a teşekkür ederim.

Hayatım boyumca aldığım her kararda yanımda olup ve desteklerini esirgemeyen değerli aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	VI
EKLER LİSTESİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1 Börülcenin Yemlik Olarak Kullanımı	5
2.2 Tuzluluğun Bitkiler Üzerindeki Etkileri	7
2.3 Çinko Gübrelemesinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	11
3.1 Materyal	11
3.2 Deneme Toprağının Özellikleri	11
3.3 Yöntem.....	12
3.4 Araştırmada İncelenen Özellikler	12
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	15
4.1 Bitki Boyu	15
4.2 Yaprakçık Sayısı	16
4.3 Toprak Üstü Yaş Ağırlık.....	18
4.4 Toprak Üstü Kuru Ağırlık.....	20
4.5 Kök Uzunluğu	22
4.6 Kök Yaş Ağırlığı (mg/bitki).....	23
4.7 Kök Kuru Ağırlığı (mg/bitki).....	25
4.8 Nodül Sayısı (adet/bitki)	27
4.9 Aktif Nodül Sayısı (adet/bitki).....	29
4.10 Nodül Yaş Ağırlığı (mg/bitki).....	30
4.11 Nodül Kuru Ağırlığı (mg/bitki).....	31
4.12 SPAD Değeri.....	33
4.13 Zn Konsantrasyonu (mg Zn kg ⁻¹).....	35
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	38
6. KAYNAKLAR	40
EKLER.....	46
ÖZGEÇMİŞ	54

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Deneme Toprağının Özellikleri	12
Çizelge 4.1 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Bitki Boyu (cm) Ortalama Değerleri.....	16
Çizelge 4.2 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Yaprakçık Sayısı (adet/bitki) Ortalama Değerleri.....	18
Çizelge 4.3 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Toprak Üstü Yaş Ağırlık (gr/bitki) Ortalama Değerleri.....	20
Çizelge 4.4 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Toprak Üstü Kuru Ağırlık (gr/bitki) Ortalama Değerleri.....	22
Çizelge 4.5 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Kök Uzunluğu (cm) Ortalama Değerleri.....	23
Çizelge 4.6 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Kök Yaş Ağırlığı (nodul yaş ağırlığı dahil) Ortalama Değerleri (mg/bitki)	25
Çizelge 4.7 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Kök Kuru Ağırlığı (nodul kuru ağırlığı dahil) Ortalama Değerleri (mg/bitki)	27
Çizelge 4.8 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Nodül Sayısı (adet/bitki) Ortalama Değerleri	29
Çizelge 4.9 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Aktif Nodül Sayısı (adet/bitki) Ortalama Değerleri.....	30
Çizelge 4.10 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Nodül Yaş Ağırlığı (mg/bitki) Ortalama Değerleri.....	31
Çizelge 4.11 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Nodül Kuru Ağırlığı (mg/bitki) Ortalama Değerleri.....	33
Çizelge 4.12 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) SPAD Değeri Ortalama Değerleri.....	35
Çizelge 4.13 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Çinko Dozu(ppm) Ortalama Değerleri.....	36

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

Ca: Kalsiyum
Cl: Klor
cm: Santimetre
Cu: Bakır
da: Dekar
dS/m: Tuzluluk ölçü birimi
Ec: Toprak Tuzluluğu
g: Gram
ha: Hektar
K: Potasyum
kg: Kilogram
mg: Miligram
ml: Mililitre
mM: Mili molar
N: Azot
Na: Sodyum
NaCl: Sodyum Klorür
P: Fosfor
pH: Asitlik-Alkalilik faktörü
ppm: Derişim birimi
Zn: Çinko

EKLER LİSTESİ

Sayfa

EK 1: Börülce ekimi (21.08.2020)	47
EK 2: Ekim tarihinden gün sonra (25.08.2020)	47
EK 3: Seyreltme işlemi (28.08.2020)	48
EK 4 : İlk tuz uygulamasının yapıldığı gün bitkilerin genel görünüşü (31.08.2020)	49
EK 5 : Hasattan 1 gün önce Zn 0 dozunda 0, 25, 50, 100 ve 200 mM NaCl grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020).....	49
EK 6: Hasattan 1 gün önce Zn 2,5 dozunda 0, 25, 50, 100 ve 200 mM NaCl grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020).....	50
EK 7: Hasattan 1 gün önce Zn 5 dozunda 0, 25, 50, 100 ve 200 mM NaCl grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020).....	50
EK 8: Hasattan 1 gün önce Zn 10 dozunda 0, 25, 50, 100 ve 200 mM NaCl grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020).....	51
EK 9 Hasattan 1 gün önce NaCl 0 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020).....	51
EK 10 Hasattan 1 gün önce NaCl 25 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020).....	52
EK 11 Hasattan 1 gün önce NaCl 50 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020).....	52
EK 12 Hasattan 1 gün önce NaCl 100 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020).....	53
EK 13 Hasattan 1 gün önce NaCl 200 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020).....	53

1.GİRİŞ

Dört mevsimin belirgin olarak yaşandığı ülkemizde çayır ve mera alanlarımız çok fazla bitki popülasyonuna ev sahipliği yapmasına rağmen hayvanların beslenmeleri için yeterli düzeyde değildir. Bu duruma sebep olarak; çayır-mera alanı olarak tespit edilen arazilerin farklı amaçlar için kullanılması, ağır otlatılması, yem bitkileri ekiminin yeterli düzeyde olmaması ve çayır- mera alanları üzerindeki idari, yasal ve teknik gibi birçok sorun gösterilmektedir (Serin ve Tan, 2010). Çayır-mera alanlarımız hayvan beslemesinde önemli kaba yem kaynağı olmasının yanında, flora ve fauna kaynaklarımızın korunması, gelecek nesillere aktarılması ve hayvancılığın devam edebilmesi için üzerinde durulması ve geliştirilmesi için çalışmalar yapılması gereken alanlardır. (Özkan ve Demirbağ, 2016). Ülkemizde hayvan beslemesi genel olarak çayır-meralardan sağlandığı gibi, saman, anız gibi kalitesi düşük yemlerle de yapılmaktadır. Bu durumda ülkemizde kaliteli kaba yem açığını meydana getirmektedir. Hayvancılık sektörünün önemli sorunlarından birisi olan kaliteli yem açığının ancak yem bitkileri tarımı ile yem üretimi yapılarak ekonomik bir şekilde ortadan kalkacağı bildirilmektedir (Kuşvuran ve ark., 2011). Yem bitkileri, hayvansal üretim için gerekli olan kaliteli yem sağlamanın yanı sıra (Sağlamtimur ve ark., 1998; Açıkgoz ve ark., 2005) ucuz bir kaynak niteliğinde olmaları, vitamin ve mineralce zengin olmaları ve hayvanlar için gerekli besin maddelerini içermeleri bakımından da hayvan beslemesinde önemli bir yere sahiptir (Serin ve Tan, 2001; Kuşvuran ve ark., 2011).

Börülce, hayvan beslemesinde özellikle yeşil/kuru ot, silaj (özellikle sorgum ve darılarla) ve kuru taneleri kullanılmaktadır (Ünlü ve Padem, 2004). Besleme değerini yüksek olan börülcenin yeşil yemi %14-21, taneleri ise %18-26 oranında ham protein içermektedir (Ali ve ark., 2004). Bunların yanı sıra börülce taneleri içerisinde bol miktarda karotin, vitamin B ve C bulundurlar (Azkan, 1994).

Dünyada önemli bir konuma sahip ve tek yıllık baklagil olan börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), Asya, Afrika ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Xionget ve ark., 2016). Tropikal kökenli baklagil bitkisi olan börülce, fakir ve verimsiz kumlu toprakların yanı sıra yüksek sıcaklıklarda dahi ürün verebilme kabiliyetindedir (Miller ve ark.,1984; Pemberton ve Smith, 1990) ve bazı çeşitlerinin 300 mm yağışta yetişebildiği bildirilmektedir (Gomez, 2004). Börülce

kuraklığa dayanıklılığının yanı sıra sulandığında da verimini artırmaktadır. Yıllık yağış miktarı 600 mm'ye kadar olan bölgelerde ise sulamaya gerek duyulmadan yetiştirilebilmektedir (Ünlü ve Padem, 2004). Bir baklagil bitkisi olan börülce de atmosferik azotu kullanarak biyolojik azot fiksasyonu sayesinde, toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik verimliliğini yükseltmektedir.

Toprak tuzluluğu; özellikle yarı kurak ve kurak iklim bölgelerindeki çözünebilir tuzların yüksek taban suyu sayesinde kapilarite ile birlikte toprağın yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucunda suyun ortamdaki uzaklaşarak tuzun toprağın üzerinde veya toprağın üst katmanına yakın bir yerde birikmesine denir. Yağışlı bölgelerdeki tuzlar, genelde yıkanarak yer altındaki sulara karışıp buradan da akarsular vasıtasıyla denizlere taşınırlar. Bu sebeple yağışlı bölgelerde tuzluluk problemi daha nadir görülür (Kacar ve ark., 2007). Toprakta tuzluluk problemini oluşturan bileşiklerin başında; sülfatlar (Na_2SO_4 ve MgSO_4), nitratlar (Na_2NO_3 ve KNO_3), klorürler (NaCl , CaCl_2 ve MgCl_2), karbonatlar ve bikarbonatlar (CaCO_3 , Na_2CO_3 ve NaHCO_3) ve boratlar gelmektedir. Ancak doğada tuzluluğa en çok sodyum klorür (NaCl) neden olmaktadır (Önal Aşçı ve Üney, 2016).

Abiyotik bir stres faktörü olan tuzluluk hem tarım yapılan topraklarda hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkileri pek çok yönde olumsuz etkilemektedir (Yılmaz ve ark., 2011). Tuz konsantrasyonunun yüksek olması, özellikle Na^+ un toprağın gözeneklerinde birikmesine ve toprak su iletiminin azalmasına neden olmaktadır. Topraklarda tuz varlığının fazla olması su potansiyelini azaltarak, bitkilerde su ve besin elementlerinin alımını yavaşlatmaktadır. Temelde tuz stresi olarak başlayan bu durum ileri periyotta bitkilerde su eksikliğine bağlı olarak fizyolojik kuraklığa neden olmaktadır (Kısa, 2010). Ortamda bulunan kullanılabilir su miktarının azalmasına karşılık Na^+ ve Cl^- iyonlarının artması, bu iyonların bitkiler için önemli olan Ca^{2+} , K^+ ve NO_3^- gibi bitki besin elementleri ile rekabete girmesine ve bitkilerde besin dengesizliğine ya da besin eksikliğine yol açmaktadır. Ayrıca ortamda bulunan fazla miktardaki NaCl bitkilerde; klorofil, protein, DNA ve zar fonksiyonunda zarara neden olan aktif oksijen türlerinin sentezlenmesine, fotosentezin yavaşlaması /durmasına, K^+ alımının engellenmesine ve metabolizmada toksisiteye neden olmaktadır (Çulha ve ark., 2011).

Bu etkilerin sonucu olarak tuzluluk bitkilerde; gelişme, büyüme, fotosentez ve hücre bölünmesi gibi birçok olayı olumsuz yönde etkilemektedir. Tuzluluk ilk olarak tohumda çimlenmenin gerçekleşmemesine veya çimlenmenin azalmasına bağlı olarak, bitkilerin verimlerinde azalışlara hatta ölümlere neden olmaktadır (Önal Aşcı ve Üney, 2016). Bitkilerde biyokimyasal, moleküler ve anatomik düzeyde birçok farklılığa neden olan tuzluluk, etkilerini sadece farklı türler arasında değil, aynı türün çeşitleri arasında da göstermektedir (Munns, 2006, Turhan ve Şeniz, 2010; Önal Aşcı, 2011).

Çinko (Zn) bitki beslemesi açısından gerekli olan önemli bir mikro besin elementidir. Bitkilerde sürgün oluşumunu sağlayan hormonların yapısında bulunmakla birlikte (Yalçın ve Usta, 1992) karbonhidrat, protein ve lipitlerin parçalanmasında/sentezlenmesinde önemli görev almaktadır (Cakmak, 2000). Ayrıca çinko karbonhidratların taşınmasında, klorofil oluşumunda, azot ve fosfor metabolizmasında ve şekerin kullanılmasında da görev yapmaktadır (Yağmur ve ark., 2002). Topraklarda çinkonun yeterli miktarda bulunması, bitkilerin bundan en iyi şekilde yararlanacağı anlamına gelmeyebilir. Topraklardaki pH, fosfor, kireç vb. miktarlarının fazla olması çinkonun yararlı etkisini azaltmakla birlikte bitkilerde çinko eksikliğine neden olmaktadır (Toğay ve Anlarsal, 2008).

Çinko eksikliğinde bitkilerde protein sentezinin durması ve serbest amino asitlerin birikmesiyle birlikte bitkiler gelişim açısından olumsuz yönde etkilenmektedir (Yalçın ve Usta, 1992). Çinko eksikliğinde bitkilerde ribonükleik asit (RNA) ile hücredeki ribozom içeriği belirgin bir şekilde azalmakta ve bu azalmaya bağlı olarak protein oluşumu engellenerek serbest amino asit, glikoz ve DNA düzeyleri artmaktadır. Ayrıca çinko noksanlığında bitkilerde absisik asit ve indol-3-asetik asiti de azalmaktadır. Bunun sonucunda da bitkilerde normal gelişim engellenerek bitkisel üretimde önemli oranda ürün kayıpları meydana gelmektedir (Ceylan ve ark., 2016). Çinko eksikliği gözlemlenen bitkilerde bazı büyüme ve gelişme hormonlarının az veya eksikliğin derecesine bağlı olarak, küçük ve rozet biçiminde yapraklar, özellikle yaşlı alt yapraklarda sarı-beyaz renkli alanlar, boğum aralarında kısalmalar ve erken yaprak dökümleri meydana gelir. Çinkonun fazla olması bitkilerde kök uzunluğunda kısalmalara ve klorofil miktarında azalmalara neden olur. Fazla konsantrasyondaki çinko, tohum sayısını ve tohum ağırlığını azaltmaktadır (Duran, 2011).

Çinko tuzlu alanlarda bitkisel üretimde koruyucu ve yardımcı uygulamalardandır (Khoogar ve ark., 1999). Çinko uygulaması tuzlu ortam koşullarında bitkiler üzerinde sodyum ve klorun olumsuz etkilerini azaltmaktadır (Alpaslan ve ark., 1999). Tuzlu topraklarda yarayışlı fosfor ve su oranı, organik madde oranı, toprak sıcaklığı (Kacar ve Katkat, 2009) gibi değişimler topraktaki çinko konsantrasyonunu azaltmaktadır (Khoshgoftar ve ark., 2004). Çinko eksikliği olan topraklarda bitkilerin kök hücre zarlarını geçirgenliği artmakta ve bu köklerde biriken sodyum ve klor diğer yarayışlı besin elementleri ile rekabete girerek onların alımını yavaşlatmaktadır (Marschner ve Cakmak, 1986; Parker ve ark., 1992). Çinko bitkilerin yapısal bütünlüğünü etkileyerek ve köklerde hücre zarının geçirgenliğini kontrol ederek tuzlu ortam koşullarda bitkilerin aşırı miktarda Na alımını azaltmaktadır (Aktaş ve ark., 2007). Bitkilerin yeterli miktarda Zn ile beslenmesi, bitki hücrelerindeki Na konsantrasyonunu azaltarak bitkilerde K/Na oranını arttırmaktadır (Yeşil, 2008). Bu nedenle bitkilerde gelişim üzerine Zn eksikliğinin ve tuzluluğun birbirine olan etkileri önemlidir.

Bu çalışmada; farklı dozlarda çinko gübre uygulamasının, farklı tuz dozlarına maruz bırakılmış börülce bitkisinin gelişimine olan etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Börülcenin Yemlik Olarak Kullanımı

Atış ve Yılmaz (2000), Hatay'da börülcenin bitkisel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; börülcede bitki boyu, dal sayısı, yeşil ot verimi yeşil otun bakla ve sap oranı, kuru ot verimi, kuru otun bakla ve sap oranını incelemişlerdir. Araştırmacılar börülcede yeşil ot veriminin 2395–3133 kg/da, kuru ot veriminin ise 458–639 kg/da arasında olduğunu belirtmişlerdir. Yeşil otun sap oranı, %44.40-52.70 değerleri arasında iken, bakla/sap oranı da %11.67 ile %18.93 arasındadır. Kuru otun sap oranı %29.67 - %52.17 arasındayken, bakla oranı %11.00- %22.73 arasında olduğunu ifade etmişlerdir.

Toy ve Ünlü (2015), yeşil (adi fiğ 12 kg/da) ve çiftlik gübresi (3.5 ton/da) kullanımının, taze ve kuru börülcede (Karnıkara) kalite üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada; yeşil ve çiftlik gübresi uygulamalarının bakla verimini 606.8-709.3 kg/da arasında değiştirdiğini bildirmişlerdir. Baklalardaki protein oranlarının ise %17.4 ile %17.6 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir.

Haluk ve Ceylan (2012), Hatay ekolojik şartlarında sıra arası (50, 60 ve 70 cm) ve sıra üzeri (50, 60 ve 70 cm) farklı bitki sıklıklarının börülcede (Karnıkara, Sarıgöbek, Samandağ) bazı tarımsal özellikler ve tane verimi üzerine etkisini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada; sıra üzeri ve sıra arası mesafelerin ortalamasından en yüksek bitki boyunun Sarıgöbek çeşidinde (60.37 cm), en düşük ise Karnıkara çeşidinde (33.22 cm) elde etmişlerdir. Bununla birlikte en yüksek tane veriminin Karnıkara çeşidinden (101.26 kg/da), en düşük ise Samandağ çeşidinden (88.21 kg/da) elde edildiği bildirilmiştir. Sarıgöbek çeşidinin tane verimi ise 96.80 kg/da olarak bulunmuştur.

Basaran ve ark., (2011) Karadeniz (Samsun ve Kavak) bölgesinde 7 hat (G1, G2,G7) ve 2 börülce çeşidinin (Akkız ve Karagöz) bitki boyu, bakla uzunluğu, bakladaki tohum sayısı, bin tohum ağırlık ve tohum verimi gibi özellikleri inceledikleri çalışmada; en yüksek bitki boyunun G1 hattında (122.4 cm/bitki) Samsun bölgesinde elde edildiğini bildirmişlerdir. Çalışmada en yüksek bin tohum ağırlığı (233.2 g/bitki) Karagöz çeşidinde bulunmuştur. Ayrıca çalışmada ortalama tohum verimi 1.170 kg ha⁻¹ iken, en yüksek tohum veriminin (1.420 kg ha⁻¹) Karagöz çeşidinden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Ayan ve ark., (2012) Samsun ve Kavak ekolojik şartlarında 7 hat (G1, G2,G7) ve 2 börülce çeşidinde (Akkız ve Karagöz) yem verimi ve kalite özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada; ortalama yem veriminin Samsun lokasyonunda (8.4 t ha⁻¹) Kavak lokasyonuna oranla (7.4 t ha⁻¹) daha yüksek bulunduğunu ifade etmişlerdir. Ham protein oranının en düşük Akkız (170.2 g kg⁻¹) çeşidinden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Can ve ark., (2020) ikinci ürün olarak farklı yoğunluklarda yetiştirilen börülcenin (Ülkem ve hat H-8) bazı tarımsal özellikleri ve tohum verimi üzerine etkilerini belirlemek amacı ile dört sıra aralığında (20, 35, 50, 65 cm) 2 yıllık (2017-2018) yaptıkları çalışmada; en yüksek tohum verimi her iki yılda da en yüksek 20 cm sıra aralığında (2179 ve 1464 kg ha⁻¹) Ülkem çeşidinden elde edilmiştir.

Katlan (2018), Yozgat ekolojik şartlarında 2 yıl boyunca yürüttükleri çalışmada; yem börülcesinin (*Vigna unguiculata* L.) Ülkem çeşidinde farklı kükürt dozlarının (0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 kg/da) bitki boyu, protein verimi, gövde çapı, kuru ot verimi ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; en yüksek kuru ot veriminin ilk yıl (5 kg/da kükürt) ile 612.0 kg/da'dan 806.3 kg/da çıktığını bildirilmiştir. Protein veriminin ise; çalışmanın 1. yılında en yüksek 5 kg kükürt dozundan (140.1 kg/da), 2. yıl ise en yüksek 15 kg kükürt dozundan (132.2 kg/da) elde edildiği belirtilmiştir.

Öztürk (2010), Ordu ekolojik şartlarında yetiştirilebilecek börülce ekotiplerinde (Akkız, Karagöbek, Poyraz, Çarşamba, Isparta1, Isparta2, Kumluca1, Kumluca 2, Kumluca 3, Gömeç) verim öğelerini belirlemek için yapmış olduğu çalışmada; bitki boyu ortalamalarının 108-135 cm arasında değişiklik gösterdiğini, bitki boyunun en yüksek Nevşehir ekotipinden (135 cm) elde edildiği, en kısa bitki boyunun ise Isparta 2 ekotipinden elde edildiği ifade edilmiştir. Çalışma sonuçlarında dekara tane veriminin ise en yüksek Kumluca 1 (156.0 kg/da) ekotipinden elde edilirken, bu çeşidi sırasıyla Nevşehir (151.0 kg/da), Isparta 1(150.0 kg/da), Karagöz (148.5 kg/da), Kumluca 2 (142.0 kg/da), Isparta 2 (132.0 kg/da), Gömeç (107.0 kg/da), Çarşamba (103.4 kg/da), Akkız ve Poyraz (100 kg/da), Kumluca Yerel (99.4 kg/da) ve Karagöbek (99.0 kg/da) çeşit ve ekotiplerinden elde edildiğini belirtmiştir.

Ünlü ve Padem (2004), Isparta ekolojik şartlarında farklı ekim tarihlerinin börülcede kurak ve sulu koşullarda verimine etkilerinin araştırmak için, 3 börülce

çeşidinin (Karnıkara, Akkız, Sarıgöbek) ve beş farklı tarihte (15 Mayıs, 30 Mayıs, 15 Haziran, 30 Haziran ve 15 Temmuz) ekmişlerdir. Çalışmada; dekara tane verimi en düşük kuru şartlardan (77.1 kg/da) elde edilirken, en fazla sulu şartlardan (173.4 kg/da) elde edildiği bildirilmiştir. Dekara tane verimi çeşitlere göre sırası ile Akkız (136.4 kg/da), Sarıgöbek (127.1 kg/da) ve Karnıkara (112.4 kg/da) olarak belirtilmiştir.

2.2 Tuzluluğun Bitkiler Üzerindeki Etkileri

Özcan ve ark., (2000) Ankara’da yaptıkları çalışmada; bazı nohut çeşitlerinin (Canitez-87, ILC-195/2 ve Damla) tuz stresi altında kuru ağırlıklarındaki değişimlerini incelemek amacıyla saksılara 500 g toprak ve 68 mmol kg⁻¹ NaCl uygulaması yapmışlardır. Çalışma sonucunda; tuz uygulaması yapılıncaya ve yapılmayınca, en fazla kuru ağırlık Damla çeşidinden elde edilirken, ikinci sırada ILC-195/2 çeşidinin yer aldığı bildirilmiştir. Bu çeşitlerde tuz uygulanınca meydana gelen kuru ağırlıktaki azalmanın sırası ile Damla çeşidinde %41.90, ILC-195/2 ‘de %42.17 olduğu belirtilmiştir.

Önal Aşcı ve Zambı (2020), farklı dozlardaki tuz konsantrasyonlarının (0, 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM) bazı bezelye genotiplerinin (Özkaynak, Töre, Turnasuyu, Ürünlü, Gölyazı, Çaybaşı, Özkaynak) bitki gelişimine etkilerini araştırmak için yaptıkları çalışmada; Gölyazı çeşidinde 25 mM tuz uygulamasının, Ürünlü çeşidinde ise 25 ve 50 mM tuz uygulamasının üzerindeki dozların bitki boyunu azalttığını belirtmişlerdir. Artan tuz dozlarının Gölyazı çeşidinde bitkide yaprak sayısını 25 mM tuz uygulamasından daha yüksek dozlarda önemli derecede azalttığı bildirilmiştir. Altun (2019), börülcede (Ülkem ve Karagöz) tuz stresinin (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 ve 200 mM NaCl) bitki gelişimine etkilerini araştırdığı çalışmasında, artan tuz dozlarının bitki boyunu etkilediğini, özellikle Karagöz çeşidinde 125 mM ve daha yüksek tuz dozlarının bitki boyunu önemli derecede azalttığını bildirmiştir. Tuz stresinin aynı zamanda toprak üstü yaş ağırlığını azaltırken istatistiki olarak ilk önemli azalmanın 75 mM dozunda gerçekleştiğini bildirmiştir.

Önal Aşcı ve ark., (2021) farklı tuz stresinin (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 ve 200 mM NaCl) börülcede (Ülkem ve Karagöz) bazı fizyolojik özellikler ve mineral madde oranlarına etkisini araştırdıkları çalışmada; artan tuz stresinin börülcede prolin sentezi ve Na birikimini arttırdığını bildirmişlerdir. Yine artan dozlardaki tuz stresinin börülcenin elektriksel iletkenliğini arttırdığını bu artışın Karagöz çeşidinde 125 mM ve

üzeri, Ülkem çeşidinde ise 150 mM ve üzeri tuz dozlarında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada 175 ve 200 mM tuz stresinin Karagöz çeşidi börülcede klorofil a içeriğini azalttığı bildirmişlerdir.

Daşgan ve ark., (2006) 3 börülce ve 10 fasulye genotipini genç bitki aşamasında tuz stresine (0 ve 125 mM NaCl) karşı olan tepkilerini iyon dengesi yönünden inceledikleri çalışma sonucunda; börülce ve fasulye genotiplerinin tuz stresine karşı oldukça farklı tepkiler gösterdiği belirtilmiştir. Börülce genotiplerinin yeşil aksam dokularında fazla miktarda Na bulundurmalarına karşılık tuzdan zararlanma etkilerini gösteren skala değerlerinin en düşük olduğu ifade edilmiştir. Kontrol bitkilerinin yeşil aksam dokularında Na konsantrasyonu düşük olurken, Ca konsantrasyonu yüksek bulunmuştur.

2.3 Çinko Gübrelemesinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri

Koç ve ark., (2004) haşhaş bitkisinde (Afyonkalesi-95 ve Ankara-94 çeşitleri) çinko ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) uygulamalarının (0, 2, 4 ve 8 kg/da) tohum verimi, bitki boyu, kapsül verimi, kapsülde morfin yüzdesine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda Ankara-94 çeşidinde bitki boyu en yüksek (81.25 cm) 8 kg/da Afyonkalesi-95 çeşidinde ise bitki boyu en yüksek (80.5 cm) 2 kg/da gübre dozunda olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca her iki çeşitte de kontrol grubunun en düşük bitki boyuna sahip olduğu bildirilmiştir. Kapsüldeki morfin oranlarının Ankara-94 çeşidinde en yüksek değere (%0.69) 4 kg/da, Afyonkalesi-95 çeşidinde ise (%0.61) 2 kg/da çinko dozunda ulaştığı ifade edilmiştir.

Aktaş ve ark., (2007) biberde yaptıkları çalışmada çinko dozlarının 1 kg toprak için 2 mg'dan 10 mg'a çıkarılmasının yeşil aksamda Na yoğunluğunu azaltırken, K yoğunluğunu arttırdığını, bu etkilerin sonucunda, yüksek dozlardaki Zn uygulamalarının bitkilerde K/Na oranlarında artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Torun ve ark., (2019) tuz ve çinko uygulamalarının makarnalık buğdayın (Kundur-1149) besin elementi ve kuru madde verimi üzerine etkisinin belirlemek amacıyla %0, 0.5, 1.0 ve 1.5 NaCl dozlarını ve 0, 5 ve 10 mg/kg çinko dozlarını kullandıkları çalışmada; artan tuz dozlarının bitkide kuru madde verimini azalttığını, bu azalışın tuzun %1 ve %1.5 dozlarında daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Tuzun %1.5

dozunda kuru madde verimindeki azalışlar tuzun kontrol grubu ile kıyaslandığında Zn0'da 2.2, Zn5'de 4.0 ve Zn10'da 2.3 kat olduğu belirlenmiştir.

Küçüköksel (2020), Aydın'da sera koşullarında, çinkonun tuz stresi altındaki pamuk bitkisine etkilerini belirlemek amacıyla 250 mM tuz ve 3 farklı çinko dozunu (0.1 mg Zn L⁻¹, 5 mg Zn L⁻¹, 10 mg Zn L⁻¹) kullandığı çalışmada; artan dozlarda çinko uygulamasının bitkide yaprak oransal su içeriğini, yaprak transpirasyonunu ve yapraklarda fotosentetik aktiviteyi arttırdığını bildirmiştir.

Acar (2019), Ordu ekolojik koşullarında, topraktan ve yapraktan uygulanan çinkonun (ZnSO₄.7H₂O) soya fasulyesinde (Arısoy çeşidi) verim öğelerine etkilerini araştırdığı çalışmada farklı çinko dozlarını topraktan (0, 1, 2, 4 kg/da) ve yapraktan (%0, 0.4, 0.8) uygulamıştır. Çalışma sonucunda; en düşük bitki boyu kontrol grubunda elde edilirken (95.1 cm), en yüksek bitki boyu (108.33 cm) ile 2 kg/da Zn (ZnSO₄.7H₂O) dozundan elde edildiği bildirilmiştir.

Duran (2011), makarnalık (*Triticum durum* L.) ve ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) buğdayda çinkonun (ZnSO₄.7H₂O) farklı dozlarının (0, 0.9, 1.8, 2.7 ve 3.6 kg/da Zn) bazı verim öğelerine (tane verimi, bitki boyu, başakta tane sayısı,) etkisini araştırmak için yaptığı çalışmada; m² 'ye 500 tohum ekimi ve gübre olarak çinko sülfat kullanmıştır. Araştırma sonucunda; en yüksek bitki boyu 85.41 cm ile çinkonun 0.9 kg/da (ZnSO₄.7H₂O) uygulamasında belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacı başakta en yüksek tane sayısının (48.17 adet) ise çinkonun 2.7 kg/da (ZnSO₄.7H₂O) dozundan elde edildiğini bildirmiştir.

Erdem (2011), çinko gübrelemesinin silajlık mısırdaki verim ve kaliteye etkilerini belirlemek amacıyla Tokat yöresinde 10 farklı mısır çeşidine 0 ve 3 kg Zn sülfat gübrelemesi (ZnSO₄.7H₂O) uygulamıştır. Çalışma sonucunda; mısır kuru madde veriminin Zn uygulaması ile 191 g/bitki' den 231 g/bitki'ye, silaj veriminin ise 9.0 ton/da'dan 10.2 ton/da'ya çıktığı bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada çinko uygulamasının bitkilerin yeşil aksamındaki Zn konsantrasyonunu arttırdığı belirlenmiştir.

Gülmezoğlu ve Aytaç (2016), yapraktan (%0.2 çinko) ve topraktan (2.5 kg/da) uygulanan çinkonun farklı formlarının (Zn- EDTA, ZnSO₄.7H₂O) aspir (*Carthamus tinctorius*) bitkisinde (Remzibey-05 çeşidi) verim ve çinko alımı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada; bitkide tane verimi, tabla sayısı, hasat zamanında yaprakta,

gövdede ve tanede çinko konsantrasyonunu belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda yaprak + topraktan uygulanan Zn-EDTA formunun kontrole göre tane verimini %21 oranında arttırdığı, ZnSO₄ uygulamasının ise yine kontrol grubuna göre tane verimini %16 oranında arttığı bildirilmiştir. Sadece yapraktan uygulanan çinko dozunun ise kontrole göre tane verimini Zn-EDTA formunda %15, ZnSO₄ formunda ise %18 oranında arttırdığı belirtilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışma 2020 yılında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilen börülce (*Vigna unguiculata* L.)'nin yemlik kullanım amacıyla geliştirilmiş olan Ülkem çeşidinin tohumları kullanılmıştır.

Denemede, bitkilere temel gübre olarak uygulanan azot (NH₄)₂SO₄, fosfor ve potasyum (KH₂PO₄) formunda kullanılmıştır. Araştırmada faktör olarak ele alınan çinko ve tuz dozları ise sırasıyla ZnSO₄·7H₂O ve NaCl formunda uygulanmıştır.

3.2 Deneme Toprağının Özellikleri

Saksı denemesi olarak yürütülen çalışmada bitki yetiştirme ortamı olarak toprak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan toprak, gölgede ve temiz bir zemin üzerinde hava-kuru hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Toprak içerisinde bulunan yabancı ot, taş vb. maddelerden arındırılarak 4 mm elekten elenmiştir. Deneme toprağına yapılan laboatuvar analizleri incelendiğinde (Çizelge 3.1) toprağın killi-tınlı tekstüre sahip, kireçli, tuzsuz, kuvvetli asitli olduğu belirlenmiştir. Deneme toprağının mikro besin elementi içerikleri ise demir, bakır, mangan ve çinko bakımından yetersiz olduğu, fosfor konsantrasyonunun az, potasyum konsantrasyonunu ise yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.1). Denemede kullanılan toprak Adana Deniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde analiz edilmiştir.

Çizelge 3.1 Deneme Toprağının Özellikleri

Yapılan Analizler	Birimler	Analiz Sonucu	Sınıfı
Ph	-	5.36	Kuvvetli Asit
%Kireç	%	1.88	Kireçsiz
EC	dSm ⁻¹	0.0005	Tuzsuz
Organik Madde	%	2.12	Orta
Tekstür	-	Killi-Tınlı	Killi-Tınlı
Çinko	mg kg ⁻¹	0.485	Az
K ₂ O	mg kg ⁻¹	58.25	Yüksek
P ₂ O ₅	mg kg ⁻¹	8.25	Az

3.3 Yöntem

Deneme, Tesadüf Parsellerde Faktöriyel Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Araştırmada çinko (0, 2.5, 5 ve 10 mg Zn kg⁻¹) ve tuz dozları (0 25, 50, 100 ve 200 mM NaCl) faktör olarak kullanılmıştır. Deneme kurulurken her bir saksıya 3 kg elenmiş toprak doldurulmuş ve her saksıya 8 tohum olacak şekilde 21.08.2020 tarihinde el ile ekim yapılmıştır. Ekim ile birlikte bitkilerin temel ihtiyacını karşılamak amacı ile her saksıya 100 ppm P, 125 ppm K ve 50 ppm N olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Çinko dozları kontrol bitkileri hariç ekim ile birlikte topraktan uygulanmıştır. Bitkilerde ilk gerçek yapraklar (basit yapraklar) çıktığında her saksıda 3 bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır (28.08.2020). Börülcede ikinci gerçek yapraklar (ilk bileşik yaprak) çıktığında (31.08.2020) tuz dozları uygulanmaya başlamıştır. Bitkilerin tuz şokuna girmemeleri için planlanan tuz dozları tek seferde verilmemiştir. İlk tuz uygulaması 25 mM tuz olacak şekilde kontrol grubu hariç ilgili saksılara uygulanmıştır. Diğer NaCl uygulamaları ise 2 gün ara ile ilgili saksılara kademeli bir şekilde uygulanmıştır. Bitkiler alt yaprakların sararıp dökülmeye ve tuz zararının görülmeye başladığı zaman (ilk tuz uygulamasının üzerinden 15 gün geçtikten sonra) 15.09.2020 hasat edilmiştir.

3.4 Araştırmada İncelenen Özellikler

- 1. Bitki Boyu (cm):** Kök boğazı ile sap ucu arasındaki mesafe ölçülmüştür.
- 2. Yaprakçık Sayısı (adet/bitki):** Hasat edilen bitkilerdeki yaprakçıklar tek tek sayılarak her bitki için adet olarak belirlenmiştir.

- 3. Toprak Üstü Yaş Ağırlık (gr/bitki):** Hasat edilen ve kök boğazından kesilerek köklerinden ayrılan fideler, su kaybetmelerine izin verilmeden tartılarak yaş ağırlıkları gr olarak belirlenmiştir.
- 4. Toprak Üstü Kuru Ağırlık (gr/bitki):** Kök boğazından kesilen bitkiler etüvde 65°C’de sabit ağırlığa gelene adar kurutulduktan sonra tartılmıştır.
- 5. Kök Uzunluğu:** Hasat işlemi tamamlanan bitkiler, kök bütünlüğüne zarar verilmeden yıkandıktan sonra kök ucu ile kök boğazı arasındaki mesafe ölçülmüştür.
- 6. Kök Yaş Ağırlık (mg/bitki):** Kök bütünlüğüne zarar vermeden yıkanan kökler üzerindeki fazla su arındırıldıktan sonra nodüllerle birlikte tartılmıştır.
- 7. Kök Kuru Ağırlık (mg/bitki):** Kökler etüvde 65 °C sabit ağırlığa gelene kadar kurutulduktan sonra tartılmıştır.
- 8. Nodül Sayısı (adet/bitki):** Saksıdaki bitkilerin kökleri yıkandıktan sonra temiz köklerdeki nodüller sayılmıştır.
- 9. Aktif Nodül Sayısı (adet/bitki):** Köklerden ayrılan nodüller, nodül iç rengine göre değerlendirilmiştir. Nodül iç rengi parlak kırmızı ise aktif olarak kabul edilmiştir.
- 10. Nodül Yaş Ağırlığı (mg/bitki):** Yıkayıp fazla suyundan arındırıldıktan sonra köklerden ayrılan nodüller tartılmıştır.
- 11. Nodül Kuru Ağırlığı (mg/bitki):** Köklerden ayrılan nodüller etüvde 65 °C kurutulduktan sonra tartılmıştır.
- 12. SPAD Değeri:** Hasattan hemen önce SPAD metre ile toplam klorofil miktarını ölçmek için gövde üzerindeki ilk iki yaprakta ölçüm yapılmıştır.
- 13. Zn Oranı:** Mineral madde konsantrasyonu bitkinin toprak üstü aksamından belirlenmiştir. Analizin yapılabilmesi için öncelikle kurutulan bitki aksamı öğütülmüştür. Öğütülen bitki örneklerinden alınan 200 mg materyal, kül fırınında 550 °C’de yakılmıştır. Yakma işlemi sonrasında geriye kalan kül üzerine 2 ml 1/3’lük HCl asit çözeltisi + 18 ml saf su ilave edilmiştir. Elde edilen karışım filtre kağıdından süzülükten sonra mineral madde analizi için örnekler hazır hale getirilmiştir. Elde edilen örneklerde çinko belirlenmiştir. Örneklerin çinko içeriği Atomik absorpsiyon spektrofotometrede belirlenmiştir.

Verilen normal dağılım kontrolü Kolmogorov-Smimov testi, alt grupların varyanslarının homojenlik kontrolü Levene testi ile yapılmıştır. Varsayımları yerine getiren özelliklerde verilerin analizi iki-yönlü varyans analizi ile yapılmıştır. Farklı ortalamaların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda ve yorumlamalarda %5 önem düzeyi kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar Minitab 17 istatistik paket programı ile yapılmıştır

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Bitki Boyu

Yapılan varyans analizi sonucunda bitki boyu bakımından NaCl dozu X çinko dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p < 0.001$) bulunmuştur. Çizelge 4.1 incelendiğinde görüleceği üzere çinkonun bütün dozlarında bitkilere tuz stresi uygulanması bitki boyunu önemli derecede azaltmıştır. Çinko gübrelemesinin yapılmadığı şartlarda, bitkilere tuz verilmeye başlanmasıyla birlikte, bitki boyu azalmaya başlamakla birlikte bitki boyunda ilk önemli azalma 50 mM NaCl dozunda ortaya çıkmıştır. Önal Aşcı ve Zambı (2020), 7 farklı tuz konsantrasyonunun (0, 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM) 6 farklı bezelye genotipinde (Gölyazı, Turnasuyu, Özkaynak, Ürünü, Çaybaşı ve Töre) bitki gelişimine etkilerini araştırdığı çalışmada; tuz stresinin bitki boyunu azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmamızda 2.5, 5 ve 10 mg kg⁻¹ çinko gübrelemesi yapılan tuz dozlarında bitki boyundaki ilk önemli azalma 25 mM tuz stresinde gerçekleşmiştir. Bu durum muhtemelen söz konusu çinko dozlarının tuz stresi yaşanmayan koşullarda (0 mM NaCl) bitki boyunu çinko gübrelemesi yapılmayan bitkilere oranla önemli derecede artırmasından kaynaklanmıştır.

Bununla birlikte tuz stresi bulunmayan koşullarda (0 mM NaCl dozunda) çinko gübrelemesi bürülcede bitki boyunda artışa neden olmuştur. 5 ve 10 mg kg⁻¹ çinko gübrelemesi hem 2.5 mg kg⁻¹ çinko gübrelemesi yapılan hem de çinko gübrelemesi yapılmayan bitkilere göre istatistiki olarak önemli derecede yüksek bitki boyuna neden olmuştur. Aydın ekolojik koşullarında yaygın fiğ, koca fiğ, yem bezelyesi ve Anadolu üçgülü ile yapılan tarla çalışmasında, çinko gübrelemesinin 4 yem bitkisi türünde de bitki boyunu arttırdığı belirlenmiştir (Öztürk, 2009).

Tuz stresine maruz kalan bitkiler incelendiğinde ise 25 ve 50 mM NaCl dozlarında çinko dozlarının bitki boyunu genellikle olumsuz etkilediği, 100 ve 200 mM dozlarında ortamdaki çinko miktarı arttıkça genellikle bitki boyunun da arttığı görülmektedir. Her ne kadar tuz stresine maruz kalmış bitkilerde çinko gübrelemesinin bitki boyunda meydana getirdiği artış ve azalışlar istatistiki olarak farksız bulunsalar da özellikle yüksek tuz stresine maruz kalmış bitkilerde (100 ve 200 mM NaCl dozlarında) çinko gübrelemesinin tuz stresinin olumsuz etkisini azaltabildiğini göstermektedir. Erzurum

ekolojik şartlarında krik buğday ile yapılan çalışmada çinko gübrelemesinin (Zn SO₄.7H₂O) bitki boyunu arttırdığı belirlenmiştir (Öztürk ve ark., 1999).

Çizelge 4.1 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Bitki Boyu (cm) Ortalama Değerleri

NaCl Dozu (mM)	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)			
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)
	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	30.33 ± 2.19 Ab	31.89 ± 2.48 Ab	57.89±6.96 Aa	48.22 ± 1.28 Aa
25	22.22 ± 0.97 ABa	20.89 ± 0.62 Ba	17.67± 0.84 Ba	18.78 ± 2.08 Ba
50	14.89 ± 0.40 Ba	13.72 ± 0.39 Ba	13.28± 0.87 Ba	14.11 ± 0.59 Ba
100	12.89 ± 1.78 Ba	14.17 ± 1.34 Ba	13.78± 0.49 Ba	16.17 ± 0.25 Ba
200	13.78 ± 0.78 Ba	13.67 ± 0.88 Ba	16.17±1.61 Ba	15.72 ± 1.40 Ba

NaCl Dozu: **0.000**

P Çinko Dozu: **0.000**

NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: **0.000**

Aynı çinko dozunda ortak büyük harfi olmayan NaCl dozları arasında önemli fark vardır (p<0.05)
Aynı NaCl dozunda ortak küçük harfi olmayan çinko dozları arasında önemli fark vardır (p<0.05)

4.2 Yaprakçık Sayısı

Yapılan varyans analizi sonucunda, bitkide yaprakçık sayısı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli (p<0.001) farklılık bulunmuşken, çinko dozları arasında istatistiki olarak fark bulunmamış (p>0.05), tuz x çinko interaksyonu da istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.2 incelendiğinde gözlemleneceği üzere tuz stresi börülcede yaprakçık sayısının azalmasına neden olmuştur. Araştırmada çinko dozlarının ortalaması olarak en yüksek yaprakçık sayısı (11.89 adet/bitki) tuz uygulamasının yapılmadığı kontrol grubunda gözlemlenmiştir. Yaprakçık sayısındaki ilk önemli azalma 25 mM tuz dozunda (8.75 adet/bitki) gerçekleşmiştir. Artan tuz dozları ile birlikte yaprakçık sayısında azalmada devam etmiştir. Çalışmada en düşük yaprakçık sayısı 200 mM tuz uygulamasında (5.25 adet/bitki) belirlenmekle birlikte 100 ve 200 mM tuz dozlarında yaprakçık sayısı değerleri arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır. Altun (2019),

börülcede (Ülkem ve Karagöz) tuz stresinin (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 ve 200 mM NaCl) etkilerini araştırdığı çalışmada, artan tuz dozlarının bitkide yaprakçık sayısını azalttığını ve istatistiki olarak ilk önemli azalışın 50 mM tuz dozunda meydana geldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda yaprakçık sayısındaki ilk önemli azalışın Altun (2019)'un belirlediği dozdan (50 mM NaCl) daha düşük dozda (25 mM NaCl) ortaya çıkması muhtemelen bitkilerin tuz stresine maruz kaldığı gelişme dönemindeki farklılıktan kaynaklanmıştır. Nitekim Altun (2019), tuz stresini bitkilerin 4. gerçek yaprakların görüldüğü gelişme döneminde uygulamışken, araştırmamızda 2. gerçek yaprak (ilk bileşik yaprak) görüldüğü gelişme döneminde uygulanmıştır. Başka bir deyişle araştırmamızda bitkiler tuz stresine Altun (2019)'un çalışmasına göre daha erken dönemde maruz kalmışlardır. Yüksek tuz stresi bitkilerde hücre bölünmesi ve uzamasını etkilemektedir. Bunun sonucu olarak da bitkilerde yaprak sayısında azalma meydana gelmektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011).

Tuz uygulamasının yapılmadığı bitkilerde Zn gübrelmesi yaprakçık sayısının artmasına neden olmuştur. Nitekim, (Çakmak ve Marschner, 1988) artan miktarlardaki çinko gübrelmesinin bitkilerde karbonhidrat ve protein sentezinde görev alan çok sayıdaki enzimi aktivasyonunda etkili olması ve toksik oksijen radikallerinin az üretilmesinde ya da yok edilmesinde görev almasından dolayı bitkilerde vejetatif gelişmeyi arttırıcı etkide bulunduğunu ifade etmiştir.

Tuz dozları ayrı ayrı incelendiğinde; tuz uygulaması yapılmayan bitkilerde 2.5, 5 ve 10 mg kg⁻¹ Zn gübrelmesi yaprakçık sayısında artışlar meydana getirmiştir. Bunun yanında 50 ve 200 mM NaCl uygulamalarında 2.5 ve 10 mg kg⁻¹ Zn gübrelmesi, Zn verilmeyen bitkilere göre yaprakçık sayısında artışa neden olurken, 100 mM NaCl dozunda ise 2.5 mg kg⁻¹ Zn hariç diğer Zn dozlarında belirlenen bitkide yaprakçık sayısı aynı olmuştur. Nitekim Yağmur ve Aydın (2013), topraktan (0, 10, 20, 30 mg Zn kg⁻¹) ve yapraktan (0, %0.10, %0.20, %0.30) uygulanan çinko gübrelmesinin (ZnSO₄.7H₂O)) marulda bitki gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmada; bitkide yaprak sayısının toprak uygulamalarında en yüksek 20 mg Zn kg⁻¹ dozundan (36 adet/bitki); yaprak uygulamalarında ise en yüksek %0.20 dozundan (36.67 adet/bitki) elde edildiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Yaprakçık Sayısı (adet/bitki) Ortalama Değerleri

	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
NaCl Dozu (mM)	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	11.00 ± 1.15	12.67 ± 0.67	11.89 ± 1.06	12.00 ± 0.58	11.89 ± 0.42 A
25	9.33 ± 0.33	8.89 ± 0.11	8.44 ± 0.99	8.33 ± 0.33	8.75 ± 0.26 B
50	6.78 ± 0.40	7.67 ± 0.88	6.33 ± 0.33	7.00 ± 0.58	6.94 ± 0.29 C
100	5.67 ± 0.33	5.33 ± 0.67	5.67 ± 0.33	5.67 ± 0.88	5.58 ± 0.26 D
200	5.00 ± 1.00	5.67 ± 0.33	5.00 ± 0.58	5.33 ± 0.33	5.25 ± 0.28 D
Çinko Dozu Genel (n=15)	7.56±0.67	8.04±0.74	7.47±0.72	7.67±0.68	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.539				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.932					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır (p<0.05)

4.3 Toprak Üstü Yaş Ağırlık

Yapılan varyans analizi sonucunda, toprak üstü yaş ağırlık bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli (p<0.001) farklılık bulunmuşken, çinko dozları arasında istatistiki olarak fark bulunmamış (p>0.05), tuz x çinko interaksyonu da istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.3 incelendiğinde görüldüğü üzere tuz stresi börülcede toprak üstü yaş ağırlığın azalmasına neden olmuştur. Tuzluluk bitkide su alımını azalttığından ve toksik etki yaptığından (Çulha ve Çakırlar, 2011) yüksek tuz dozları toprak üstü yaş ağırlığı azaltmıştır. Araştırmada çinko dozlarının ortalaması olarak en yüksek toprak üstü yaş ağırlık (10.5 g/bitki) tuz uygulamasının yapılmadığı kontrol grubunda yer alan bitkilerde belirlenmiştir. Çinko dozlarını ortalaması olarak toprak üstü yaş ağırlıkta istatistiki olarak ilk önemli azalış 25 mM tuz dozunda (7.76 g/bitki) gerçekleşirken, tuz dozları arttıkça toprak üstü yaş ağırlık da önemli düzeyde azalmaya devam etmiştir. Araştırmada en düşük toprak üstü yaş ağırlık 200 mM tuz dozunda (1.63 g/bitki) belirlenmekle birlikte 100 ve 200 mM tuz dozlarında belirlenen toprak üstü yaş ağırlık değerleri arasında

istatistiki olarak farklılık bulunmamaktadır. Altun (2019), börülcede (Ülkem ve Karagöz) tuz stresinin (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 ve 200 mM NaCl) etkilerini araştırdığı çalışmasında, artan tuz dozlarının toprak üstü yaş ağırlığını azalttığını ve istatistiki olarak ilk önemli azalmanın 75 mM dozunda gerçekleştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda toprak üstü yaş ağırlıktaki ilk önemli azalışın Altun (2019)'un belirlediği dozdan (75 mM NaCl) daha düşük dozda (25 mM NaCl) ortaya çıkması muhtemelen bitkilerin tuz stresine maruz kaldığı gelişme dönemindeki farklılıktan kaynaklanmıştır. Nitekim Altun (2019), tuz stresini bitkilerin 4. gerçek yaprakların görüldüğü gelişme döneminde uygulamışken, araştırmamızda 2. gerçek yaprak (ilk bileşik yaprak) görüldüğü gelişme döneminde uygulanmıştır. Başka bir deyişle araştırmamızda bitkiler tuz stresine Altun (2019)'un çalışmasına göre daha erken dönemde maruz kalmışlardır.

Tuz uygulamasının yapılmadığı bitkilere Zn gübrelemesi yapıldığında toprak üstü yaş ağırlıkta artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.3). Bu durum muhtemelen Zn'nun bitki gelişimini teşvik etmesinden kaynaklanmıştır. Nitekim Erdem (2011), çinko dozlarının (0 ve 3 kg ZnSO₄.7H₂O) mısırdaki (10 farklı çeşit) verim ve kaliteye etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; Zn gübrelemesinin bitkilerde silaj verimini arttırdığını ve çeşitlerin ortalaması ele alınarak çinko gübrelemesinin silaj verimini 9.0 ton da⁻¹ 'dan 10.2 ton da⁻¹ 'a çıktığını bildirmiştir. Bitkiler tuz stresine maruz kaldıklarında, tuz ve Zn dozuna bağlı olarak toprak üstü yaş ağırlıktaki artış ve azalışlar ortaya çıkmıştır. Özellikle yüksek tuz stresi yaşayan bitkilerde (100 ve 200 mM dozlarında), 5 ve 10 mg kg⁻¹ Zn gübrelemesinin, Zn gübrelemesi yapılmayan ve 2.5 mg kg⁻¹ Zn gübrelemesi yapılan bitkilere göre toprak üstü yaş ağırlığı bir miktar artırdığı belirlenmiştir. Söz konusu artış istatistiki olarak önemli bulunmasa da bu durum muhtemelen Zn'nun tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmasından kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.3 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülçede (*Vigna unguiculata* L.) Toprak Üstü Yaş Ağırlık (gr/bitki) Ortalama Değerleri

	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
NaCl Dozu (mM)	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	9.93 ± 0.76	11.6 ± 0.86	10.12 ± 0.64	11.07 ± 0.61	10.5 ± 1.21A
25	9.13 ± 0.69	8.79 ± 0.50	6.69 ± 1.53	6.42 ± 1.48	7.76 ± 2.12 B
50	6.10 ± 0.44	5.93 ± 0.92	3.22 ± 0.93	5.94 ± 1.75	5.30 ± 2.07 C
100	1.97 ± 0.09	1.86 ± 0.12	2.39 ± 0.20	2.84 ± 0.93	2.27 ± 0.82 D
200	1.49 ± 0.17	1.26 ± 0.20	1.72 ± 0.53	2.05 ± 0.34	1.63 ± 0.59 D
Çinko Dozu Genel (n=15)	5.72 ± 0.96	5.80 ± 1.05	4.83 ± 0.91	5.66 ± 0.96	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.228				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.254					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır ($p < 0.05$)

4.4 Toprak Üstü Kuru Ağırlık

Yapılan varyans analizi sonucunda, toprak üstü kuru ağırlık bakımından tuz dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($p < 0.001$) bulunmuşken, çinko dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuş, tuz x çinko arasındaki interaksiyon da istatistiki olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.4 incelendiğinde gözlemlendiği üzere artan tuz dozları börülçenin toprak üstü kuru ağırlıklarında azalmalara neden olmuştur. Tuz stresinin bitki gelişimini geriletliği ve bitkilerde biyomas (yeşil bitkilerin fotosentez yolu ile güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürüp depolaması sonucunda ortaya çıkan biyolojik kütle ve buna bağlı organik madde kaynaklarıdır) üretimini sınırlandırdığı belirtilmiştir (Karakullukçu, 2008). Araştırmada çinko dozlarının ortalaması olarak en yüksek toprak üstü kuru ağırlık (1.13 g/bitki) tuz uygulamasının yapılmadığı kontrol grubunda gerçekleşmiştir. Toprak üstü kuru ağırlıkta ilk önemli azalış 25 mM tuz dozunda (0.65 g/bitki) gerçekleşirken; artan tuz dozları toprak üstü kuru ağırlığı önemli düzeyde azaltmaya devam etmiştir. Araştırmada en düşük toprak üstü kuru ağırlık 0.28 g/bitki ile 200 mM tuz dozunda

gerçekleşirken; 100 ve 200 mM tuz dozları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamaktadır. Altun (2019), tuz stresinin (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 mM NaCl) b r lcede etkilerini araştırdığı çalışmasında, artan tuz dozlarının bitkilerde toprak üstü kuru ağırlığı azalttığını, kontrol grubu (0 mM NaCl) en yüksek toprak üstü kuru ağırlığa sahipken; bu grupla karşılaştırıldığında 75 mM ve üzeri tuz dozlarının toprak üstü kuru ağırlığı önemli derecede azalttığını ifade etmiştir. Çalışmamızda toprak üstü kuru ağırlıktaki ilk önemli azalışın Altun (2019)' un belirlediği dozdan (75 mM NaCl) daha düşük dozda (25 mM NaCl) gerçekleşmesi muhtemelen bitkilerin tuz stresine maruz kaldığı gelişme dönemlerinin farklılığından kaynaklanmıştır.

Tuz stresi yaşamayan bitkiler incelendiğinde Zn gübrelemesinin bitkilerde toprak üstü kuru ağırlıkta artış meydana getirdiği görülmektedir (izelge 4.4). Nitekim, (akmak ve Marschner, 1988) artan miktarlardaki çinko gübrelemesinin bitkilerde karbonhidrat ve protein sentezinde görev alan çok sayıdaki enzimi aktivasyonunda etkili olması ve toksik oksijen radikallerinin az üretilmesinde ya da yok edilmesinde görev almasından dolayı bitkilerde vejetatif gelişmeyi arttırıcı etkide bulunduğunu ifade etmiştir. Bitkilerin vejetatif aksamalarında meydana gelen herhangi bir artış doğrusal olarak toprak üstü kuru ağırlığı da arttırmaktadır. Öztürk ve ark., (1999) ekmeclik buğdayda Zn gübrelemesi ile kuru madde verimlerinde önemli artışların olduğunu bildirmiştir. Tuz stresi yaşayan bitkilerde ise tuz stresinin dozuna ve Zn gübre miktarına göre toprak üstü kuru ağırlıkta artış ve azalışlar meydana gelmiş, özellikle yüksek tuz dozlarında (100 ve 200 mM NaCl) Zn gübrelemesi toprak üstü kuru ağırlıkta arttırıcı etki yapmıştır. (izelge 4.4) Bu durum tuz stresine karşı Zn' un olumsuz etkilerini azaltmasından kaynaklanmıştır. Torun ve ark., (2019) 4 farklı NaCl dozu (%0, 0.5, 1.0 ve 1.5) ve 3 farklı çinko dozunun (0, 5 ve 10 mg Zn kg⁻¹) makarnalık buğdayda (Kundurulu-1149), etkilerini araştırdıkları çalışmada; en yüksek kuru madde veriminin 5 mg Zn kg⁻¹ ve tuzun uygulanmadığı bitkilerden elde edilirken (0.64 g/bitki), en düşük kuru madde veriminin ise 5 mg Zn kg⁻¹ ve %1.5 NaCl tuz uygulamasından (0.16 g/bitki) elde edildiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.4 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Toprak Üstü Kuru Ağırlık (gr/bitki) Ortalama Değerleri

	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
NaCl Dozu (mM)	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	0.99±0.06	1.15±0.05	1.21±0.11	1.16±0.05	1.13±0.13A
25	0.64±0.02	0.74±0.05	0.56±0.07	0.64±0.20	0.65±0.18B
50	0.55±0.05	0.54±0.07	0.24±0.06	0.53±0.05	0.47±0.16C
100	0.25±0.07	0.34±0.09	0.35±0.02	0.38±0.16	0.33±0.15CD
200	0.27±0.03	0.29±0.03	0.26±0.02	0.30±0.01	0.28±0.04D
Çinko Dozu Genel (n=15)	0.54±0.58	0.61±0.09	0.52±0.10	0.60±0.09	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.200				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.299					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır ($p<0.05$)

4.5 Kök Uzunluğu

Kök uzunluğu bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli ($p<0.005$) farklılık bulunmuşken, çinko dozları arasında istatistiki olarak fark bulunmamış ($p>0.05$), tuz x çinko interaksyonu da istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Tuz stresi börülcede kök uzunluğunun azalmasına neden olmuştur. Zn dozlarının ortalaması olarak en uzun kök uzunluğu (32 cm) kontrol grubunda gözlemlenirken, en kısa kök uzunluğu (21.15 cm) 100 mM tuz dozunda gerçekleşmiştir. Ayrıca 25, 50 ve 200 mM tuz dozları arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır. Benzer bir çalışma; Önal Aşçı ve Üney (2016), farklı tuz yoğunluklarının (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275 ve 300 mM) macar figinde (Ege Beyazı-79) bitki gelişimine etkilerini araştırdıkları çalışmada; kök uzunluğunun tuzsuz koşullarda yetiştirilen bitkilerle kıyaslandığında, 25 mM NaCl doz uygulamasının kök uzunluğunu arttırdığını bu dozdan sonra ise genellikle azalttığını bildirmiştir. Tuz ve Zn dozları birlikte değerlendirildiğinde, kök uzunluğunun tuz ve Zn dozuna bağlı olarak değiştiği ancak bu değişimin istatistiki olarak farksız olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.5). Bununla birlikte

100 mM tuz stresine maruz kalan bitkilerde 5 ve 10 mg kg⁻¹ Zn gübrelmesi, 200 mM tuz stresine maruz kalan bitkilerde ise 10 mg kg⁻¹ Zn gübrelmesi, kök uzunluğunu olumlu yönde etkilemiştir. Bu durum uygun dozda yapılacak Zn lu gübreleme ile tuz stresinin kök gelişimine olan olumsuz etkisinin ortadan kaldırılabilceğini göstermektedir. Taban ve Alparslan (1996), çinkonun az bulunduğu topraklarda çimlenmenin ve kök gelişiminin zayıf olduğunu bildirmişlerdir. Atılgan ve ark., (2008) 5 farklı tritikale çeşidinde (Karma 2000, Melez 2001, MİKHAM 2002, Tatlıcak 97, Presto 2000) çinko gübrelmesinin (0 ve 5 mg Zn/kg) fide gelişimi ve kök büyümesine etkilerini araştırdıkları çalışmada, kök uzunluğunun çinkonun 5 mg dozu ile Karma 2000'de (%8), MİKHAM 2002 'de ise (%27.8)'lik artışa sebep olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.5 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Kök Uzunluğu (cm) Ortalama Değerleri

	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
NaCl Dozu (mM)	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	32.22±3.58	36.44±5.17	26.67±0.58	32.67±5.10	32.00±7.02A
25	31.89±2.58	33.78±4.04	22.72±3.92	25.72±2.19	28.35±6.74AB
50	30.00±4.62	30.89±1.88	22.39±4.49	29.17±2.44	28.11±6.34AB
100	20.72±4.97	15.22±2.31	22.89±4.62	25.78±4.56	21.15±7.46B
200	28.56±5.15	24.39±1.91	27.56±2.02	28.28±2.70	27.19±5.07AB
Çinko Dozu Genel (n=15)	28.68± 1.97	28.14±2.39	24.44±1.45	28.32±1.52	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.228				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.254					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır (p<0.05)

4.6 Kök Yaş Ağırlığı (mg/bitki)

Yapılan varyans analizi sonucunda kök yaş ağırlığı (nodul yaş ağırlığı dahil) bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli (p<0.001) farklılık bulunurken,

Çinko dozları arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Tuz x çinko interaksyonu da istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Çizelge 4.6 incelendiğinde gözlemlendiği üzere tuz stresi börülcenin kök yaş ağırlığında azalmalara neden olmuştur. Çalışmada inko dozlarının ortalaması olarak en yüksek kök yaş ağırlığı kontrol grubunda (3122.64 mg/bitki) bulunurken, istatistiki olarak ilk önemli azalma 25 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerde (2376.11 mg/bitki) belirlenmiştir. Tuz dozlarının artması ile birlikte kök yaş ağırlığı da önemli düzeyde azalmaya devam etmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı 200 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerde (631.94 mg/bitki) görülmekle birlikte, 100 ve 200 mM tuz dozlarında gözlemlenen kök yaş ağırlıkları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır. Artan tuz stresi bitkilerde toksik etki ve kuraklık meydana getirmiştir

Altun (2019), brlcede (Karagöz ve lkem eşitleri) tuz stresinin (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 mM NaCl) etkilerini araştırdığı çalışmasında, artan tuz dozlarını kök yaş ağırlığını azalttığını, lkem çeşidinde 25 mM tuz uygulamasından sonra kök yaş ağırlığının azaldığını bildirmiştir. Yüksek tuz stresi bitkilerde hücre bölünmesini ve uzamasını etkileyerek, bitkilerin gövde ve köklerinde hücre sayısının azalmasına neden olur (Bursens ve ark., 2000). Bu etkilerin sonucu olarak ta bitkilerin gövde ve kök ağırlığında azalmalar meydana gelmektedir (ulha ve akırlar, 2011).

Tuz stresine maruz kalmayan bitkilere çinko gübrelemesi yapıldığında kök yaş ağırlığında artışlar meydana getirmiştir (izelge 4.6). Bu durma neden olarak çinkonun bitki gelişimini teşvik etmesi gösterilebilir. Welch ve ark., (1982) inkonun buğdayda kök hücre zarında iyon taşıma işlemlerinde önemli fonksiyonlarını olduğunu bildirmiştir. Bitkiler tuz stresine maruz kaldıklarında ise bitkilere çinko gübrelemesi yapılması artan tuz dozlarının kök yaş ağırlığını azaltmasını engelleyememiştir. Başka bir deyişle Zn dozları ayrı ayrı incelendiğinde, NaCl dozu arttığa kök yaş ağırlığının azaldığı görülmektedir. Ancak tuz dozları ayrı ayrı incelendiğinde 25 ve 50 mM tuz stresi yaşayan bitkilere 2.5 ve 10 mg kg⁻¹, 100 mM stresi yaşayan bitkilere 5 ve 10 mg kg⁻¹, 200 mM stresi yaşayan bitkilere 5 mg Zn kg⁻¹ gübrelemesi yapıldığında kök yaş ağırlıklarının arttığı anlaşılmaktadır (izelge 4.6). Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmasa da ($p>0.05$) bu durum çinkonun tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Aktaş ve ark., (2007) Zn eksikliği olan bitkilerin

sürgünlerindeki çok düşük Na konsantrasyonları, büyümede önemli azalmaya (örn., kök büyümesi) ve buna bağlı olarak sınırlı kök oluşumuna neden olabileceğini bildirmişlerdir. Bununla ilgili biber bitkisinde yaptıkları çalışmada; sulama suyunda (%0, %0.5 ve %1.5 mM NaCl) tuz dozunda, çinko dozlarının (0, 2, 10 mg kg⁻¹ Zn) bitki gelişimine etkilerini araştırdıkları çalışmada; yüksek çinko uygulamalarının, yüksek tuz uygulamalarında (%0.5 ve %1.5 NaCl) bitki köklerinde daha yüksek K/Na oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek K/Na oranı sıklıkla tuz stresi koşullarına yüksek toleransın iyi bir göstergesi olarak rapor edilir (Zhu, 2003; Munns ve ark., 2006).

Çizelge 4.6 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Kök Yaş Ağırlığı (nodul yaş ağırlığı dahil) Ortalama Değerleri (mg/bitki)

NaCl Dozu (mM)	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	2879.60±69.10	3066.97±155.12	2468.37±174.55	4075.62±163.86	3122.64±654.51A
25	2462.46±92.88	2817.93±478.26	2167.56±602.02	2056.50±389.17	2376.11±710.47B
50	2340.74±388.50	2478.78±360.54	1344.76±254.11	2545.76±626.13	2177.51±812.66B
100	1084.16±141.70	867.21±111.41	1172.56±82.05	1628.34±836.76	1188.07±698.04C
200	650.00±91.79	550.00±125.83	677.78±136.87	650.00±41.94	631.94±164.29C
Çinko Dozu Genel (n=15)	1883.39± 241.50	1956.18±298.44	1566.20 ±211.66	2191.24 ±357.20	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.51				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.197					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır (p<0.05)

4.7 Kök Kuru Ağırlığı (mg/bitki)

Yapılan varyans analizi sonucunda, börülcede kök kuru ağırlığı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli (p<0.001) farklılık bulunmuşken, çinko dozları arasında istatistiki olarak fark bulunmamış (p>0.05), tuz x çinko interaksyonu da istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.7 incelendiğinde gözlemlendiği üzere çinko dozlarının ortalaması olarak tuz stresi b r lceinin kök kuru ağırlığında azalmalara neden olmuştur. Kuru ağırlıkta meydana gelen bu azalış bitkinin yetiştirme ortamındaki ozmotik basıncın tuz uygulamasına bağılı olarak artmasıyla birlikte su yarıy lılığının azalması ve bitkinin iyon dengesindeki bozulmalarla açıklanabilir (Bernstein, 1963). Çalışmada en yüksek kök kuru ağırlığı kontrol grubunda (329.71 mg/bitki) bulunurken, istatistiki olarak ilk önemli azalma 25 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerde (201.52 mg/bitki) ikinci önemli azalma ise 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerde (97.29 mg/bitki) belirlenmiştir. En düşük kök kuru ağırlığı 200 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerde (88.89 mg/bitki) görülmekle birlikte, 100 ve 200 mM tuz dozlarında gözlemlenen kök kuru ağırlıkları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamaktadır. Bu durum çinko dozlarının bitkilerde artan tuz stresi karşısında, tuzun kök gelişimi üzerindeki olumsuz etkisini azaltmada yetersiz kalmasından kaynaklanıştır. Önal Aşcı ve  ney (2016), farklı tuz dozlarının (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275 ve 300 mM NaCl) macar fiğinde bitki gelişimine etkilerini araştırdıkları çalışmada; artan tuz dozlarının bitkide kök kuru ağırlığı azalttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.7'den anlaşılacağı üzere tuz dozları ayrı ayrı incelendiğinde, 0 ve 50 mM tuz dozlarında 10 mg kg⁻¹ Zn uygulaması, 25 mM tuz dozunda 2.5 mg kg⁻¹ Zn uygulaması, söz konusu tuz dozlarında Zn gübrelemesi yapılmayan bitkilere göre kök kuru ağırlığında artışlara neden olmuştur. Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmasa da bu durum Zn'nun aynı düzeyde tuz stresine maruz kalan bitkilerde tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca tuzsuz ortamda Zn uygulamasının kök gelişimini artırması, muhtemelen çinkonun bitkide birçok enzimin yapıtaşı olmasından ve bazı enzimleri de aktiveştirmesinde rol oynamasından kaynaklanmaktadır (Kacar ve Katkat, 2009). Çalışmamızla benzer olarak Atılgan ve ark., (2008) 5 farklı tritikale  eşidinde (Karma 2000, Melez 2001, MİKHAM 2002, Tatlıcak 97, Presto 2000)  inko gübrelemesinin (0 ve 5 mg Zn/kg) fide gelişimi ve kök büyümesine etkilerini araştırdıkları çalışmada, çinko uygulamalarının kök kuru maddesini arttırdığını bildirmişlerdir. Araştırmamızda diğer tuz tozlarında ise çinko gübrelemesi genellikle kök kuru ağırlığı azaltıcı etki yapmıştır.

Çizelge 4.7 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Kök Kuru Ağırlığı (nodul kuru ağırlığı dahil) Ortalama Değerleri (mg/bitki)

	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
NaCl Dozu (mM)	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	350.21±69.32	272.91±40.15	255.76±40.12	439.94±53.38	329.71±108.32A
25	194.60±14.73	277.93±14.63	177.88±44.45	155.67±24.25	201.52±62.97B
50	183.55±50.89	155.67±44.41	122.26±30.95	283.49±107.19	186.24±115.03B
100	127.87±11.09	77.84±5.59	105.59±5.54	77.84±20.02	97.29±28.28C
200	94.44±11.11	77.78±5.56	94.44±29.40	88.89±14.70	88.89±26.91C
Çinko Dozu Genel (n=15)	190.14± 27.89	172.43±25.95	151.19±20.2	209.17±42.16	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.149				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.066					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır (p<0.05)

4.8 Nodül Sayısı (adet/bitki)

Yapılan varyans analizi sonucunda, börülcede nodül sayısı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli (p<0.001) farklılık bulunmuşken, çinko dozları arasında istatistiki olarak fark bulunmamış (p>0.05), tuz x çinko interaksyonu da istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.8 incelendiğinde gözlemlendiği üzere tuz stresi börülcenin nodül sayısında azalmalara neden olmuştur. Çinko dozlarının ortalaması olarak en yüksek nodül sayısı kontrol grubunda (4.36 adet/bitki) bulunmuştur. Tuz dozlarının artması ile birlikte bitkide nodül sayısı da önemli düzeyde azalmaya devam etmiştir ve istatistiki olarak ilk önemli azalış 100 mM tuz dozunda gerçekleşirken (2.81 adet/bitki), 200 mM tuz uygulamasında ise bitkide nodül gelişiminin olmadığı belirlenmiştir. Önal Aşçı ve Altun (2021), tuz stresinin börülcede nodül sayısını azalttığını, ilk önemli azalışın 25 mM NaCl dozunda meydana geldiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızla benzer olarak Sarıoğlu ve Kaya (2021), kontrol, tuzlu stresi (100 mM NaCl), bor toksisitesi (2 mM B) ve ikisinin ortak

kullanıldığı stres koşulları (100mM NaCl+2mM B) altında yetiştirilen soya bitkisine bakteri ve melatonin (MT) uygulamalarının toprakta mikrobiyal aktiviteye etkilerini araştırdıkları çalışmada; tuz ve bor stres koşullarının bitkide nodül sayısını olumsuz etkilediğini, en yüksek nodül değerlerinin ise kontrol grubunda olduğu belirtilmiştir. Benzer bir şekilde Singleton ve Bohlool (1984), soya bitkisinde yaptıkları çalışma sonucunda artan tuz konsantrasyonlarının bitkide nodül sayısını azalttığını bildirmişlerdir. Gülle (2005), tuz stresi altındaki (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) soya bitkisine farklı bakteri suşlarının (1809, 11, 54, 543 ve 649) besin elementi üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada; artan tuz dozlarının bitkide nodül sayısını azalttığını, en yüksek nodül sayısının 0 ve 50 mM tuz uygulamalarından elde edildiğini bildirmiştir. İlk önemli azalışın ise tuzun 150 mM dozundan (3.72 adet/bitki) elde edildiğini ifade etmiştir.

Tuz dozları ayrı ayrı incelendiğinde, tuz stresi yaşamayan bitkilerde (0 mM NaCl dozuna) 2.5 ve 10 mg kg⁻¹ Zn gübrelemesinin, 25 mM dozuna 5.0 mg kg⁻¹, 50 mM dozunda ise 2.5 mg kg⁻¹ Zn gübrelemesinin bitkide nodül sayısını arttırdığı görülmektedir (Çizelge 4.8). Fakat 100 mM NaCl dozunda çinko gübrelemesi yapılan bitkilerde çinko gübrelemesi yapılmayan bitkilere göre daha az sayıda nodül oluşmuştur. 200 mM tuz dozuna ise Zn gübrelemesinin bütün dozlarında nodül gelişiminin olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.8). Akalın Koca (2019), çinko uygulamasının (0 ve 2.5 kg çinko sülfat) nohutta (Akçin-91, Canitez-87, Aydın92, Damla-89, Gökçe-97, Er-99, ILC-195, Sarı-98, Uzunlu-99, Küsmen-99) yaptığı çalışmada; tanede çinko içeriğinin ve verim öğelerine etkisini araştırdığı 2 yıllık çalışmada; çinko gübrelemesinin bitkide nodül sayısını arttırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.8 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Nodül Sayısı (adet/bitki) Ortalama Değerleri

NaCl Dozu (mM)	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	3.89±1.22	6.11±1.64	2.44±0.48	5.00±1.15	4.36±0.65A
25	3.00±0.19	2.56±0.62	3.67±2.04	2.00±0.51	2.81±0.50AB
50	4.56±1.64	5.22±1.25	1.22±0.56	2.89±0.22	3.47±0.65AB
100	3.89±1.22	1.22±0.68	1.78±0.91	2.00±1.00	2.22±0.51B
200	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00C
Çinko Dozu Genel (n=15)	3.07± 0.59	3.02±0.73	1.82±0.51	2.38±0.51	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.115				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.157					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır ($p<0.05$)

4.9 Aktif Nodül Sayısı (adet/bitki)

Yapılan varyans analizi sonucunda, börülcede aktif nodül sayısı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli ($p<0.001$) farklılık bulunmuşken, çinko dozları arasında istatistiki olarak fark bulunmamış ($p>0.05$), tuz x çinko interaksiyonu da istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.9 incelendiğinde gözlemlendiği üzere tuz stresi börülcenin aktif nodül sayısında azalmalara neden olmuştur. Çinko dozlarının ortalaması olarak en yüksek aktif nodül sayısı kontrol grubunda (1.31 adet/bitki) bulunurken, ilk önemli azalış 25 mM tuz dozunda (0.25 adet/bitki) gerçekleşmiş, 50 mM ve üzeri tuz dozlarında ise bitkide aktif nodül olmadığı belirlenmiştir. Bu durum tuz stresinin nodul oluşumunu azaltması ve engellemesinden kaynaklanmaktadır. Nitekim 200 mM tuz uygulamasına çinko gübrelemesinin bütün uygulamalarında nodul oluşmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Singleton ve Bohlool (1984), Soyada *Rhizobium* inokulantından 2 saat önce tuz stresine maruz bırakılan soyada tuz stresinin nitrogenaz enzim aktivitesini ve nodul gelişimini olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Cordovilla ve ark., (1999) baklada tuza toleranslı

Rhizobium leguminosarum şuşu ile aşılamaadan hemen sonra uygulanan farklı tuz stresinin nodularda pembe rengin kaybolmasına (leghemoglobin içeriği) ve inaktif hale dönüşmesine neden olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.9 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Aktif Nodül Sayısı (adet/bitki) Ortalama Değerleri

	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
NaCl Dozu (mM)	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	1.22±0.68	2.33±0.51	0.11±0.11	1.56±0.97	1.31±0.37A
25	0.33±0.19	0.22±0.22	0.00±0.00	0.44±0.44	0.25±0.12B
50	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00C
100	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00C
200	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00C
Çinko Dozu Genel (n=15)	0.31± 0.17	0.51±0.26	0.02±0.02	0.40±0.24	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.098				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.101					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır (p<0.05)

4.10 Nodül Yaş Ağırlığı (mg/bitki)

Yapılan varyans analizi sonucunda, börülcede nodül yaş ağırlığı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli (p<0.005) farklılık bulunmuşken, çinko dozları arasında istatistiki olarak fark bulunmamış (p>0.05), tuz x çinko interaksyonu da istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.10 incelendiğinde gözlemlendiği üzere tuz stresi börülcenin nodül yaş ağırlığında azalmalara neden olmuştur. Çalışmada çinko dozlarının ortalaması olarak en yüksek nodül yaş ağırlığı kontrol grubunda (4.58 mg/bitki) bulunurken, ilk önemli azalış 25 mM tuz dozunda (1.11 mg/bitki) gerçekleşmiştir. Tuz dozlarının artması ile birlikte bitkide nodül yaş ağırlığı da önemli düzeyde azalmaya devam etmiştir. Araştırmamızda 200 mM tuz uygulamasında nodul gelişimi olmadığından (Çizelge 4.8), nodül ağırlığı da bulunmamaktadır (Çizelge 4.10). Çalışmamızda tuz stresi attıkça hem nodül sayısının

hem de aktif nodul sayısının azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8 ve 4.9). Gülle (2005), tuz stresi altındaki (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) soya bitkisine farklı bakteri suşlarının (1809, 11, 54, 543 ve 649) besin elementi üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada; artan tuz dozlarının bitkide nodül ağırlığını azalttığını belirtmiştir.

Tuz uygulamaları ayrı ayrı değerlendirildiğinde, Zn gübrelemesinin sadece tuz stresi yaşamayan bitkilerde, 2.5 ve 10 mg kg⁻¹ dozlarında nodül yaş ağırlığında artışa neden olduğu anlaşılmaktadır. Diğer tuz dozlarında ise Zn uygulaması, Zn uygulanmayan bitkilerdeki nodul yaş ağırlığına göre daha düşük nodül yaş ağırlığına sebep olmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Nodül Yaş Ağırlığı (mg/bitki) Ortalama Değerleri

	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
NaCl Dozu (mM)	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	1.82±0.66	5.86±0.76	1.70±0.64	8.96±8.96	4.58±5.91A
25	1.34±0.42	1.27±0.62	0.89±0.11	0.94±0.94	1.11±0.63B
50	1.86±0.47	1.00±0.34	0.31±0.19	1.31±1.31	1.12±0.78B
100	0.82±0.22	0.54±0.51	0.33±0.21	0.57±0.57	0.57±0.54B
200	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00B
Çinko Dozu Genel (n=15)	1.17± 0.24	1.73±0.60	0.65±0.20	2.36±1.44	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.344				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.418					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır (p<0.05)

4.11 Nodül Kuru Ağırlığı (mg/bitki)

Yapılan varyans analizi sonucunda, börülcede nodül kuru ağırlığı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli (p<0.001) farklılık bulunmuşken, çinko dozları arasında istatistiki olarak fark bulunmamış (p>0.05), tuz x çinko interaksyonu da istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.11 incelendiğinde gözlemlendiği üzere çinko dozlarının ortalaması olarak tuz stresi börülcenin nodül kuru ağırlığında azalmalara neden olmuştur. Çalışmada en yüksek nodül kuru ağırlığı kontrol grubunda (0.54 mg/bitki) bulunurken, istatistiki olarak ilk önemli azalış 25 mM tuz dozunda (0.13 mg/bitki) gerçekleşmiştir. Tuz dozlarının artması bitkide nodül kuru ağırlığı azaltırken 25, 50 ve 100 mM tuz dozlarında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır. Nodül gelişiminin olmadığı 200 mM dozunda (Çizelge 4.8) doğal olarak nodul ağırlığı da belirlenememiştir. Çalışmamızda tuz stresi arttıkça hem nodul sayısının hem de aktif nodul sayısının azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8 ve 4.9). Her iki durum da nodul kuru ağırlığının azalmasını etkileyen unsurlardır. Çalışmamıza benzer olarak Şen (2018), toprak tuzluluğunun (0.00, 1.98, 3.35, 5.10 g NaCl/saksı) değişik *Rhizobium plaseoli* (Ciat 899, F 7 ve F 83) bakterileri ile aşılana fasülyede yüksek tuz konsantrasyonlarının nodül kuru ağırlığını azalttığını belirtmiştir. Tuz uygulamaları ayrı ayrı incelendiğinde Zn gübrelemesinin sadece tuz stresine maruz kalmayan bitkilerde (0 mM NaCl dozunda) nodül kuru ağırlığında artışa neden olduğu anlaşılmaktadır. Tuz stresi koşullarında ise Zn gübrelemesi nodul kuru ağırlığını olumsuz etkilemiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Nodül Kuru Ağırlığı (mg/bitki) Ortalama Değerleri

NaCl Dozu (mM)	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	0.21±0.08	0.69±0.09	0.20±0.07	1.06±0.78	0.54±0.70A
25	0.16±0.05	0.15±0.07	0.10±0.01	0.11±0.03	0.13±0.07B
50	0.22±0.05	0.12±0.04	0.04±0.02	0.15±0.04	0.13±0.09B
100	0.10±0.03	0.06±0.06	0.04±0.03	0.07±0.04	0.07±0.06B
200	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00C
Çinko Dozu Genel (n=15)	0.14 ± 0.03	0.20 ± 0.07	0.08 ± 0.02	0.28 ± 0.17	
NaCl Dozu: 0.000					
P	Çinko Dozu: 0.344				
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.418					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır ($p<0.05$)

4.12 SPAD Değeri

Yapılan varyans analizi sonucunda, börülcede SPAD değeri bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli ($p<0.001$) farklılık bulunmuşken, çinko dozları arasında da istatistiki olarak fark bulunmuş ($p<0.05$), tuz x çinko interaksyonu ise istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Bilindiği üzere SPAD değeri bitkideki toplam klorofil miktar hakkında bilgi vermektedir. Çizelge 4.12 incelendiğinde gözlemlendiği üzere çinko dozlarının ortalaması olarak tuz stresi börülcenin SPAD değerinde azalmalara neden olmuştur. Çalışmada en yüksek SPAD değeri kontrol grubunda (41.88) bulunurken, istatistiki olarak ilk önemli azalış 50 mM tuz dozunda (30.47) gerçekleşmiştir. Tuz dozlarının artması ile birlikte börülce de SPAD değeri de önemli düzeyde azalmaya devam etmiştir. En düşük SPAD değeri (20.85) 100 mM tuz dozunda gerçekleşirken, 100 ve 200 mM tuz dozları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır. Önal Aşçı ve Zambı (2020), tuz stresinin (0, 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM NaCl) yem bezelyesinde (Töre, Turnasuyu Gölyazı, Ürünlü, Özkaynak, Çaybaşı) klorofil ve mineral içeriğine etkilerini araştırdığı

çalışmada; tuz stresinin bitkinin klorofil içeriğini azalttığını belirtmişlerdir. Çalışmamızdan farklı olarak Önal Aşçı ve ark., (2021) börülcenin Ülkem çeşidinde tuz stresinin toplam klorofil içeriğine etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğunu ancak klorofil a konsantrasyonunun azaldığını bildirmişlerdir.

Tuz dozları ayrı ayrı incelendiğinde, tuz uygulanmayan bitkilerde, 2.5 ve 10 mg kg⁻¹ Zn gübrelmesi yapıldığında klorofil miktarında artışlar meydana gelmiştir. Zn klorofillerin yapısında bulunduğundan, çinko eksikliği bulunan topraklarda gübreleme yapıldığında klorofil miktarının artması beklenen bir durumdur. Yanısıra 25 ve 50 mM NaCl dozlarında 2.5 mg kg⁻¹ Zn gübrelmesi, Zn verilemeyen bitkilere göre SPAD değerinde artışa neden olmuşken, 100 ve 200 mM NaCl dozlarında ise 2.5, 5 ve 10 mg kg⁻¹ Zn gübrelmesi, Zn verilemeyen bitkilere göre SPAD değerini artırmıştır (Çizelge 4.12). Bununla ilgili (Parker ve ark., 1992; Bailey ve ark., 2002) fotosentez sırasında kloroplastlardaki hasarlı proteinlerin çinko tarafından onarılarak tuzun olumsuz etkilerinin azaltılabildiğini ve bunun sonucu olarak ta bitkilerde klorofil içeriğinin çinko uygulamaları ile arttığını bildirmişlerdir. Torun ve ark., (2019) tuz (%0, 0.5, 1.0 ve 1.5) ve çinko (0, 5 ve 10 mg Zn kg⁻¹) dozlarının makarnalık buğdayda etkilerini araştırdıkları çalışmada; SPAD değerlerinin Zn uygulamaları (Zn0, Zn5 ve Zn10) ile arttığını bildirmişlerdir. Tuz uygulamalarının bitkide SPAD değerini azalttığını fakat bu azalmanın çinko dozunun yüksekliğine göre değişiklik gösterdiğini, artan çinko (Zn 10 mg Zn kg⁻¹) ve NaCl %0, 0.5, 1.0 ve 1.5 uygulamalarında SPAD değerinin sırasıyla 42, 38, 24 ve 18 olduğunu belirtmişlerdir.

Tuz dozlarının ortalaması olarak Zn gübrelmesinin SPAD değerine etkisi incelendiğinde, Zn dozu 2.5 mg kg⁻¹'den 5 mg kg⁻¹'e yükseldiğinde SPAD değerinin istatistiki olarak önemli düzeyde azaldığı, diğer dozlar arasında istatistiki olarak farklılık olmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum bütün tuz dozlarına 2.5 mg kg⁻¹ Zn gübrelmesinin SPAD değerini artırmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim çinkonun klorofil oluşumunda görev yaptığı bildirilmektedir (Yağmur ve ark., 2002).

Çizelge 4.12 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) SPAD Değeri Ortalama Değerleri

	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
NaCl Dozu (mM)	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	41.24±2.38	42.87±0.51	40.32±0.88	43.10±2.99	41.88±3.16A
25	41.78±1.26	44.53±0.51	31.36±8.10	37.96±4.20	38.91±8.54A
50	33.90±2.67	37.86±3.77	20.18±4.82	29.95±5.38	30.47±9.34B
100	17.35±0.75	20.22±1.82	20.42±2.62	25.42±3.16	20.85±4.53C
200	20.41±1.51	22.73±1.19	20.87±0.48	21.93±1.93	21.48±2.25C
Çinko Dozu Genel (n=15)	30.39± 2.83ab	33.64±2.83a	26.63±2.72b	31.67±2.52ab	
NaCl Dozu: 0.000					
P					
Çinko Dozu: 0.010					
NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.167					

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır (p<0.05)

4.13 Zn Konsantrasyonu (mg Zn kg⁻¹)

Yapılan varyans analizi sonucunda, börülcede Zn oranı bakımından tuz dozları arasında ve çinko dozları istatistiki olarak önemli (p<0.001) farklılık bulunmuşken tuz x çinko interaksyonu istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.13 incelendiğinde gözlemlendiği üzere çinko dozlarının ortalaması olarak tuz stresi börülcenin Zn oranında azalmalara neden olmuştur. Çalışmada en yüksek Zn oranı kontrol grubunda (129.13 mg Zn kg⁻¹) bulunmuştur ve istatistiki olarak ilk önemli azalış 200 mM tuz dozunda (97.08 mg Zn kg⁻¹) gerçekleşmiştir.

Tuz dozlarının ortalaması olarak Zn gübrelemesinin bitkinin Zn içeriğine etkisi incelendiğinde, tuz stresi yaşamayan bitkilerde (0 mM NaCl dozunda), Zn uygulamasının dozu arttıkça bitkinin Zn içeriği de artmıştır. Çalışmamızla paralel olarak Erdem (2011), çinko gübrelemesinin (0 ve 3 kg ZnSO₄.7H₂O) silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalitesine etkilerini araştırdığı çalışmada; çinko uygulamasının bitkilerin yeşil aksamalarında Zn konsantrasyonunu arttırdığını bildirmiştir. Tuz stresine maruz kalan

bitkilerde ise, tuz stresinin dozuna göre bitkinin Zn içeriği değişiklik göstermiştir. 25 mM NaCl dozunda toprağa 2.5, 5 ve 10 mg Zn kg⁻¹ ilavesi bitkinin Zn içeriğini artırırken, 50 ve 100 mM NaCl dozlarında 5 ve 10 mg Zn kg⁻¹, 200 mM tuz dozunda ise sadece 10 mg Zn kg⁻¹ ilavesi bitkinin Zn içeriğinde artış sağlamıştır (Çizelge 4.13). Torun ve ark., (2019) tuz (%0, 0.5, 1.0 ve 1.5) ve çinko (0, 5 ve 10 mg/kg Zn) dozlarının makarnalık buğdayda etkilerini araştırdıkları çalışmada; buğdayda çinko oranının artan tuz dozları ile birlikte azaldığını fakat Zn uygulamaları ile bu oranın artış gösterdiğini bildirmişlerdir. En düşük Zn oranının tuzun (%1.5) ve çinkonun (0) olduğu dozdan elde edildiğini, en yüksek Zn oranı ise (117.8 mg/kg) tuz oranının (0), çinkonun ise (10 mg/kg Zn) dozunda gerçekteğini belirtmişlerdir. Alpaslan ve ark., (1999) tuzlu ortam şartlarında çinko gübrelmesinin Na iyonunun bitkilerdeki olumsuz etkilerini azaltarak bitkileri tuzluluğa karşı koruduğunu bildirmiştir.

Tuz dozlarının ortalaması olarak artan çinko dozları bitkide çinko oranında giderek artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.13). Çalışmada en yüksek çinko oranı ve istatistiki olarak ilk önemli artış 10 mg Zn kg⁻¹ çinko dozunda (138.85 mg Zn kg⁻¹) gerçekteşirken, en düşük çinko oranı ise çinkonun hiç uygulanmadığı 0 dozunda (104.77 mg Zn kg⁻¹) gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.13 Farklı Tuz ve Çinko Dozlarının Uygulandığı Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Çinko Dozu (mg Zn kg⁻¹) Ortalama Değerleri

NaCl Dozu (mM)	Çinko Dozu (mg Zn kg ⁻¹)				NaCl Dozu
	0.0 (n=3)	2.5 (n=3)	5.0 (n=3)	10.0 (n=3)	Genel (n=12)
	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata	Ort. ± Std. Hata
0	108.67±14.61	120.43±1.87	128.33±4.98	159.10±13.15	129.13±24.62A
25	101.17±7.28	117.20±6.78	129.37±8.43	130.77±6.97	119.63±16.54A
50	117.00±6.36	110.83±9.00	131.63±6.14	152.10±17.20	127.89±22.88A
100	96.93±2.16	97.93±4.71	136.47±17.22	135.83±20.04	116.79±28.36AB
200	100.07±14.17	88.57±6.73	83.23±2.60	116.43±8.23	97.08±18.75B
Çinko Dozu Genel (n=15)	104.77± 4.29b	106.99±4.00b	121.81±6.29ab	138.85±6.69a	
	NaCl Dozu: 0.001				
P	Çinko Dozu: 0.000				
	NaCl Dozu×Çinko Dozu İnt.: 0.398				

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır (p<0.05)

Aynı satırda ortak küçük harfi olmayan ortalamalar arasında önemli fark vardır (p<0.05)

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan varyans analizi sonucu b r lcede bitki boyu bakımından tuz dozu x çinko dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

1. Artan tuz stresi b r lcede bitki boyunu azaltmıştır. Fakat ortamdaki çinko miktarının artması özellikle yüksek tuz konsantrasyonu (100 ve 200 mM NaCl) uygulanan bitkilerde bitki boyunu arttırmıştır.
2. Börülcede yaprakçık sayısına tuz dozlarının etkisi istatistiki olarak önemli; çinko dozlarının etkisi ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Araştırmada tuz stresi altındaki bitkilerde en fazla yaprakçık sayısı kontrol grubu bitkilerde gözlemlenirken, ilk önemli azalış 25 mM tuz uygulamasında gerçekleşmiştir. Tuz uygulaması yapılmayan bitkilerde ve yüksek tuz uygulamasında (200 mM) inkonun yüksek dozu (10 mg Zn kg⁻¹) yaprakçık sayısını arttırmıştır.
3. Artan tuz uygulamaları b r lcede toprak üstü yaşt ağırlığı azaltmıştır. Çalışmada en yüksek toprak üstü yaşt ağırlık kontrol grubu bitkilerde gözlemlenirken, istatistiki olarak ilk önemli azalma 25 mM tuz uygulamasında gerçekleşmiştir. Çinko gübrelemesi tuz uygulaması yapılmayan ve yüksek tuz uygulaması yapılan bitkilerde toprak üstü yaşt ağırlığı arttırmıştır. Çalışmada inko gübrelemesinin 5 ve 10 mg Zn kg⁻¹ dozu özellikle yüksek tuz stresine maruz kalan bitkilerde toprak üstü yaşt ağırlığı bir miktar arttırmıştır.
4. Tuz stresi börülcenin toprak üstü kuru ağırlığında azalmalara neden olurken istatistiki olarak ilk azalama 25 mM tuz dozunda gerçekleşmiştir. 100 ve 200 mM tuz dozları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır. Tuz stresi yaşamayan bitkilerde çinko toprak üstü kuru ağırlığı arttırmıştır.
5. Tuz stresi bitkide kök uzunluğunu azaltmıştır. En uzun kök uzunluğu kontrol grubunda belirlenirken, en kısa kök uzunluğu 100 mM NaCl uygulamasında belirlenmiştir. Yüksek dozlarda uygulanan Zn (10 mg Zn kg⁻¹) yüksek dozlardaki tuz stresine (200 mM NaCl) karşı kök uzunluğunu olumlu etkilemiştir.
6. Artan tuz stresi bitkide kök yaşt ağırlığını azaltmıştır. En yüksek kök yaşt ağırlığı kontrol grubunda belirlenirken, en d şuk kök yaşt ağırlığı 200 mM NaCl uygulamasından elde edilmiştir. Tuz dozları ayrı incelendiğinde çinkonun farklı dozları bitkide kök kuru ağırlığı arttırmıştır.

7. Artan tuz stresi brlcenin kök kuru ağırlığını azaltmıştır. Çalışmada en yüksek kök kuru ağırlığı kontrol grubunda bulunurken, istatistiki olarak ilk önemli azalma 25 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerde ikinci önemli azalma ise 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerde belirlenmiştir. Çinko gübrelemesinin yüksek dozları (10 mg Zn kg⁻¹) kontrol ve 50 mM NaCl uygulanan bitkilerde kök kuru ağırlığı arttırmıştır.
8. Yüksek tuz stresi bitkide nodül oluşumunu azaltmıştır. En fazla nodül sayısı kontrol grubu bitkilerde olurken 200 mM tuz stresinde nodül oluşumu gerçekleşmemiştir. Tuz dozları ayrı incelendiğinde çinkonun farklı dozları farklı tuzluluktaki bitkilerde (100 mM hariç) nodül oluşumunu olumlu etkilemiştir.
9. Brlcede artan tuz stresi aktif nodül oluşumunu azaltmıştır. En yüksek aktif nodül sayısı kontrol grubunda belirlenirken 50 mM ve üzeri tuz dozlarında aktif nodül bulunmamıştır. Çinko gübrelemesi tuzun yüksek dozlarında aktif nodül oluşumunu sağlayamamıştır.
10. Artan tuz dozları bitkide nodül yaş ağırlığını azaltmıştır. En yüksek değer kontrol grubu bitkilerden elde edilmiştir. Çinko gübrelemesi (2.5 ve 10 mg Zn kg⁻¹) tuz stresi yaşamayan bitkilerde nodül yaş ağırlığı arttırmıştır.
11. Artan tuz dozları bitkide nodül kuru ağırlığını azaltmıştır. İstatistiki olarak ilk azalma 25 mM tuz dozunda gerçekleşmiştir. Çinko gübrelemesi sadece tuzun uygulanmadığı durumlarda nodül kuru ağırlığı arttırmıştır.
12. Brlcede yüksek tuz dozları SPAD değerini düşürmüştür. En düşük SPAD değerini 100 mM tuz dozunda gerçekleşirken 100 ve 200 mM NaCl dozları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır. Yüksek tuz dozlarında (100 ve 200 mM) inkonun 2.5 ve 10 mg Zn kg⁻¹ dozu SPAD değerini arttırmıştır.
13. Artan tuz stresi brlcenin çinko oranını olumsuz etkilemiştir. Yüksek tuzluluk altındaki bitkilerde (200 mM NaCl) yüksek çinko gübrelemesi (5 ve 10 mg Zn kg⁻¹) bitkide Zn içeriğini arttırmıştır.

Bu çalışmada farklı tuz dozlarının brlcenin incelenen parametrelerini olumsuz etkilediği; çinkonun ise tuzun olumsuz etkisini engellemeye çalıştığı görülmüştür. Bu nedenle Zn eksikliği görülen tuzlu alanlarda, Zn gübrelemesinin tuzun bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yardımcı olabileceği düşünülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- Acar, İ. (2019). Yaprakdan ve topraktan uygulanan çinkonun soya fasulyesinin (*Glycine max.* L.) verim ve verim ögeleri üzerine etkileri. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Açıkgöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, C., Tan, A. & Uraz, D. (2005). Yem bitkileri üretimi ve sorunları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 503-518.
- Akalın Koca, M. (2019). Çinko uygulamasının nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tane çinko içeriğinin zenginleştirilmesi ve verim ögelerine etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Aktaş, H., Abak, K., Öztürk, L. & Çakmak, İ. (2007). The effect of zinc on growth and shoot concentrations of sodium and potassium in pepper plants under salinity stress. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 30(6), 407-412.
- Ali, Y., Aslam, Z., Hussain, F. & Shakur, A. (2004). Genotype and environmental interaction in cowpea (*Vigna Unguiculata* L) for yield and disease resistance. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 1(2), 119-123.
- Alpaslan M., İnal A., Güneş A., Çıkılı Y., Özcan H (1999). Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury in tomato (*Lycopersicum esculentum* (L.) Mill. cv. Lale) grown under salinity. *Turkish Journal of Botany*, 23(1), 1-6.
- Altun, M. (2019). Farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı börülce (*Vigna unguiculata* L.) çeşitlerinde bitki gelişimine etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Atılğan, NG. & Tolay, İ. (2008). Beş tritikale çeşidinde çinkonun bazı fide özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 65-74.
- Atıf, İ. (2000). Hatay koşullarında ikinci ürün olarak tane ve hasıl amacıyla yetiştirilebilecek börülce (*Vigna sinensis* L.) tiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Antakya.
- Ayan, İ., Mut, H., Basaran, U., Acar, Z. & Önal Asçı, Ö. (2012). Forage potential of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Turkish Journal of field crops*, 17(2), 135-138.
- Azkan, N. (1994). Yemeklik Tane Baklagiller. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları No: 40, Bursa
- Bailey, S., Thompson, E., Nixon, PJ., Horton, P., Mullineaux, CW., Robinson, C., Mann, NH. (2002). A critical role for the Var2 FtsH homologue of Arabidopsis thaliana in the photosystem II repair cycle in vivo. *Journal of Biological Chemistry*, 277, 2006–2011.
- Basaran, U., Ayan, I., Acar, Z., Mut, H. & Önal Asçı, Ö. (2011). Seed yield and agronomic parameters of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) genotypes grown in the

- Black Sea region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(62), 13461-13464.
- Bernstein, L. (1963). Osmotic adjustment of plants to saline media. II. Dynamic phase. *American Journal of Botany*, 50(4), 360-370.
- Burssens, S., Himanen, K., Cotte, BV., Beeckman, T., Montagu, MV., Inze, D. & Verbruggen, N. (2000). Expression of cell cycle regulatory genes and morphological alterations in response to salt stress in *Arabidopsis thaliana*, *Planta*, 211, 632- 640.
- Cakmak, I. (2000). Tansley Review No. 111: possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New phytologist*, 146(2), 185-205.
- Cakmak, I. & Marschner, H. (1988). Enhanced superoxide radical production in roots of zinc-deficient plants. *Journal of Experimental Botany*, 39(10), 1449-1460.
- Can, M., Ayan, İ., Ömer, HA., Acar, Z., Kaymak, G. & Mut, H. (2020). İkinci ürün olarak farklı yoğunluklarda yetiştirilen börülcenin (*Vigna unguiculata* l. walp.) tohum verimi ve bazı tarımsal özellikleri. *Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 8 (7), 1536-1539.
- Ceylan, Ş., Mordoğan, N. & Çakıcı, H. (2016). Çinko ve mikoriza uygulamalarının pamukta besin elementi içeriği verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(2), 117-123
- Cordovilla, MDP., Ligerio, F. & Lluch, C. (1999). Bakla (*Vicia faba* L.) nodüllerinde tuzluluğun büyüme, nodülasyon ve nitrojen asimilasyonu üzerine etkisi. *Uygulamalı Toprak Ekolojisi*, 11 (1), 1-7.
- 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.
- Daşgan, HY., Koç, S., Ekici, B., Aktaş, H. & Abak, K. (2006). Bazı fasulye ve börülce genotiplerinin tuz stresine tepkileri. *Alatarım*, 5(1), 23-31.
- Duran, F. (2011). Çinko uygulamasının buğday çeşitlerinde tane verimine, bazı verim öğelerine ve tanede çinko içeriğine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta.
- Erdem, H. (2011). Silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalitesine çinko gübrelemesinin etkilerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2011(2), 199-206.
- Gomez, C. (2004). Cowpea: Post Harvest Operations, Post-harvest Compendium, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Rome, Italy*.
- Gülle, ED (2005). Değişik bakteri suşları ile aşılanan soya bitkisinde tuzluluğun n2 fiksasyonu ve besin elementi alımına etkisi/Farklı bakteri suşları ile aşılansın soya fasulyesinin toprak tuzluluğunun azot fiksasyonu ve besin alımına etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisan Tezi, Şanlıurfa.
- Gülmezoğlu, N. & Aytaç, Z. (2016). Farklı çinko uygulamalarının aspir bitkisinin verimi ve çinko alımı üzerine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 5(2), 11-17.

- Haluk, Sert. & Ceylan, E. (2012). Hatay ili ekolojik şartlarında börülce (*Vigna sinensis* (L.) savi) çeşitlerinin tane verimi ve bazı tarımsal özellikleri üzerine farklı bitki sıklıklarının etkileri. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 26(1), 34-43.
- Kacar, B. & Katkat, V. (2009). Bitki Besleme (Dördüncü Baskı). Nobel Yayın No: 849, Fen Bilimleri No: 30, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar, B. & Katkat, VA. (2007). Bitki Besleme (Genişletilmiş ve Güncellenmiş 3. Baskı). *Nobel Yayınları ISBN, 978, 975-591*.
- Karakullukçu, E. (2008). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 14(04).
- Katlan, E. (2018). Farklı kükürt dozlarının yemlik börülce (*Vigna unguiculata* L.) nın ot verimi ve ot kalitesine etkisi. Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Yozgat.
- Khogar, Z., Mafton, M., Karimian, N. & Sepaskhah, A. (1999). Vegetative growth and chemical composition of tomato plants as affected by different types of salt stress and zinc fertilization. *Iran Agricultural Research*, 18(1), 81-90.
- Khoshgoftarmanesh, AH., Shariatmadari, H. & Karimian, N. (2004). Effects of Saline Irrigation Water and Zn Application on Soil Cd Solubility and Cd Concentration in Wheat. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*.
- Kısa, D. (2010). Tuz stresinin börülce (*Vigna unguiculata* L.) yağ asiti içeriğine etkisinin araştırılması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Koç, H., Kadiroğlu, A., Camcı, H., Uludağ, E., Karadavut, U. & Tezel, M. (2004). Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) bitkisinde çinko uygulamasının etkilerinin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi* (2004), 2, 27-30.
- Kuşvuran, A., Nazlı, Rİ. & Tansı, V. (2011). Türkiye’de ve Batı Karadeniz Bölgesi’nde çayır-mera alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının bugünkü durumu. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2011(2), 21-32.
- Küçüköksel, DK. (2020). Çinkonun tuz stresindeki pamuk bitkisine etkisinin incelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisan Tezi, Aydın.
- Marschner, H. & Cakmak, I. (1986). Mechanism of phosphorus-induced zinc deficiency in cotton. II. Evidence for impaired shoot control of phosphorus uptake and translocation under zinc deficiency. *Physiologia plantarum*, 68(3), 491-496.
- Miller, BC, Oplinger, ES, Rand, R., Peters, J. & Weis, G. (1984). Ekim Tarihi ve Bitki Populasyonunun Ayçiçeği Performansına Etkisi 1. *Agronomy Journal* , 76 (4), 511-515.
- Munns, R., James, RA. & Lauchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of experimental botany*, 57(5), 1025-1043.
- Önal Asci, Ö. (2011). Salt tolerance in red clover (*Trifolium pratense* L.) seedlings. *African Journal of Biotechnology*, 10(44), 8774-8781.

- Önal Aşçı, Ö. & Altun, M. (2021). Toprak tuzluluğunun bürülcede bitki gelişimine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(1), 73-80.
- Önal Aşçı, Ö. & Üney, H. (2016). Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (Çantoz pannonica Crant) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*. 5 (1), 29-34.
- Önal Aşçı, Ö., Saral, MA. & Arıcı, Y K. (2021). Tuz stresinin bürülcede bazı fizyolojik özellikler ve mineral madde oranlarına etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(2), 297-305.
- Önal Aşçı, Ö. & Zambı, H. (2020). Farklı NaCl konsantrasyonları ile oluşturulan toprak tuzluluğunun bazı bezelye çeşit ve genotiplerinde bitki gelişimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(3), 274-284.
- Özcan, H. (2000). Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer aietinum* L. cvs.) çeşitlerinin gelişimi ve prolin, sodyum, klor, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(6), 649-654.
- Özkan, U. & Şahin Demirbağ, N. (2016). Türkiyede kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. *Türkiye Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1), 23-27.
- Özkan, U. ve Demirbağ, NŞ. (2016). Türkiyede kaliteli kaba yem kaynaklarını mevcut durumu, Derleme, 9 (1), 23-27,2016.
- Öztürk, A., Çağlar, Ö. & Bulut, S. (1999) Farklı dozlarda çinko gübrelemesinin kırık buğday çeşidinin verim ve verim öğelerine etkisi. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007 Erzurum*.
- Öztürk, D. (2010). Ordu ekolojik koşullarında yetiştirilecek bürülce (*Vigna sinensis* L.) ekotiplerinin bazı fizyolojik ve morfolojik özellikleri ile verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Öztürk, M. (2009). Bazı kışlık yem bitkilerinde çinkolu gübrelemenin verim ve kalite üzerine etkileri. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Parker, DR., Aguilera, JJ. & Thomason, DN. (1992). Zinc-phosphorus interactions in two cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) grown in chelator-buffered nutrient solutions. *Plant and Soil*, 143(2), 163-177.
- Pemberton, JJ., Smith, GR. & Miller Jr, JC. (1990). Inheritance of ineffective nodulation in cowpea. *Crop Science*, 30(3), 568-571.
- Sağlamtimur, T., Tansı, V. & Baytekin, H. (1988). Çukurova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek silaj sorgum çeşitlerinin bazı tarımsal karakterlerinin saptanması üzerine bir araştırma. *ÇÜ ZF Dergisi*, 3(3), 40.
- Sarioğlu, A. & Kaya, C. (2021). Tuz stresi ve bor toksisitesi koşulları altında yetişen soya bitkisine yapılan bakteri ve melatonin uygulamasının toprak mikrobiyal aktivitesine etkisi.
- Serin, Y. & Tan, M. (2001). Yem Bitkileri Kültürüne Giriş. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 206.

- Serin, Y. & Tan, M. (2010). Yem Bitkileri Tarımı. *Yem Bitkileri ve Meraya Dayalı Hayvancılık Eğitimi, Kayseri Valiliği İl Özel İdaresi İl Genel Sekreterliği, Çevre, Tarım ve Hayvancılık Daire Başkanlığı, Yayın*, (1), 1-25.
- Singleton, PW. & Bohlool, BB. (1984). Effect of salinity on nodule formation by soybean. *Plant Physiology*, 74(1), 72-76.
- Şen, MF. (2018). Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) potasyum humat uygulaması ve bakteri aşılmasının verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van.
- Taban, S. & Alpaslan, M. (1996). Mısır bitkisinin çinko, demir, bakır, mangan ve klorofil kapsamı üzerine çinko gübrelenmesinin etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(1), 69-73.
- Toğay, Y. & Anlarsal, AE. (2008). Farklı çinko ve fosfor dozlarının mercimek (*Lens Culinaris Medic.*)'de verim ve verim öğelerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1), 49-59.
- Torun, AA., Gülmezoğlu, N., Tolay, İ., Duymuş, E., Aytaç, Z., Cenkseven, Ş. & Torun, B. (2019). Çinko ve NaCl uygulamalarının makarnalık buğdayı (*Triticum durum Desf.*) kuru madde tarımı ve besin elementi destekleri üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 8 (1), 1-10.
- Toy, D. & Ünlü, H., (2015). Çiftlik gübresi ve yeşil gübre kullanımının taze ve kuru börülce yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 110-117.
- Turhan, A. & Şeniz, V. (2010). Farklı tuz konsantrasyonlarının türkiye'de yetiştirilen bazı kişi genotiplerinin çimlenmesi üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 11-22.
- Ünlü, H. & Padem, H. (2004). Börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının sulu ve kurak koşullarda verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3).
- Welch, RM. (1982). Zinc in membrane function and its role in phosphorous toxicity. In *9th Conf. Commonweath Agricultural Bureau, Colloquium, Warwick, England, 1982* (pp. 710-715).
- Xiong, H., Shi, A., Mou, B., Qin, J., Motes, D., Lu, W., Ma, J., Weng, Y., Yang, W. and Wu, D. (2016). Genetic diversity and population structure of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), *Public Library of Science One*, 11(8):e0160941, doi:10.1371/journal.pone.0160941.
- Yağmur, B. & Aydın, Ş. (2013). Topraktan ve yaprakdan çinko uygulamalarının marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisinin gelişmesi ve bazı mineral madde kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 36-43.
- Yağmur, B., Ceylan, Ş. & Oktay, M. (2002). Çinko gübrelenmesinin çekirdeksiz üzümde (*Vitis vinifera* cv. Sultani Çekirdeksiz) verime etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(2).

- Yalçın, SR. & Usta, S. (1992). Çinko uygulamasının mısır bitkisinin gelişmesi ile çinko, demir, mangan ve bakır kapsamaları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 41-195.
- Yavaş, İ. & Ünay, A. (2018). Baklagillerde kök, nodül oluşumu ve azot fiksasyonu üzerine bazı küresel iklim değişikliği parametrelerinin etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 270-278.
- Yeşil, E., (2008). Genetic variation for salt and zinc deficiency tolerance in *aegilops tauschii*. Sabancı
- Yılmaz, E., Tuna, AL. & Bürün, B. (2011). Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri-tolerance strategies developed by plants to the effects of salt stress. *Celal Bayar University Journal of Science*, 7(1), 47-66.
- Zhu, JK. (2003). Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current opinion in plant biology*, 6(5), 441-445.

EKLER

EK 1: Börülce ekimi (21.08.2020)



EK 2: Ekim tarihinden 4 gün sonra (25.08.2020)



EK 3: Seyreltme işlemi (28.08.2020)



EK 4 : İlk tuz uygulamasının yapıldığı gün bitkilerin genel görünüşü (31.08.2020)



EK 5 : Hasattan 1 gün önce Zn 0 dozunda 0, 25, 50, 100 ve 200 mM NaCl grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020)



EK 6: Hasattan 1 gün önce Zn 2,5 dozunda 0, 25, 50, 100 ve 200 mM NaCl grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020)



EK 7: Hasattan 1 gün önce Zn 5 dozunda 0, 25, 50, 100 ve 200 mM NaCl grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020)



EK 8: Hasattan 1 gün önce Zn 10 dozunda 0, 25, 50, 100 ve 200 mM NaCl grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020)



EK 9: Hasattan 1 gün önce NaCl 0 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020)



EK 10: Hasattan 1 gün önce NaCl 25 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020)



EK 11: Hasattan 1 gün önce NaCl 50 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020)



EK 12: Hasattan 1 gün önce NaCl 100 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020)



EK 13: Hasattan 1 gün önce NaCl 200 dozunda 0, 2,5, 5, 10 mM Zn grubu bitkilerin genel görünüşü (14.09.2020)



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Büşranur Erdoğan
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Atatürk Üniversitesi
Fakülte	Ziarat Fakültesi
Bölümü	Tarla Bitkileri Bölümü
Mezuniyet Yılı	13.06.2018
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	
Yayımlar	