

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BİBER BİTKİSİNDE TUZ STRESİ ÜZERİNE MAGNEZYUMUN ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Neslihan ŞEVGİN ZİREK
DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Özlem ÜZAL

VAN-2017

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BİBER BİTKİSİNDE TUZ STRESİ ÜZERİNE MAGNEZYUMUN ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Neslihan ŞEVGİN ZİREK

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2016 5148 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. Özlem ÜZAL danışmanlığında, Neslihan ŞEVGİN ZİREK tarafından sunulan “**Biber Bitkisinde Tuz Stresi Üzerine Magnezyumun Etkileri**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 05/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy~~ çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Fikret YAŞAR

İmza: 

Üye: Doç. Dr. Murat DEVECİ

İmza: 

Üye: Yrd. Doç. Dr. Özlem ÜZAL

İmza: 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

.....

Enstitü Müdür

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atf yapıldığını bildiririm.

Neslihan ŞEVGİN ZİREK

ÖZET

BİBER BİTKİSİNDE TUZ STRESİ ÜZERİNE MAGNEZYUMUN ETKİLERİ

ŞEVGİN ZİREK, Neslihan
Yüksek Lisans Tezi, Ziraat Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Özlem ÜZAL
Temmuz, 2017, 59 sayfa

Bu çalışma 2016 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji laboratuvarı iklim odasında ve su kültüründe yürütülmüştür. Demre biber çeşidinin kullanıldığı çalışmada tuz stresi altındaki biber bitkisine farklı dozlarda uygulanan magnezyumun (Mg) morfolojik ve biyokimyasal etkileri araştırılmıştır.

Çalışmada kök ağırlığı, gövde ağırlığı, yaprak ağırlığı, yaprak sayısı, bitki boyu ve bitki boğum arası mesafeleri ölçülmüştür. Ayrıca bitkilerin tuza dayanım skalaları belirlenmiştir. Stres altındaki bitkilerde meydana gelen biyokimyasal değişiklikleri belirlemek amacıyla bitki yapraklarındaki klorofil ve MDA (Malondialdehit) miktarları ile bitkilerin kök, gövde ve yapraklarındaki iyon miktarları (Na, K, Ca, Cl, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn) ve antioksidant enzim aktiviteleri (Katalaz (CAT), Askorbat peroksidaz (APX), Süperok sitdismutaz (SOD)) belirlenmiştir. Tuz stresi altındaki bitkilere uygulanan magnezyumun dozu arttıkça bitkilerin klorofil miktarlarında ve antioksidant enzim miktarlarında artışa, bunun yanında bitki hücrelerindeki hasarın miktarını gösteren lipidperoksidasyonun ürünü olan MDA (Malondialdehit) miktarlarında ise düşüşe sebep olmuştur. Tuzlu ortama artan düzeyde eklenen magnezyum, NaCl'nin zararlı etkisini azaltıcı ve/veya ortadan kaldırıcı yönde olmak üzere bitkide makro element miktarları üzerine genellikle olumlu etki yapmıştır. Na ve Cl iyonlarının birikiminin ise Mg dozu arttıkça kök, gövde ve yapraklarda düştüğü belirlenmiştir. Tuz stresi altındaki biber fidelerine artan dozlarda Mg uygulamalarının tuzun olumsuz etkisini azaltmada kısmen de olsa etkili olduğu yapılan ölçüm ve analizler sonucunda söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Tuz stresi, Magnezyum, NaCl, Antioksidant enzim aktiviteleri, İyon birikimleri, MDA, Biber (*Capsicumannum*)



ABSTRACT

MAGNESIUM EFFECTS ON SALT STRESS IN PEPPER PLANT

ŞEVGİN ZİREK, Neslihan
Master's Thesis, Department of Horticulture
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Özlem ÜZAL
July, 2017, 59 page

This study was carried out in 2016 in Physiology laboratory of Van YuzuncuYil University Faculty of Agriculture Department of Horticulture in the climate room and water culture. In the study of using pepper seeds, morphological and biochemical effects of magnesium (Mg) applied at different doses of pepper plant under salt stress were investigated.

In the study, root weight, stem weight, leaf weight, number of leaves, plant height and plant node spacing were measured. In addition, the salt tolerance scales of the plants were determined. In order to determine the biochemical changes that occur in stressed plants Chlorophyll and MDA (malondialdehyde) amounts in plant leaves (CAT), ascorbate peroxidase (APX) and superoxide dismutase (SOD) were determined in the root, stem and leaves of the plants (Na, K, Ca, Cl, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn) and antioxidant enzyme activities. As the amount of magnesium applied to plants under salt stress increases, the amount of chlorophyll and antioxidant enzyme increases, as well as a decrease in the amount of MDA (malondialdehyde), the product of lipid peroxidation, which indicates the amount of damage to plant cells. Increasingly added magnesium in saline has generally had a positive effect on the amount of macro elements in the plant, reducing the harmful effect of NaCl and / or lifting it. It was determined that the accumulation of Na and Cl ions dropped in roots, stem and leaves as Mg concentration increased. As a result of the measurements and analyzes it can be concluded that increased doses of salt-stressed pepper seedling are at least partially effective in reducing the negative effects of Mg on their application.

Keywords: Salt stress, Magnesium, NaCl, Antioxidant enzyme activities, Ion accumulation, MDA, Pepper (*Capsicum annum*)



ÖN SÖZ

Bitkisel üretimde bitkinin büyümesinde yavaşlama ve verim düşüklüğüne sebep olan biyotik ve abiyotik kökenli stres faktörleri vardır. Bu faktörlerin başında tuz stresi gelmektedir. Tuzluluk gerek dünyada ve gerekse ülkemizde bitkisel üretimi olumsuz yönde etkileyen ve etkisi gün geçtikçe artan bir sorun haline gelmiştir.

Toprak eriyiğinde artan tuz yoğunluğu, bitki kök bölgesinde birikerek bitkilere zararlı hale gelir. Tuzluluğun bitkilerde yaptığı zarar, bitki-su ilişkileri üzerine etkiler (ozmotik etki) ve beslenme düzeni üzerine etkiler (toksik etki) olarak başlıca iki ana başlık altında incelenebilir. Tuzluluğun bitkiler üzerinde yaptığı asıl yıkıcı etki, bitkinin enerji dengesinin bozulmasıdır. Tuzluluğun su ve beslenme düzeni üzerine yaptığı zararlı etkilerin aynı zamanda bitkinin enerji dengesini bozarak bitki gelişimini yavaşlattığı ve dolayısı ile verimi düşürdüğü bilinmektedir. Yapılan bu çalışmada biber bitkisi üzerine tuz stresi ve magnezyumun olumlu ve olumsuz etkileri araştırılmıştır. Biber bitkisine tuz ile ilave olarak verilen magnezyumun tuzun olumsuz etkilerini kısmen hafiflettiği belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve aynı zamanda çok sevdiğim danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Özlem ÜZAL'a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım esnasında bilgi ve deneyimlerini bizimle paylaşıp fayda sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Fikret YAŞAR'a ve beni laboratuvarında yalnız bırakmayan arkadaşlarım Halide TUĞA'ya, Mürşide HATİPOĞLU'na, Ümran YILDIRIM ve Ömer ÖZTAŞ'a ve benim her anımda yanımda olan eşim Sinan ZİREK'e ve desteğini hiç eksik etmeyen anneme yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

2017

Neslihan ŞEVGİN ZİREK



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Biber (<i>Capsicum annum</i> L.).....	1
1.2. Dünya’da ve Türkiye’ de tuzluluk durumu	3
1.2.1. Tarımsal üretimde tuz stresi ve önemi	4
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Bitki materyali.....	17
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. Temel bazı büyüme parametrelerinin belirlenmesi	20
3.2.2. 1-5 Skalası ile değerlendirme	20
3.2.3. Mineral element analizleri.....	21
3.2.4. Klorofil analizi	22
3.2.5. Lipid peroksidasyonu	22
3.2.6. Spektrofotometrik enzim aktiviteleri.....	23
4. BULGULAR	26
4.1. Bitki gelişimiyle ilgili özellikler	26
4.1.2. İyon miktarı ölçümleri.....	29

UYGULAMA.....	34
4.1.3. Lipid peroksidasyonu (MDA içeriği) ve klorofil bakımından ortaya çıkan değişimler.....	38
4.1.4. Antioksidant enzim aktiviteleri	40
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	43
KAYNAKLAR.....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	59



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Bibere ait bilimsel sınıflandırma	1
Çizelge 3.1. Kullanılan besin solüsyonu içerikleri (ppm)	19
Çizelge 4.1.Uygulamalardan sonra alınan örneklerde bazı büyüme ve gelişme parametreleri.....	27
Çizelge 4.2.Yapraklardaki semptomlara göre tuza dayanım skalası (puan).....	27
Çizelge 4.3. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Na iyonu birikimleri	29
Çizelge 4.4. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen K elementi miktarları.....	31
Çizelge 4.5. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Ca elementi miktarları	32
Çizelge 4.6. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök, gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Cl iyonu birikimleri	33
Çizelge 4.7. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Mg elementi miktarları	34
Çizelge 4.8. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Cu elementi miktarları	35
Çizelge 4.9. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Fe elementi miktarları.....	36
Çizelge 4.10. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök, gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Zn elementi miktarları.....	37
Çizelge 4.11. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Mn elementi miktarları	38
Çizelge 4.12. Uygulamalardan alınan yaprakların MDA ve Klorofil içerikleri.....	39
Çizelge 4.13. Her bir uygulamalardan alınan bitkilerin yaprağındaki belirlenen (ölçülen) Katalaz, Askorbat peroksidaz, Süperoksit dismutaz enzim Aktiviteleri.....	40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Biberin morfolojik yapısı	2
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan demre sivri biber çeşidine ait tohum	17
Şekil 3.2. Bitkilerin yetiştirilme aşamaları	18
Şekil.3.3. İyon analizinde yaş yakma metodu ile süzüklerin hazırlanması	21
Şekil 3.4. Klorofil analizinde yapılan işlemler	22
Şekil 3.5. Lipid peroksidasyonu aşamaları	23
Şekil 3.6. Spektrofotometrik enzim aktiviteleri analizleri yapılma aşamaları	24
Şekil 4.1. En fazla ve en az morfolojik olarak zararlanma gören uygulamaların Görünümleri	28
Şekil 4.2. Skala oluşturulduğunda çalışmanın 20. günü sonunda bitkilerin genel durumları	28
Şekil 4.3. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Na birikimleri	30
Şekil 4.4. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen K birikimleri	31
Şekil 4.5. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Ca birikimleri.....	32
Şekil 4.6. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Cl birikimleri	33
Şekil 4.7. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Mg birikimleri.....	34
Şekil 4.8. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Cu birikimleri	35
Şekil 4.9. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Fe birikimleri	36
Şekil 4.10. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Zn birikimleri.....	37
Şekil 4.11. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Mn birikimleri.....	38
Şekil 4.12. Uygulamaların MDA miktarı üzerine etkisi.....	39
Şekil 4.13. Uygulamaların klorofil miktarı üzerine etkisi	40
Şekil 4.14. Uygulamaların CAT enzimi üzerine etkisi.....	41

Şekil 4.15.Uygulamaların APX enzimi üzerine etkisi.....41

Şekil 4.16. Uygulamaların SOD enzimi üzerine etkisi.....42



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar ve simgeler açıklamaları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
G	Gram
Kg	Kilogram
Ha	Hektar
L	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mmhos	MiliMhos
mmol	Milimol
mM	Milimolar
MPa	Megapascal
Nm	Nanometre
rpm	Dönüş/devir sayısı
ppm	Milyonda 1 birimlik
pH	Potansiyelinin hidrojen
µg	Mikrogram
µ g/mg T.A.	mikrogram/miligramTaze ağırlıkta
mol/min/mg T.A.	mol/dak/miligram Taze ağırlık
EC	Elektriksel İletkenlik
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
Cu	Bakır
Fe	Demir
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan

N	Azot
Na	Sodyum
Zn	Çinko

Kısaltmalar

Açıklama

APX	Askorbat peroksidaz
ATP	Adenozin trifosfat
CAT	Katalaz
CaCl₂	Kalsiyum klor
CaCO₃	Kalsiyum karbonat
CaNO₃	Kalsiyum Nitrat
CO₂	Karbondioksit
DNA	Deoksiribo Nükleik asit
FAO	Foodand Agriculture Organization
HNO₃	Nitrik asit
H₂O₂	HidrojenPeroksit
KNO₃	Potasyum nitrat
MDA	Malondialdehit
MgCl₂	Magnezyum klorür
MgSO₄	Magnezyum sülfat
Na₂CO₃	Sodyum karbonat
NaHCO₃	Sodyum bikarbonat
Na₂NO₃	Sodyum nitrat
Na₂SO₄	Sodyum sülfat
NBT	Nitro blue tetrazolium kloridin
O₂	Oksijen
RNA	Ribonükleik asit
SOD	Süperoksit dismutaz
TBA	Tiobarbütirik asit
TCA	Trikloroasetik asit
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

1.1. Biber (*Capsicum annum* L.)

Biberin anavatanı Güney Amerika'dır. Dünya çapında çok sevilen biber ülkemize Osmanlı zamanında gelmiştir (Anonim, 2017a). Solanaceae familyasına ait tek yıllık bir bitkidir. Biber bitkisine ait sistematik sınıflandırma Çizelge 1.1'de gösterilmiştir (Anonim, 2016a).

Çizelge 1.1. Bibere ait bilimsel sınıflandırma (Anonim, 2016a)

Âlem:	Plantae (Bitkiler)
Bölüm:	Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf:	Magnoliopsida (İki çenekliler)
Takım:	Solanales
Familya:	Solanaceae
Cins:	Capsicum
Tür:	C.annum

Kazık köklü olan biber 5-10 adet yan kökleri ile saçak köklerine sahiptir. Çiçek yaprak koltuklarında veya dal koltuklarında tek veya salkım halinde bulunur (Şekil 1.1.). Dişi organ 2-5 karpellidir. Çiçekler döllenme olgunluğuna açılmadan önce girer. % 3-25 arasında yabancı döllenme olabilir. Dişi ve erkek organ aynı anda olgunlaştığı zaman kendine döllenir. Tohumlar oval şekillidir. Renkleri kahve sarı, açık sarıdır. Tohumun temizliği % 95, kullanılma değeri % 60-65, çimlenme kabiliyeti % 65 tir. 1lt tohum 500 gr, 1000 tohum ağırlığı 5-6 gr'dır. Tohumlar karanlıkta çimlenir. Çimlenme sıcaklığı optimum 25-30 °C dir. Minimum çimlenme sıcaklığı 8-10 °C'dir. 35 C' nin üzerinde sıcaklıklarda büyüme yavaşlar meyve ve çiçek teşekkülünde aksamalar meydana gelir, polen ve yumurta çekirdeklerindeki bölünme aksaklıkları sebebiyle, cansız polen ve yumurta hücreleri oluşumu artar ve nihayetinde meyve tutumu kötüleşir ve büyük ölçüde verimde düşmeler meydana gelir.

Sıcaklığın 45 C 'nin üzerine çıkmasından itibaren büyüme tamamen durur. Genel olarak bitkilerde 16 °C 'den düşük 32 °C 'den yüksek ortalama sıcaklıkta meyve tutumu olmaz. Meyvelerde teşekkül eden capsaicin miktarı çevre sıcaklığıyla ilgilidir.30

°C'den daha fazla capsaicin teşekkül ederken 24 °C sıcaklıklarda teşekkül eden miktar daha az olmaktadır. Sıcaklık artarsa acılıkta artar (Şalk ve ark., 2008).



Şekil 1.1. Biberin morfolojik yapısı(Anonim 2017b).

Uzun yıllardan beri yetiştiriciliği yapılan biber ülkemizde toplam sebze üretim miktarı içerisinde önemli bir paya sahiptir. 2014 yılı TÜİK verilerine göre salçalık biber üretimi 829.809, dolmalık biber 391.009, sivri biber 907.126, çarliston biber 104.364 ton ile üretim payına sahiptir. Toplam üretim miktarı ise 1.402.499 tondur (Anonim, 2015).

FAO'nun 2012 yılı istatistiklerine göre dünya çapında: 461.452 ton biber üretilmiş (Anonim 2016b), TÜİK 2015 yılı istatistiklerine göre Türkiye'de 919.004 ton biber üretilmektedir (Anonim 2016c). Biber (*Capsicum annuum L.*) bitkisi Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan önemli bir sebze bitkisidir.

Beslenmemizde önemli yeri olan biberin, turşu, salça, közleme, biber suyu, dondurulmuş ürün ve toz-pul biber şeklinde işlenmiş olarak ve taze veya kuru şekilde sofralık olarak tüketimi yapılmaktadır. Ayrıca, yem maddesi ve antibiyotik ham maddesi olarak da kullanılmaktadır (Paksoy ve Uslu, 2006).

Ekonomik ve biyolojik bakımdan önemli bir sebzedir. Meyvenin kuru maddesinde toplam protein ve şeker içeriğinin sırasıyla; %16-%18 ve %20-%40 oranında olduğu Somos tarafından bildirilmektedir (Somos, 1984). Biberde tadı oluşturan asıl yapı alkolooid bileşeni olan capsaicindir. Capsaicin(CH_27NO_3) septada ve meyvenin plesantal dokusunda bulunurken meyve duvarında bulunmaz. Biber meyveleri karbonhidrat,

organik asit, aromatik bileşikler ve renk pigmentleri içermekte ve bunların miktarı meyve olgunlaşması ile değişmektedir (Govindarajan, 1985). Biber ayrıca B1, B2, C vitamini ve birçok meyvede bulunmayan P vitamini içerir. Bünyesindeki karotenoid pigmentleri (alfa ve beta-karoten) havuçlar ile benzerlik göstermektedir. Bu pigmentler biberde sarı, yeşil ve kırmızı rengin oluşmasını sağlar. Adı geçen vitaminler yönünden oldukça zengin olan biber plesantasında capsaicinoidler yer alır. Karotenoidler meyveye kırmızı rengini verir. Birçok Capsicum türü önemli miktarda B, C, E ve provitamin A (karoten) bulundurur. C vitamini bakımından oldukça zengindir. Biber çeşitlere göre değişmekle beraber 340 mg/100 g kadar C vitamini bünyesinde bulundurabilir. Ayrıca biber bünyesinde yağ, pigmentler, protein, selüloz, pentosa ve mineral maddelerde bulundurur (Anonim, 2017c).

1.2. Dünya’da ve Türkiye’ de tuzluluk durumu

Tuz birikimi nedeniyle tarım arazilerinden meydana gelen kayıpların, her yıl yüzlerce kilometrekare olduğu ve bugün dünyada tuzla etkilenmiş 400-950 milyon hektar tarım arazisinin bulunduğu tahmin edilmektedir. Oysa tarım yapılan sulu arazilerin tamamı, bunun yalnızca 1/3’ü kadardır (Hasegawa ve ark., 1986). Ülkemizde ise tuzla kirlenmiş tarım arazileri varlığı 4 milyon hektara ulaşmıştır. Bu da sulanabilir arazi potansiyelimizin yaklaşık % 20’sini oluşturmaktadır (Sönmez, 1990). Üreticilerimiz tuz stresinin sebep olduğu zararlanmaları tanımadıklarından, ortaya çıkan arazileri başka hastalık ve zararlanmalar ile karıştırarak yanlış çözüm yollarına başvurmaktadır. Bunun ötesinde tuzluluğu teşvik eden kültürel uygulamaların bilinmiyor olması da problemin boyutlarını artırmaktadır. Ülkemizin en büyük dünyanın ise sayılı projelerinden birisi konumunda olan GAP alanında bulunan arazilerin zamanla sulanmaya başlanması ile birlikte, yeterli sulama kültürüne sahip olmayan üreticilerin aşırı ve dengesiz sulama yapmaları sonucunda bu bölgede de kısa sürede tuzluluk problemi ile karşılaşabilme olasılığı yüksektir (Karadavut, 1995).

Ülkemizde yaklaşık 1.512.772 ha alan NaCl tuzluluğunun etkisi altındadır (Dinç ve ark., 1993). Bunun yanında Türkiye’de 44.000 ha’lık örtü altı yetiştiriciliği yapılan alanların yaklaşık yarısını oluşturan ve yoğun sebze üretiminin yapıldığı sera tarımında karşılaşılan önemli problemlerden birisi olan tuzluluğun gün geçtikçe yaygınlaştığı bilinmektedir (Sevgican, 1999). Tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olan

faktörlerin yanında, sera yetiştiriciliğinde bunlara ilave olarak dengesiz ve yoğun gübreleme, örtü ile kaplanmış olması nedeniyle sera toprağına yağış düşmemesi ve yıkanma olmaması da etkide bulunmaktadır.

1.2.1. Tarımsal üretimde tuz stresi ve önemi

Toprak verimliliğini önemli derecede etkileyen faktörlerden birisi tuzluluktur. NaCl kaynaklı tuz stresi kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygın olarak karşılaşılan ve verimde ciddi düşüşler yaratan bir sorundur. Tuzlu topraklar, genellikle nehirlere çıkışı olmayan kapalı havzalarda uygun olmayan toprak yapısı, sert toprak tabakaları, uygun olmayan sulama şekli, yetersiz drenaj sistemi ve aşırı buharlaşma sonucunda ortaya çıkmaktadır. Dünyada ve ülkemizde tuzlu toprakların miktarı her geçen gün artmakta, verim azalmakta ve bazı alanlar aşırı tuzlanma nedeniyle tamamen üretim dışı kalmaktadır (Ekiz ve ark., 1995).

Tuzluluk stresi, kültür bitkileri açısından çevresel bir stres faktörü olup, kimyasal stres grubuna girmektedir (Yakıt ve Tuna, 2006).

Tuz stresi, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkilerin gelişimini etkileyerek ürün verimliliğini sınırlandıran önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Bitkilerde osmotik ve iyon stresine neden olarak büyümeyi ve gelişmeyi etkileyen tuz stresinin bu olumsuz etkileri;tuzun çeşidine,stresin düzeyine ve süresine,strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim evresine bağlı olarak değişir. Tuzluluğa maruz kalan bitkilerde çeşitli metabolik olayların ve özellikle de fotosentetik aktivitenin etkilenmesi bitkilerin hayatta kalma şansını azaltabilmektedir.Bazı bitkiler bu koşullara karşı duyarlılık gösterirken, bazıları çeşitli fizyolojik,biyokimyasal ve moleküler cevaplar ile indüklenen tolerans mekanizmalarıyla hayatta kalmayı başarırlar (Yaşar 2003; Yaşar ve ark., 2006a; Çulha ve Çakırlar, 2011).

Tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde, ürünlerdeki azalışa neden olarak topraktaki artan ozmotik potansiyelden dolayı bitkinin suyu yeterince kullanamaması veya tuzlu topraklarda aşırı miktarda bulunan sodyum (Na) ve klor (Cl) gibi iyonların neden olduğu toksik etki ve iyon dengesindeki bozulmalar gösterilmektedir (Taban ve ark.,1999; Ebrahimzadeh ve ark., 2000; Essa, 2002; Yaşar, 2003; Yaşar, 2006a; Üzal, 2009). Tuz stresi altındaki bitkilerde, K'nın birçok enzim için kofaktör olduğu ve

Ca'nın dışsal uygulanmasıyla NaCl'nin zararlı etkisini azaltabileceği de bildirilmiştir (Hasegawa ve Bressan, 2000).

Mg fotosentezde klorofil molekülünün merkez atomu olarak görev yapar (Papenbrock ve ark., 2000). Dolayısıyla klorofil sentezi için mutlak gereklidir. Magnezyum normal seviyesinden fazlasının bitkileri bor toksisitesine karşı koruduğu, olumsuz çevre koşullarına karşı dokularda Ca gibi koruyucu bir fonksiyon üstlendiği rapor edilmiştir (Hecht-Buchholtz ve Schuster, 1987).

Yapılan bazı çalışmalarda NaCl uygulamaları ile birlikte besin çözeltilisine ilave edilen Ca, Mg ve K'lı bileşikler, NaCl'nin zararlı etkisini azaltıcı ve/veya ortadan kaldıracı yönde olmak üzere bitkide makro element miktarları üzerine genellikle olumlu etki yapmıştır (Türkmen ve ark., 2002; Yakıt ve Tuna, 2006).

Tarımsal üretim alanlarında tuzluluk, toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen, ürün verimini sınırlandıran en önemli sorunlardan birisidir. Toprak tuzluluğu çoğunlukla yağış miktarı az, yüksek sıcaklık derecelerine sahip olan kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Böyle bir ekolojide sulama yapılması halinde tuzlanma daha da hızlı ortaya çıkabilmektedir. Sulama ile toprağın alt katmanlarında bulunan tuz, evaporasyon sırasında kapillarite ile yukarı taşınmakta ve bitkinin kök bölgesi seviyesinde birikmektedir. Sulamanın yanlış uygulanması veya sulama suyunda aşırı düzeyde eriyebilir tuzların bulunması, yeterli drenajın olmaması da tuzlanmanın diğer nedenleri arasında yer almaktadır (Epstein ve ark., 1980).

Toprakta bulunan çözünebilir tuzların miktarı, bitkinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan miktarın üzerine çıktığında sorunlar ortaya çıkmaya başlar. Toprakta tuz içeriği arttıkça bitkinin su alımı kısıtlanır. Tuz konsantrasyonu, kullanılabilir su potansiyelini 1 düşürmeye yetecek kadar olduğunda (0.5-1.0 bar) bitki strese girer ki, bu da tuz stresi olarak adlandırılır (Levitt, 1980).

Ekonomik anlamda öneme sahip bitkilerin çoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Tuzlu ortamlarda yetişen bir bitki için büyümeyi engelleyici faktörleri üç grupta toplamak olasıdır: a) kök bölgesindeki düşük su potansiyeli nedeniyle su alınımının azalması veya diğer bir deyişle su stresi, b) iyon toksisitesine neden olacak düzeyde yükselen Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının bitki bünyesinde birikimi, c) besin maddelerinin alımı ve taşınımı sırasında ortaya çıkan dengesizlikler ve özellikle K⁺ ve kısmen Ca⁺² eksikliklerinin ortaya çıkması (Munns ve Termaat, 1986; Marschner, 1995; Karanlık,

2001;Yaşar,2003). Tuzluluk sorununa neden olan bileşikler klorürler (NaCl, CaCl₂, MgCl₂), sülfatlar (Na₂SO₄, MgSO₄), nitratlar (Na₂NO₃, KNO₃), karbonatlar ve bikarbonatlar (CaCO₃, Na₂CO₃, NaHCO₃) ve boratlardır. Ancak genelde toprak tuzluluğu ve tuz stresi denildiğinde NaCl'ün varlığından söz edilmektedir (Munns ve Termaat, 1986). Toprak çözeltisinde NaCl oranı %0.5'ten daha fazla ise bu topraklar tuzlu topraklar olarak nitelendirilmektedir (Blum, 1985).

Tuzluluğun zararlı etkisini azaltmak, tuz birikimi nedeniyle ortaya çıkan verimlilik kaybını geri çevirmek ve yeniden canlandırılmış topraklar elde etmek için bazı uygulamalar yapılabilmektedir. Bu uygulamalar esas olarak çok miktarda kaliteli su, enerji ve dikkatli bir toprak yönetimi bileşenlerinden oluşmaktadır. Tuzluluk sorunu denildiğinde en fazla zararlı etkiyi yapan ve en yaygın olan iyonlar olan Na ve Cl iyonlarının toprakta yüksek düzeylerde bulunduğu anlaşılmaktadır (Munns ve Termaat, 1986). Bol temiz su kullanarak sodyum klorürün bitki kök bölgesinden yıkanması başvurulacak ilk yöntemdir. Tam bir yıkamanın gerçekleştirilmesi için yıkama suyunun miktarı ve kalitesi, toprağın yapısı, tuzun türü ve konsantrasyonu, toprak geçirgenliği, drenaj sisteminin etkinliği önemlidir. Bunun için sulama ve drenaj maliyetinin vurgulanması da gereklidir. Yapılan masraflara karşın, tuzluluk probleminin daha çok kurak ve yarı kurak alanlarda görülmesi, suyla yıkama şeklindeki bir çözümün pratik olmayacağını açıkça ortaya koymaktadır. Tuzun suyla toprak profilinden yıkanması işleminin yanısıra; organik gübreler kullanılarak toprağın humus miktarının artırılması, aşırı inorganik gübrelemeden kaçınılması, yüksek dolgu maddesi ve klor gibi toprak tuzunu artırıcı elementleri içeren gübreler kullanılmaması, seralarda topraksız yetiştiricilik yapılması veya belli zaman aralıkları ile toprağın üst katmanının değiştirilmesi gibi işlemler, topraklardaki tuz düzeyini kontrol altına almak veya bunun zararlarından kaçınmak için uygulanabilecek bazı yöntemler arasında yer alsa da; işlemler bazen zaman alıcı ve çoğunlukla da pahalı olmaktadır. Ayrıca iyileştirilen alanlarda uygun sulama yöntemlerinin kullanılmadığı durumlarda yeniden tuzlu topraklar oluşabilmektedir (Aktaş, 2002; Yaşar, 2003).

Yapılan bu çalışmada tuz stresi altındaki biber bitkisine magnezyumun (Mg) morfolojik ve biyokimyasal etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla tuz uygulaması yanında bitkilere farklı dozlarda Mg'lu bileşikler uygulanarak, uygulamanın tuza dayanımı nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Toprak verimliliğini önemli derecede etkileyen faktörlerden birisi tuzluluktur. NaCl kaynaklı tuz stresi kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygın olarak karşılaşılan ve verimde ciddi düşüşler yaratan bir sorundur. Tuzlu topraklar, genellikle nehirlere çıkışı olmayan kapalı havzalarda uygun olmayan toprak yapısı, sert toprak tabakaları, uygun olmayan sulama şekli, yetersiz drenaj sistemi ve aşırı buharlaşma sonucunda ortaya çıkmaktadır. Dünyada ve ülkemizde tuzlu toprakların miktarı her geçen gün artmakta, verim azalmakta ve bazı alanlar aşırı tuzlanma nedeniyle tamamen üretim dışı kalmaktadır (Ekiz ve ark., 1995).

Levitt (1980), tuz zararı bitkilerde farklı belirtilerle kendini gösterebilmektedir. Tuzluluk, bitkinin morfolojisi ve anatomisini de kapsayan tüm metabolizmasını etkileyen bir faktördür. Tuzluluk ile ilgili yapılan çalışmalar bitkilerin tuzluluğa verdiği tepkilerin ve dayanım mekanizmalarının aydınlatılmasında etkili olmakla birlikte bitkilerin tuzluluğa karşı nasıl bir mekanizma çalıştırdığı henüz tam olarak açıklık kazanmamıştır.

Irshad ve ark. (2002), tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda tuz stresi altındaki bitkilerde köklerin su alma yeteneklerinde önemli azalmalar meydana geldiğinden, kök gelişimi ve gövde uzaması gibi faaliyetlerde gerileme görülür. Stres altındaki bitkilerin gövde çapları azaldığı gibi boyları da kontrole göre küçük kalmaktadır. Aynı şekilde yaprak alanı ve generatif evreye geçişte çiçeklenme ve meyve verimi de olumsuz etkilenir. Tuz stresinin yukarıda sayılan sonuçları uzun dönemde ortaya çıkan arazlardır. Stres altındaki bitkilerin sürgün ve köklerinde kuru madde ve yağ ağırlıklarında önemli ölçüde azalmalar olduğu birçok bitkide de rapor edilmiştir.

Brugnoli ve Lauteri (1991), Makela ve ark. (1999), tuzluluk, diğer abiyotik stres faktörlerinden olan yüksek ve düşük sıcaklık, kuraklık ve mineral element eksikliğinden kaynaklanan stres faktörlerinde olduğu gibi bitkilerde karbon metabolizmasını ve elektron taşınım aktivitesini engellemektedir.

Toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttığında ve su potansiyeli azaldığında, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyeli düşer ve bitki hücrelerinin bölünmesi ya da uzaması birden yavaşlar. Bu stres koşulları altında genellikle stomalar kapanır ve

sonuç olarak fotosentez azalır. Stres koşullarının devam etmesi halinde bitki büyümesi tamamen durabilir (Ashraf, 1994).

Tuz stresi etkisinde büyüme ve gelişme, fotosentez, protein sentezi, enerji ve lipid metabolizması etkilenir. Esas anlamda tuz stresine ilk cevap yaprak yüzey alanının büyümesinde azalma şeklinde kendini gösterir (Üzal, 2009). Hücre büyümesi için gerekli olan karbonhidratlar fotosentez esnasında sağlanır. Fotosentez metabolizması bitki tuz stresi (özellikle NaCl stresi) altında iken genelde olumsuz olarak etkilenmektedir. Bitkiler tuz stresinin üstesinden gelmek için değişik moleküler ve biyokimyasal mekanizmalar geliştirmiştir. Bu mekanizmalar kabul etmeme, kökler tarafından iyon alınımının kontrolü ve yapraklara taşınması, hücresel ve tüm bitki düzeyinde iyonların belli bölgelerde tutulması, uyumlu bileşiklerin sentezi, fotosentetik yolda değişme, membran yapısında değişme, antioksidan enzimlerin indüklenmesini ve bitki hormonlarının indüksiyonunu içerir (Sharma, 1990; Bohnert, 1998; Yaşar, 2003 Parida ve Das, 2005).

Salin, (1987); Streb ve Feirabend, (1996) tuz stresinde hücre büyümesi ve bölünmesindeki yavaşlamanın, sitokin miktarının azalması sonucu ortaya çıktığı ileri sürülmektedir. Stres faktörlerinin neden olduğu oksidatif zararlanmanın en etkili olduğu hücre kısımlarından birisi hücre zarlarıdır. Oksidatif zararlanmanın sonucunda hücre zarlarında lipid peroksidasyonu meydana gelir ve sonuçta zarın geçirgenliği bozularak hücre sıvısının hücre içinde tutulamaması ile bitki ölüme doğru yönelmektedir. Lipid peroksidasyonu, bu işlemin bir ürünü olan ve malondialdehit (MDA) olarak adlandırılan bir madde yardımıyla ölçülebilmekte; adı geçen ürün hücre zarı hasara uğradığında açığa çıktığından; yüksek miktarda bulunması hücre zarının tahrip olduğunu, düşük miktarda bulunması ise hücre zarı yapısının bozulmadığını veya az seviyede etkilendiğini göstermektedir. (Yaşar, 2003; Yaşar, 2007; Yaşar ve ark., 2007b; Yaşar ve ark., 2008a). Nitekim Yasar ve ark. (2016)'nın tuz stresi altında 7 farklı bezelye genotipinin MDA içeriklerini araştırdıkları çalışmalarında tuza hassas olan genotiplerin MDA miktarlarında artışın olduğunu, tuza dayanıklı genotiplerin ise MDA miktarlarında düşüşlerin olduğunu bildirmektedirler .

Tuzluluk, çoğunlukla yapraklarda erken yaşlanmaya neden olmaktadır (Sahu ve Mishra, 1987; Yeo ve ark., 1991). Yaprak yaşlanması genellikle protein veya klorofil

konsantrasyonundaki azalma (Chen ve Kao, 1991) ve hücre zarı geçirgenliğindeki artışla (Dhindsa ve Mathowe, 1981) ifade edilmektedir.

Gueta-Dahan ve ark. (1997); Sreenivasulu ve ark. (2000) tuz stresi altındaki bitkiler su kaybını azaltmak için stomalarını kapatmakta, böylece CO₂ gazının girişi engellenmektedir. Bunun sonucu olarak CO₂ fiksasyonu azalmaktadır.

Seemann ve Critchley (1985) ile Aranda ve Syvertsen (1996), yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar olduğunu ve bunun sonucu olarak fotosentez etkinliğinin azalarak bitkinin gelişiminde gerilemeler ortaya çıktığını açıklamaktadırlar. Zhu (2001) da, tuzluluğun stomaların kapanmasına neden olduğu, kloroplastların yapısını da bozarak CO₂ fiksasyonunun azalmasına yol açtığını, bunların fotosentezi olumsuz etkilediğini bildirmektedir.

Bitkilerin içerdiği klorofiller ve karotenoidler bitkinin türü, aldığı ışık ve azot (N) miktarı, toprağın yapısı ve uygulanan tarımsal işlemler, bitkilerin genotipleri ve meyvelerin olgunluklarıyla yakın paralellik göstermektedir. Tuzluluk bu bileşikleri olumsuz etkilemekte ve pigment kayıplarına yol açmaktadır (Mini ve Wahab, 2002). Nitekim Sevengor ve ark. (2011) tuz stresi altındaki kabak fidelerinde yaptıkları çalışmada tuza hassas genotiplerin tuza dayanıklı genotiplere göre klorofil içeriklerinde daha fazla düşüşlerin olduğunu bildirmişlerdir. Yine Yasar ve ark. (2007a) fasulyede yaptıkları çalışmada tuz stresi altında tuza hassas olan 4F-89 fasulye genotipinin klorofil içeriklerinde düşüşlerin olduğunu, tuza dayanıklı olan GS57 genotipinin ise klorofil içeriklerinde değişiklik olmadığını belirlemişlerdir.

Shalhevet ve Bernstein (1976), toprak tuzluluğunun bitki gelişmesi ve su alımı üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada, topraktan kalsiyum, potasyum ve magnezyum alımının tuzluluktan bağımsız olduğunu, buna karşılık sodyum ve klor içeriğinin düşük tuz değerleri tarafından kuvvetlice etkilendiğini belirtmişlerdir.

Lupinus angustifolius L. türünde yapılan kuraklık ve tuzluluk çalışmasında, gövde kuru ağırlığı ve gövde boyu kuraklık stresinden 3 gün sonra azalma gösterirken, yaprak su potansiyeli -1.64 MPa'ya düşmüştür. Cu/ZnSOD enzim aktivitesi ise kuraklık uygulamasından 2 gün sonra % 21 düzeyinde artış göstermiştir. 50 mM NaCl uygulaması yaş ağırlık ve gövde boyunda kontrol bitkilerine oranla kayıplar ortaya çıkarmıştır. Tuz stresi Cu/ZnSOD aktivitesinin % 145 oranında artışına neden olmuştur.

Çalışma sonucunda kuraklık ve tuzluluk streslerinin SOD formlarında farklı etkiler ortaya çıkardığı, kuraklık ve tuzluluğun oksidatif zarar karşısında farklı mekanizmalar içerebileceği belirtilmiştir (Yu ve Rengel, 1999).

NaCl alımı diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek bitkilerde beslenme noksanlığına yol açmaktadır (Levitt, 1980). Tuz stresi hemen hemen bütün bitkilerin gelişimini etkileyerek çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik bozulmasına neden olmaktadır. Tuz stresinin bitki gelişmesine olan olumsuz etkileri toprak eriyiğinin ozmotik basıncını artırarak toprak suyunun bitkilere yarayışlılığını azaltması, toprak eriyiğinde tuzun kökleri aracılığı ile bitkiye geçmesi ve bitki bünyesinde çeşitli tuzların yüksek miktarlarda birikmesi şeklinde olmaktadır (Ayyıldız, 1990; Yurtseven ve Öztürk, 2001).

Jacoby (1993); Parida ve Das (2005), toprak eriyiği içerisindeki sodyumun artması, bitkilerde Ca^{+} , K^{+} ve Mg^{+} eksikliğine neden olduğunu, bunun yanında toprak içeriğindeki Ca^{+} miktarı yeterli ise Na^{+} iyonunun toksik etkisinin azaldığı bildirilmektedir (Maas, 1990; Grattan, 1993). Na^{+} ve Cl^{-} toksitesi ortaya çıktığında, tuzların bitkilerde türlere ve cinslere göre değişen besin maddesi eksikliklerine ve beslenme düzensizliğine neden olabileceği yapılan birçok çalışmada tesbit edilmiştir.

Clarkson ve Hanson (1980) tuz uygulamasına bağlı olarak Ca içeriğinde görülen artışlar ile ilgili yaptıkları çalışma sonucunu; aşırı Na varlığında bitkinin tuzluluğa direnç göstermek için olasılıkla Ca alımını arttırdığını belirtmiştir.

Tuzluluğun olumsuz etkisini gidermenin iki temel yolu vardır. Birincisi, tuzlu toprakların iyileştirilmesi, ikincisi ise yetiştirilmesi düşünülen bitkilerin tuza olan toleranslarının artırılması ya da daha toleranslı tür ve çeşitlerin belirlenmesidir. Sulama suyunun tuzlu, taban suyunun yüksek ve toprak geçirgenliğinin az olduğu toprakların ıslahı pahalı bir işlemdir ve büyük yatırımlar gerektirir. Tuzluluğun aşırı olmadığı alanlarda toleranslı tür ve çeşitlerin yetiştirilmesi bu alanları değerlendirilmenin en kolay yoludur. Tuza tolerans yönünden türler ve aynı türe ait çeşitler arasında önemli genotipik farklılıklar vardır (Sajjad, 1986; Suhayda ve ark., 1992).

Mg klorofilin yapısında yer alır ve bu nedenle bitkide fotosentez için çok önemlidir. Mg fotosentezde klorofil molekülünün merkez atomu olarak görev yapar (Papenbrock ve ark., 2000). Dolayısıyla klorofil sentezi için mutlak gereklidir.

Mg eksikliği sonucunda bitkilerde gelişme zayıflar, tohum ve meyve oluşumu zayıflar, ışığa karşı oldukça hassas olur ve erken dökülürler. Aynı zamanda meyve dökülmesi de artar. Kök gelişimi olumsuz etkilenir, verim ve kalite azalır (Marschner, 2008).

Wunderlich (1978)'e göre magnezyum hücre çekirdeğinde RNA sentezinde ve DNA oluşumunda görev almaktadır. Ribozomun yapısına katılan magnezyum, protein sentezinde de önemli rol oynamaktadır. Sperrazza ve Spremulli (1983), yaptıkları bir araştırmada ortamda bağımsız Mg^{+2} iyonunun yeteri kadar bulunmaması veya gereğinden fazla K^{+} iyonunun bulunması durumunda protein sentezinin durduğunu belirtmişlerdir. Bitkide bulunan çoğu enzimin aktivitesi için magnezyum gerekmektedir. Organik bileşiklerin sentezinde önemli bir yeri olan magnezyum, bitki metabolizmasının enerji kaynağı olan ATP oluşumunda etkilidir (Kacar ve Katkat, 2010).

Mg fazlalığı nadiren görülür ve potasyum alımını engeller. Ayrıca ağaçların kök gelişmesini olumsuz etkiler. Fazla miktarda magnezyum düzeyi varlığı spesifik değildir, fakat genellikle potasyum kalsiyum noksanlığı olarak gözükür. Fazlalığında topraktaki Ca:Mg, Ca:K, K:Mg dengesini bozar ve fazla olan daha fazla alınır, diğeri hiç alınmaz. Yeteri kadar bağımsız Mg'un bulunmaması ya da ortamda gereğinden fazla K'un bulunması durumunda protein sentezinin durduğu saptanmıştır. Aşırı Mg bitkide özellikle kuraklık stresinde fotosentezi ve bitki büyümesini önler (Roa ve ark., 1987).

Magnezyum noksanlığında klorofil sentezi olumsuz yönde etkilenir. Noksanlığının giderilmesi için yapraktan % 0,5–0,8 oranında magnezyum sülfat uygulaması yapılmalıdır. Genellikle çiçeklenme sonrası özellikle meyveler fındık iriliğini aldığı dönemden itibaren, 4 haftalık aralıklarla 2–3 defa uygulama yapılmalıdır (Gezerel, 1998).

Bitki dokularında Mg konsantrasyonu sadece bitki tür ve çeşidine göre değil aynı zamandabitkinin gelişim aşamasına (bitki yaşı) göre değişir. Bitkinin Mg konsantrasyonu diğer mineral besinlerin düzeyi, çevresel faktörler ve iklimsel faktörler tarafından da etkilenmektedir (Wilkinson, 1987).

Ülkemizdeki tuzlu toprakların giderek artması diğer bitkilerde olduğu gibi biber bitkisinin üretimini de tehlikeye sokmaktadır. Solanaceae familyasından olan biberin anavatanı Orta Amerika ve Meksika civarlarıdır. Kültürü yapılan beş türü (Capsicum

annuum, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum*, *C. pubescens*) olup, bunlar içerisinde sadece *C. annuum* türü ekonomik anlamda yetiştirilmektedir (Wien, 1997).

Kreji (1999), biber bitkisindeki çalışmasında ortamdaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla bitkinin almış olduğu kalsiyum miktarında düşmeler, verimde azalmalar ve çiçek burnu çürüklüğünde artışlar olduğunu belirlemiştir.

Kaya ve Higss (2003), biber bitkisi kullanılarak yaptıkları çalışmada tuz stresi altında bitkiye dışarıdan uygulanan KNO_3 bileşiğinin, yaprak ve köklerde K^{++} ve klorofil içeriğini arttırdığını, stres parametrelerini hafiflettiğini özellikle kalsiyum ve potasyum bitkiyi tuz stresinden bir ölçüde koruduğu ve stresten etkilenme derecesini azalttığını saptamışlardır.

Gomez ve ark. (1999), biber bitkilerini kaya yünü içerisinde yetiştirerek $NaCl$ ve $CaCl_2$ tuzlarının farklı konsantrasyonlarına (0, 25, 50 ve 100 mM) maruz bırakmışlardır. Azot kaynağı olarak 2-15 mM KNO_3 ve $CaNO_3$ kullanmışlardır. Tuzluluğun yükselmesiyle yapraklarda K^+ , Ca^+ , Mg^+ , P elementi alımlarında azalma olduğunu belirlemişlerdir. Ortalama 15 mM azot uygulamasıyla birlikte yapraktaki Na^+ iyonunun düştüğünü saptamışlardır. Ayrıca artan azot dozunun bitki biyokütlesi üzerinde olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir. Bu durum, Cl^- ve NO_3^- arasındaki antogonistik etkiden kaynaklanan rekabetten dolayı yüksek dozda uygulanan nitrat formundaki azotun Cl^- iyonuna göre daha fazla tercih edilmesi böylece bitkiye zarar veren klorun alımının engellendiği şekliyle açıklanmıştır.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000), biber bitkisi tohumlarını petri kaplarında, farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM $NaCl$) çimlendirmişler, çimlenen bitkileri torf ortamına alarak 17 gün normal çeşme suyuyla sulayarak büyütmüşler, daha sonra bu bitkileri 1:3 oranında kum:perlit karışımı ortamına aktararak bitki gelişimini incelemişlerdir. Deneme sonucunda 50 mM tuz uygulamasının çimlenmeyi geciktirdiği fakat çimlenme yüzdesine bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Bunun yanısıra 100 ve 150 mM tuz uygulamalarının hem çimlenmeyi geciktirdiği hem de fide gelişimini olumsuz etkilediği ve 150 mM $NaCl$ konsantrasyonundaki bitkilerde meyve sayısı ve ağırlığında ciddi azalmalar olduğu (Emerman ve Dawson, 1996; Cornillon ve Palloix, 1997) tespit edilmiştir.

Akdoğan ve Özkan (2000), sera koşullarında yaptıkları araştırmada, üç farklı düzeyde tuz yoğunluğunun toprakta yetiştirilen biber bitkisinin gelişim dönemlerinde,

uygulanan su stresi altında tuza karşı olan duyarlılıkları incelenmiştir. Bu amaçla EC= 0.598 mmhos/cm olan killi-tın bünyeye sahip toprakla, bu toprağadeğişik miktarda NaCl çözeltisi verilerek hazırlanmış 4 ve 7 mmhos/cm düzeylerindeelektriksel iletkenliğe sahip örnekler kullanılmışve bitkilerde su stresi; fidelerin saksılara dikiminden itibaren onuncu günde, çiçeklenme ve meyve oluşumudönemlerinde uygulanmıştır. Fide dikimi, çiçeklenme ve meyve oluşumu dönemlerinde uygulanan su stresi artan tuzluluk değerlerinde, kök ve gövde kurumadde miktarıve ürün miktarında azalmaya neden olmuştur. Bitkinin, çiçeklenme döneminde ve EC= 7 mmhos/cm olan grupta uygulanan su stresinden diğer dönemlere kıyasla daha çok etkilendiği saptanmıştır.

Aktaş (2002), tuz stresinde farklı biber genotiplerinin tolerans durumlarının belirlenmesinde bitkinin aldığı ‘‘Na⁺’’ konsantrasyonunun çok önemli olduğunu tespit etmiştir. Dayanıklı genotiplerin Na⁺ yerine K⁺’u tercih ettiklerini böylece bünyelerine daha az Na⁺ alarak kendilerini bu stres faktörüne karşı koruduklarını söylemektedir. Bu durumda bitki bünyesindeki K⁺ /Na⁺ ve Ca⁺²/Na⁺ oranlarının da dayanıklılıkta 11 kullanılabilir bir parametre olduğu düşünülmektedir. O halde tuz stresi ile çeşitli K⁺ taşıyıcı genlerin transkript seviyeleri düşmekte veya yükselmektedir. Yani tuz stresi altında K⁺ alımını muhafaza etmek için bitkilerin farklı kapasiteleri olduğu muhtemeldir (Zhu, 2003).

Yaşar ve ark. (2006 c) iki hassas ve iki tolerant patlıcan çeşidinin tuz stresi altında kallus kültüründe yaptıkları çalışmada hassas olan genotiplerin Na ve Cl iyonu birikimleri daha yüksek bulunmuş, bu genotiplerin K ve Ca miktarlarında düşüşlerin olduğunu bildirmişlerdir. Buna benzer sonuçlar Yaşar ve ark. (2006a; 2013), Üzal, (2009), Üzal ve Yıldız , (2014)’, ın yaptıkları çalışmalardan da alınmıştır.

Aktaş (2002) tarafından Çukurova Üniversitesi’nde yapılan bir araştırmada farklı biber tür ve çeşitlerinde (toplam 102 genotip) tuza toleransın belirlenmesine yönelik olarak değişik parametreler incelenmiş, NaCl tuzluluğundan kaynaklanan yapraklardaki toksisite semptomlarının yapraklardaki Na ve K/Na konsantrasyonları ile yakından ilişkili olduğu ortaya konmuştur.

Turhan ve ark. (2006), ayçiçeğinde tuz stresine bağlı olarak klorofilin olumsuz etkilendiğini ve buna bağlı olarak NDVI değerlerinin düştüğünü bildirmişlerdir.

Türkmen ve ark. (2002), tuzlu fide yetiştirme koşulların domateste fide çıkışı ve gelişimi üzerine kalsiyum uygulamalarının etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla iklim odası koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütmüştür. Fide yetiştirme ortamına 0, 25, 50 ve 100 mmol NaCl ve 0, 100, 200 ve 400 mg/kg Ca⁺⁺ dozlarının kombinasyonları uygulanmıştır. Denemede çıkış oranı ve süresi, gerçek yaprak görünme süresi, hipokotil boyu, kotiledon boyu ve genişliği, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ile sürgün ve kök kuru madde oranlarına tuz ve kalsiyum dozlarının etkileri araştırılmıştır. Araştırmada tuzlu koşullarda domateste çıkış ve fide gelişimi üzerine kalsiyumlu gübre uygulamasının olumlu etkisinin olabileceği görülmüştür. Ancak, bu olumlu etki belirli düzeylerde kalabilmekte, kalsiyum dozunun artışıyla olumsuz etkiler de görülebilmektedir.

Villora ve ark. (2000) Fe, Mn, Zn, ve Cu elementlerinin alımının tuz stresi altında arttığını bildirmiştir. Fasulye bitkisinde NaCl'ün etkisiyle besin elementlerinden Cl ve Mn köklerde, Cl, Fe ve Mn yapraklarda, Cl ve Fe meyvelerde yüksek miktarlarda bulunmuştur. Kabak bitkisinde Cl, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları NaCl'ün miktarına bağlı olarak artmıştır.

Romero-Aranda ve ark. (2001), tuzluluğun domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisinde toplam kuru ağırlık, bitki boyu ve yaprak sayısını azalttığını bildirmiştir. Yapraklardaki ozmotik basınç tuzluluktan dolayı azalmış fakat kontrol bitkileri ile kıyaslandığında yaprak turgor basıncı önemli derecede yükselmiştir.

Yurtseven (2000) tuzluluğun patlıcan (*Solanum melongena*) bitkisinde bitki su tüketiminin azalttığını belirlemiştir. Bu azalma olasılıkla toprak ortamındaki çözelti konsantrasyonunun sulama suyu ile iletilen tuzlar nedeniyle artması ile ozmotik basıncın yükselmesi ve buna bağlı olarak bitki su alımının zorlaşmasından kaynaklanmıştır.

Karbondioksit fiksasyonunda kullanılmayan elektronlar ile absorbe edilen ışık enerjisi O₂'in aktivasyonunda, yani radikallerin sentezlenmesinde kullanılmaktadır (Hallewel ve Gutteridge, 1985). Karanlık (2001) ve Yaşar (2003) tarafından da açıklandığı gibi, stres altındaki bitkide artan düzeylerde sentezlenen serbest radikaller hücrelere zarar vermekte, özellikle yavaşlama sürecine giren fotosentezin etkinliği daha da sınırlanmaktadır. Sentezlenen serbest oksijen radikalleri, protein membran lipitleri ve nükleik asitler ile klorofil gibi hücre komponentlerini de bozmaktadır (Fridovich, 1986;

Davies, 1987). Şimdiye kadar yapılmış pek çok araştırma, tuz stresi altında yetişen bitkilerde görülen nekrozların oksijen radikallerince gerçekleştirilmiş olan lipid tahribatından; klorozların ise oksijen radikallerinin klorofilleri parçalamasından kaynaklandığını göstermektedir (Üzal, 2009).

Zeytin tuza semitolerant bir bitkidir (Hartmann ve ark., 1966; Maas, 1986) ve genellikle su stresinin tarımsal olarak temel sınırlayıcı faktör olduğu bölgelerde yetiştirilir (Tattini ve ark., 1994). Bununla birlikte tuza olan tolerans açısından çeşitlerin davranışları çok değişkendir (El Gassar ve ark., 1979; Therios ve Misopolinos, 1988; Tattini ve ark., 1992; Tattini ve ark., 1997; Demiral, 2004; Demiral, 2005) ve bu özellik henüz tam olarak araştırılmamıştır (Tattini ve ark., 1994). Bazı bitkilerde özellikle çok yıllık olanlarda (turuçgiller ve asma gibi) Na kalın köklerde ve gövdede tutulmakta, Cl ise gövdede birikerek genellikle fotosentezi engelleyerek bitkiye zarar vermektedir (Flowers, 1988). Bununla beraber, tahıllar gibi bazı bitkilerde Na “spesifik iyon” zararının temel nedenini 3 oluşturmaktadır (Tester ve Davenport., 2003; Demiral ve ark., 2005).

Shannon ve Grieve (1999)’e göre tuzluluğun bütün etkileri negatif değildir. Ürün üzerinde, kalite ve hastalıklara dirençte, olumlu etkileri de vardır. Ispanakta düşükten orta dereceye kadar olan tuzlulukta üründe artış olmaktadır. Havuçta şeker oranı artmakta, patatesten tuzluluk arttıkça nişasta oranı azalmaktadır. Düşük tuzlulukta lahanalar başları daha sıkı olmakta, tuz yoğunluğu arttırıldıkça kerevizin kolayca etkilendiği ve iç kararmasına karşı daha dirençli olduğu rapor edilmiştir.

Khanouja ve ark. (1980), Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak vejetatif büyümenin azaldığını ve yaprak yanıklıklarının arttığını belirlemiştir.

Birçok bitki türünde, bitkilere uygulanan yüksek NaCl konsantrasyonu ile bitkinin klor akümülyasyonunda artış belirlenmiştir. Tuz stresi altındaki asmalarda sürgün uzamasındaki azalma ve limonlardaki klorofil miktarındaki kayıplar (Nieves ve ark., 1991) ile portakallarda fotosentez miktarı ve stoma iletkenliğindeki azalmalar (Banuls ve Primo-Milo, 1992); aşırı klorür birikimi sonucu ortaya çıkan olumsuzluklar olarak yorumlanmıştır.

Çiçek ve Çakırlar (2002), çalışmalarında tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkisinde, bitki boyu, nispi su içeriği ile toplam yaş ve kuru ağırlıklarda azalma saptarken, prolin, Na ve Na/K oranlarında artma rapor etmiştir.

Yakıt ve Tuna (2006), mısır bitkisine tuz ile ilave olarak verilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler membran geçirgenliği ve bağıl su içeriği üzerine iyileştirici etki yapmış, tuzun olumsuz etkilerini kısmen hafifletmiştir. Prolin oranı tuz uygulamasıyla beraber artmıştır. Toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları tuz uygulamasından olumsuz etkilenmiş ancak besin çözeltilisine ilave edilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler tuzun olumsuz etkisini kısmen hafifletmiş, kontrol ve tuz grubuna göre iyileştirici etki yapmışlardır.

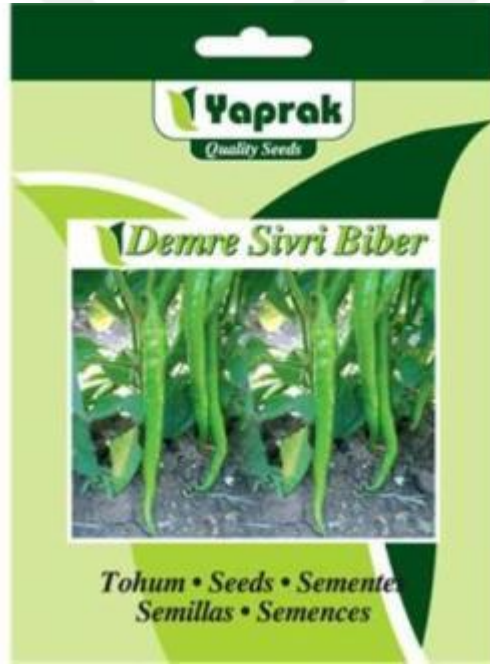
Beringer ve Trolldenier (1978) fasulye bitkisinde, Bohra ve Doerffling (1993) çeltikte, Anaç ve ark. (1979) mandarinde, Kaya ve ark. (2001) ıspanakta, Kaya ve Higgs (2003) biberde, yaptıkları çalışmalarda, K uygulamalarının tuz stresini iyileştirici yönde etki yaptığını belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

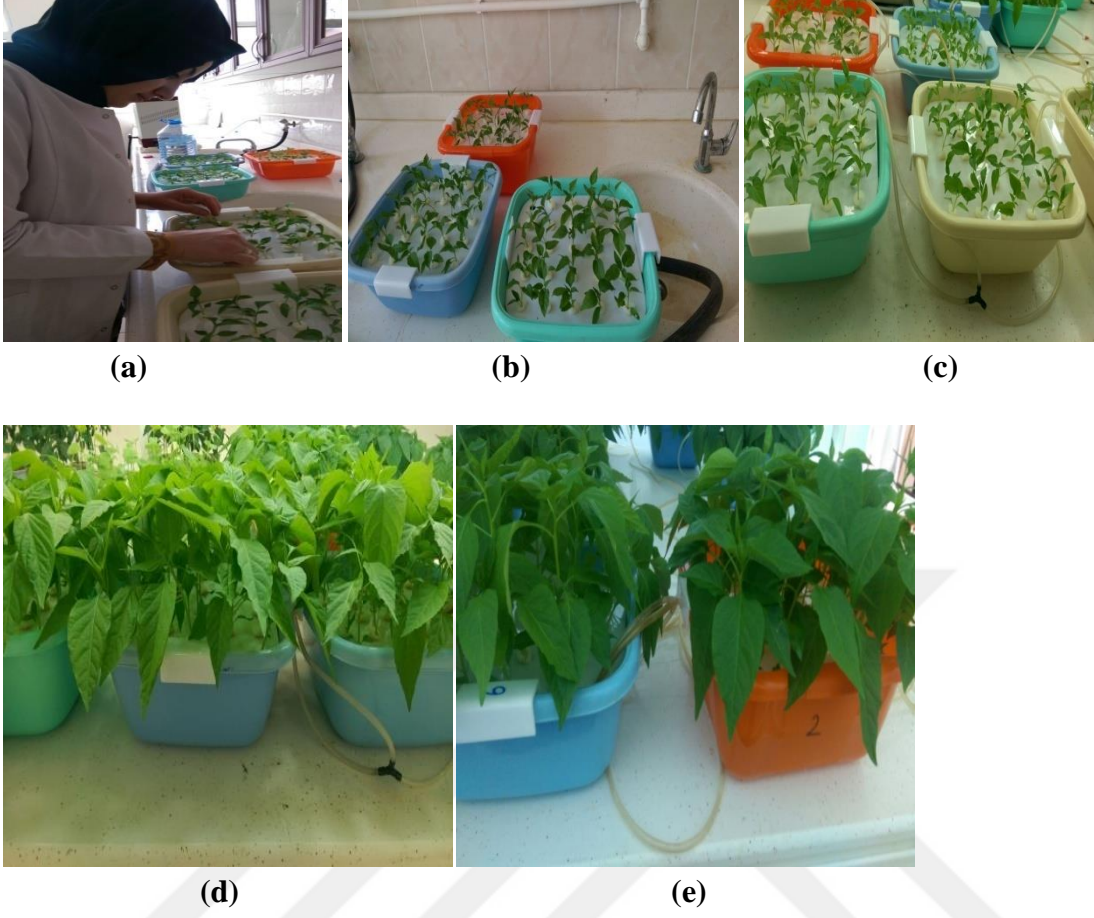
3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyali

Biber (*Capcium annum*) bitkisinde tuz stresi üzerine farklı dozlarda uygulanan magnezyumun etkilerini amaçlayan bu deneme, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Deneme normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında yapılmıştır. Çalışmada demre sivri biber çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan demre sivri biber çeşidine ait tohum.



Şekil 3.2. Pomzada çimlendirilmiş fidelerin su kültürüne alınma aşamaları (a:Bitkileri süngerle sarıp delikli plastik tablalara yerleştirme,b:Bitkilerin plastik küvetlere yerleştirilmiş görüntüsü,c:Su kültürüne alınmış ve havalandırma takılmış bitkiler, d., e: çalışmadaki bitkilerin genel durumları).

Çizelge 3.1. Kullanılan besinsolüsyonu içerikleri (ppm)

Elementler	Uyg. 1 Kontrol	Uyg.2 Mg1+Tuz	Uyg.3Mg2+ Tuz	Uyg.4 Mg3+Tuz	Uyg.5 Mg4+Tuz	Uyg.6 Mg5 +Tuz
Azot (N)	186	186	186	186	186	186
Fosfor(P)	31	31	31	31	31	31
Potasyum(K)	135	135	135	135	135	135
Magnezyum(Mg)	49,28	24,64	49,28	73,92	98,56	123,20
Kalsiyu(Ca)	217	217	217	217	217	217
Kükürt(S)	66	66	66	66	66	66
Demir(Fe)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Mangan(Mn)	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
Bor(B)	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205
Bakır(Cu)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Çinko(Zn)	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023

Kullanılan besin solüsyonu (Hoagland ve Arnon, 1938).’e göre hazırlanmıştır.

Besin çözeltisine tuz ile birlikte Mg 5 farklı dozda (24.64 ppm, 49.28 ppm, 73.92 ppm, 98.56 ppm, 123.2 ppm) MgSO₄ olarak uygulanmıştır.

3.2. Yöntem

Deneme, normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında ve su kültüründe yapılmıştır.

Bu amaçla, biber tohumları, pomza doldurulmuş 40x25x5 cm boyutlarındaki plastik çimlendirme kaplarına 100’er adet tohum ekilmiş sonra çeşme suyu ile sulanmıştır. Çimlendirme kaplarının alt yüzeyi 0.5 cm çapında toplam 9 adet deliğe sahip olup, sulama suyunun drene edilmesi sağlanmıştır. Pomza iyice ıslandıktan ve sulama suyunun fazlası süzöldükten sonra çimlendirme kapları, 25±1°C sıcaklık %70 neme sahip iklim odasına yerleştirilmiş, üzerleri nemli gazete kâğıdıyla örtülüp kaplar düzenli olarak kontrol edilmiş ve pomza kurumayacak şekilde azar azar çeşme suyu ile sulanmaya devam edilmiştir. Kotiledon yaprakları yatay duruma gelen ve ilk gerçek yaprakları görülmeye başlayan fidelerde sulama Hoagland besin çözeltisiyle (Hoagland ve Arnon, 1938) yapılmaya başlanmıştır (Çizelge 3.1.). Pomza ortamında 2. gerçek yaprakları da oluşan fideler, içinde besin çözeltisi doldurulmuş 25x25x18 cm boyutlarındaki plastik küvetlerde su kültürüne alınmıştır. Özel olarak hazırlanmış ve her fide için üzerine delikler açılmış plastik tablalara biber fideleri küçük sünger parçaları

ile sarılmak suretiyle yerleştirilmiştir.Bitki kökleri besin çözeltisinde olacak şekilde tablolar küvetlerin üzerine konulmuştur.Havalandırma işlemi, akvaryum pompasına bağlı bulunan ince plastik hortumların besin çözeltisi içerisine daldırılması yoluyla yapılmıştır (Şekil 3.2.).

Fideler iki hafta süreyle su kültüründe büyütülecek ve 4-5 gerçek yaprağa sahip olan fidelere tuz uygulamalarına başlanmıştır. Tuz uygulanacak fideler için besin çözeltisine (1/2 Hoagland) 100 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak NaCl ilave edilmiştir. Her hafta yinelenen çözeltilerin tazelenmesi aşamasında, tuz uygulamalarının aynı konsantrasyonda devamı sağlanmıştır. Biber fidelere tuzla birlikte 5 farklı dozda $MgSO_4$ ilave edilmiştir. 20. Gününde alınan bu örneklerde, temel bazı büyüme parametreleri yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı(g), kök ağırlığı (g), gövde ağırlığı (g), bitki boyu (cm) ve boğum araları mesafe (cm), tuza dayanım skalası, bazı biyokimyasal parametreler klorofil, MDA (Malondialdehit), Na, K, Ca, Cl, Fe, Zn, Cu, Mn ve Mg içerikleri, Antioksidatif enzim aktiviteleri (Katalaz, Askorbat Peroksidaz, Süperoksit dismutaz) belirlenmiştir.

3.2.1. Temel bazı büyüme parametrelerinin belirlenmesi

Kök ağırlığı,yaprak ağırlığı,gövde ağırlığının belirlenmesi üç tekerrürlü olarak 1/10.000 lik hassas dijital terazi ile tartılmıştır. Kök uzunluğu, bitki boyu ve boğum arası mesafe cetvel ile cm olarak ölçülmüştür. Yaprak sayısı adet olarak belirtilmiştir.

3.2.2. 1-5 Skalası ile değerlendirme

Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bunun için zararlanma derecesine göre bitkilere 1-5 arasında puan verilmiştir. Tuz stresi denemesinde biber bitkilerine aşağıda belirtilen semptomlara göre 1'den 5'e kadar puan verilmiştir (Üzal, 2009).

- 1:Bitkilerin tuz stresinden hiç etkilenmemesi (kontrol bitkileri)
- 2:Yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma
- 3:Yapraklarda sararma ve % 25 oranında nekrotik lekelenmeler
- 4:Yapraklarda % 50-75 oranında nekrotik leke göstermesi ve ölümlerin görülmesi
- 5:Yapraklarda % 75-100 oranında şiddetli nekrozlar ve bitkinin tamamen ölmesi

3.2.3. Mineral element analizleri

Bitkilerin kök, gövde ve yaprak kısımlarından alınan bitki örnekleri -84°C 'deki derin dondurucuda saklanmıştır. İyon analizleri için derin dondurucuda saklanan her bir kök, gövde ve yaprak örneğinden 200 mg tartılarak, üzerine 10 ml 0.1 N HNO_3 (Nitrik asit) ilave edilerek bir hafta süreyle kapaklı plastik kutularda oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilmiş örnekler, bu sürenin sonunda çalkalayıcıda 24 saat süreyle çalkalanmıştır (Şekil 3.3.). Na, K, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn ve Mg içerikleri ise, Kacar (1994)'e göre Atomik Absorbsiyon cihazında okunmuştur. Cl^- iyonu ise gümüş iyonları ile kolorimetrik amperometrik titrasyon yoluyla analiz yapan otomatik bir kloridometre (Buchler – Cotlove chloridometer) yardımıyla ölçülmüştür. Bu ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki iyon miktarı $\mu\text{g}/\text{mg}$ taze ağırlık olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark., 1997).



Şekil 3.3. İyon analizinde yaş yakma metodu ile süzüklerin hazırlanması.

3.2.4. Klorofil analizi

Bitkilerin uç kısımlarından geriye doğru ilk üç yaprak alınarak, bu örnekler analiz yapılıncaya kadar -84°C 'deki derin dondurucuda saklanmıştır. -84°C ' de donmuş olan yaprak örneklerinden 200 mg alınarak, %80'lik etanol içerisine, yaş yaprak örneğindeki toplam klorofil miktarı aşağıdaki formül kullanılarak $\mu\text{g}/\text{mg}$ taze konularak 80°C 'deki su banyosunda 20 dakika süreyle bekletildikten sonra 654 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrik olarak okunmuştur (Şekil 3.4.). (Luna ve ark.,2000). Bu ölçümler sonunda ağırlık olarak belirtilmiştir. Toplam klorofil=Absorbans değerleri x $1000/39.8$ x örnek miktarı.



a)

b)

c)

Şekil 3.4. Klorofil analizinde yapılan işlemler (a:Örneklerin %80'lik etanol içerisinde bekletilme aşaması, b: Sıcak su banyosunda bekletilme aşaması,c: Spektrofotometrede okumanın yapılması).

3.2.5. Lipid peroksidasyonu

Hücre zarlarının hasar görmesi olarak adlandırılabilen lipit peroksidasyonunun bir ürünü olan malonedialdehit (MDA) miktarının belirlenmesi için Lutts ve ark. (1996), tarafından bildirilen yöntem izlenmiştir. Bu yönteme göre; bir önceki bölümde klorofil analizi için bitki örneği alınması ve derin dondurucuda saklanmasına kadar yapılan tüm işlemler aynen kullanılarak hazırlanmış yaprak örneklerinden, 200 mg tartılarak alınmıştır (Şekil 3.5). Bunun üzerine 5 ml % 0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) ilave edilip, bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. 5 ml.lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınıp; bunun üzerine içinde %20 tiobarbütirik asit (TBA) bulunan 3 ml %0.1'lik TCA ilave edilmiştir.

Karışım 95°C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilip, bunun ardından spektrofotometrede A532 ve A600 nm'de absorbans değerleri okunmuştur.



(a)

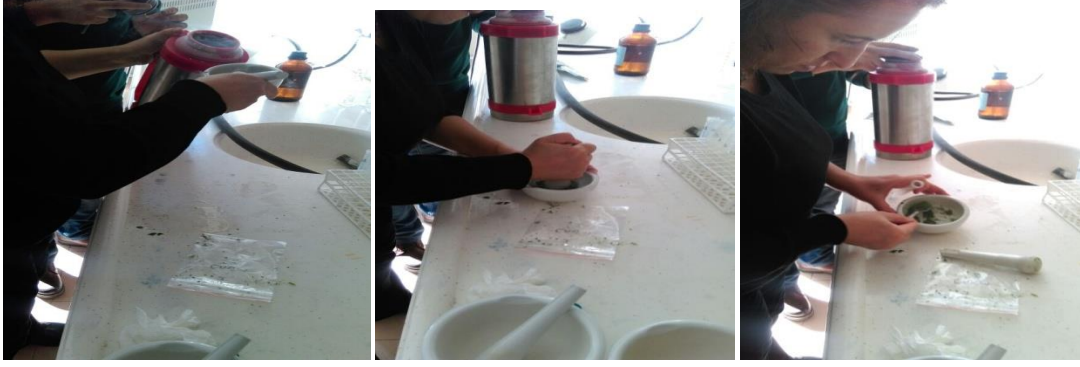
(b)

Şekil 3.5. Lipid peroksidasyonu aşamaları (a:alınan yaprak örneklerinin havanda ezilme aşaması, b:yapılan ezilme işleminin tüplere alınması).

3.2.6. Spektrofotometrik enzim aktiviteleri

Tuz, stresi altındaki bitkilerde meydana gelebilecek enzim aktivitelerindeki değişimi incelemek için yaklaşık 1 gr taze yaprak örneği sıvı azot içerisinde porselen havanlarda ezildikten sonra, içinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM, 10 ml.lik fosfat tampon çözeltisi (pH:7.6) ile homojenize edilmiştir.Homojenize edilen örnekler 15 dk süresince 15000 g'da santrifüj edildikten sonra elde edilen santrifügantlar enzim analizlerinde kullanılmıştır. Enzim aktivitelerinin belirleneceği örnekler, ölçüm yapılıncaya kadar +4°C sıcaklıkta tutulması amacıyla kar içinde tutulmuştur. Ölçümler spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6).

Superoksit dismutaz (SOD) aktivitesi, NBT'nin (nitro blue tetrazolium kloridin) ışık altında O_2^- tarafından indirgenmesi yöntemine göre, askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi, 290 nm'de ($E=2.8 \text{ mM cm}^{-1}$) askorbatın oksidasyonu, katalaz aktivitesi (CAT), H_2O_2 'nin 240 nm'de ($E=39.4 \text{ mM cm}^{-1}$) parçalanma oranı esas alınarak yapılmıştır (Çakmak ve Marschner,1992; Çakmak,1994).



(a)

(b)

(c)



(d)

(e)

(f)



(g)



(h)

Şekil 3.6. Spektrofotometrik Enzim Aktiviteleri analizleri yapılma aşamaları (a,b: örneğin sıvı azotta öğütülme aşamaları, c: öğütülmüş örneği tüpe alınması, d,e: örneğin süzülme ve kar içinde bekletilme aşaması, f: santrifüj edilme aşaması, g: süpernetanın alınma aşaması, h: spektrofotometrede okumanın yapılması).

3.2.7. Deęerlendirmelerin yapılması

Deneme tam şansa bağlı tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Bitki gelişim parametreleri, iyon ve enzim verilerinde, Analizler SAS Institue (1985) paket programı kullanılarak yapılmıştır.



4. BULGULAR

Tuz stresi altındaki biber bitkisine magnezyumun (Mg) morfolojik ve biyokimyasal etkileri araştırılan bu çalışmada, tuz uygulaması yanında bitkilere farklı dozlarda Mg'lu bileşikler uygulanarak, uygulamanın tuza dayanımı nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda alınan örneklerde, bitki gelişim parametreleri, tuza dayanım skala değerleri, iyon, MDA, klorofil, enzim miktarları belirlenmiştir.

4.1. Bitki gelişimiyle ilgili özellikler

NaCl stresine tabi tutulan biber bitkileri 20.gün sonunda bitkilerin kök ağırlığı, gövde ağırlığı, yaprak ağırlığı, yaprak sayısı, bitki boyu ve boğum arası mesafeleri ölçülmüş ve elde edilen değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

20 günlük tuz stresi sonucunda kontrol grubuna göre diğer tüm tuz uygulamalarının kök ağırlıklarında (g) istatistiksel olarak önemli düşüşlerin olduğu görülmektedir. Tuz uygulaması yapılmış bitkiler içinde kök ağırlığı bakımından en yüksek değeri Mg 2+Tuz ve Mg 3 +Tuz uygulamaları belirlenmiştir. Kök ağırlığı açısından en düşük değerler ise Mg 1+Tuz ve Mg 4+Tuz uygulamalarında ölçülmüştür. Gövde ağırlığı bakımından en yüksek değerler kontrol grubundaki (3.6567 cm) bitkilerinden en düşük değer ise Mg 5+Tuz (2.2867 cm) uygulaması yapılmış bitkilerden elde edilmiştir. Mg 1+Tuz, Mg 2 +Tuz, Mg 3+Tuz ve Mg 4+Tuz uygulamaları ise istatistiksel olarak aynı önem grubu içerisinde kalmıştır. Yaprak ağırlığında en yüksek kontrol grubu (10.5633 g) olup Mg+ Tuz uygulamalarının hepsi aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Kontrol grubuna en yakın değerler Mg³⁺ Tuz ve Mg⁴⁺ Tuz uygulamalarından, en düşük değer ise Mg 1+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak sayısına bakıldığında en yüksek değer kontrol grubundan elde edilirken Mg+Tuz uygulamalarının tümü aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Mg+Tuz uygulamaları içinde kontrole (12.6667 adet) en yakın değer Mg 4+Tuz (10.00 adet) uygulamasıdır. En düşük ise yine Mg 1+Tuz (8.5667 adet) uygulamasından elde edilmiştir. Bitki boyu bakımında yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur yani önemsizdir. Boğum arası mesafeye bakıldığında ise Mg 1+ Tuz uygulamalarının kontrolle aynı istatistiksel grupta yer aldığı, Mg 2+ Tuz, Mg 3+ Tuz,

Mg 4+ Tuz ve Mg 5+ Tuz uygulamalarının ise aynı istatistiksel grupta yer aldığı görülmektedir. Bu uygulamaların boğum arası mesafeyi önemli ölçüde arttırdığı dikkati çekmektedir. Tuz uygulamaları arasından en yüksek boğum arası mesafe değeri Mg 2+Tuz (5.1667cm), en düşük değer ise Mg 1+Tuz (2.6667 cm) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.1.).

UYGULAMA	Kök ağı (g)	Gövde ağı (g)	Yaprak ağı (g)	Yaprak sayı (adet)	Bitki boyu (cm)	Boğum Ara mes (cm)
Kontrol	2.9300 A	3.6567 A	10.5633 A	12.6667 A	18.667	2.6667 B
Mg 1+Tuz	1.8367 B	2.4800 AB	5.1067 B	8.5667 B	16.933	2.6667 B
Mg 2+Tuz	1.8867 B	2.5133 AB	5.1433 B	8.6667 B	17.133	5.1667 A
Mg 3+Tuz	1.8867 B	2.4300 AB	5.8200 B	9.0000 B	17.333	4.1667 A
Mg 4+Tuz	1.8367 B	2.7633 AB	6.3533 B	10.0000 B	17.867	5.0000 A
Mg 5+Tuz	1.8533 B	2.2867 B	5.6067 B	9.6667 B	17.833	4.0000 A

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.

Çizelge 4.1. Uygulamalardan sonra alınan örneklerde bazı büyüme ve gelişme parametreleri

4.1.1. Yapraklardaki semptomlara göre skala değerleri

Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koymak amacıyla yapılan skala oluşturma yönteminde belirtildiği şekilde fidelere 1 ile 5'e kadar puan verilmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). Skala değerlerine bakıldığında tuzdan en az etkilenen bitkilerin Mg 4+Tuz uygulamasında olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla Mg 3+Tuz, Mg 5+ Tuz ve Mg 2+Tuz uygulamaları izlemektedir. Morfolojik olarak en fazla zararlanma gören uygulama ise Mg 1+Tuz uygulamasıdır (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2 . Yapraklardaki semptomlara göre tuza dayanım skalası (puan)

UYGULAMA	Skala değerleri	
Kontrol	1	1
Mg 1+Tuz	2	4,5
Mg 2+Tuz	3	4
Mg 3+Tuz	4	2,75
Mg 4+Tuz	5	2,5
Mg 5+Tuz	6	3



Şekil 4.1. En fazla ve en az morfolojik olarak zararlanma gören uygulamaların görünümleri.



Şekil 4.2. Çalışmanın sonunda (20.Gün) skala oluşturulduğunda bitkilerin genel durumları.

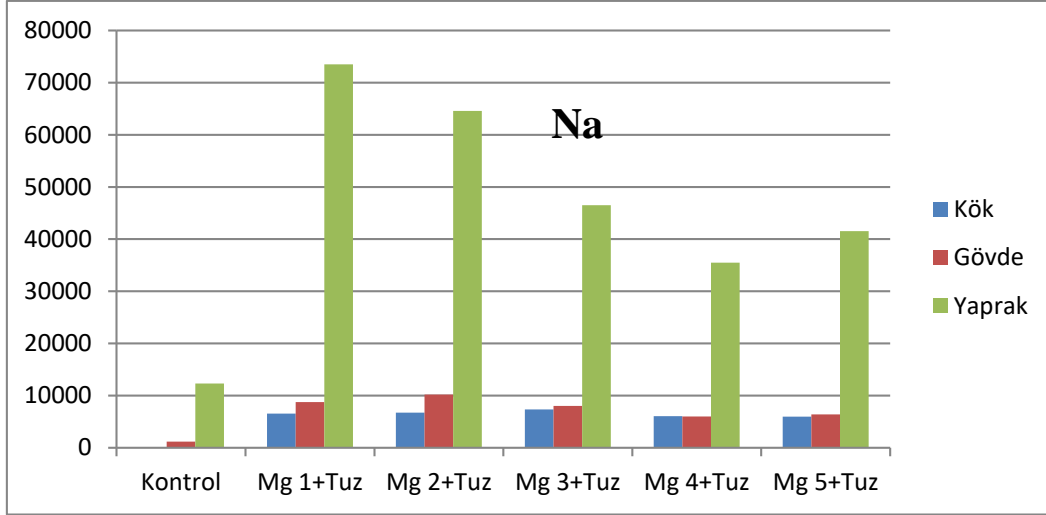
4.1.2. İyon miktarı ölçümleri

20 günlük tuz stresi sonunda kök, gövde ve yapraklardaki Na iyonu miktarı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.3' te verilmiştir. Tuz uygulaması yapılan bütün bitkilerin kök, gövde ve yapraklarında önemli ölçüde Na iyonu birikimi olduğu dikkati çekmektedir. Kökteki Na iyonu incelendiğinde en düşük Na iyonu kontrol uygulamasından alınırken, en yüksek Na iyonu istatistik olarak aralarında fark olmayan Mg + Tuz uygulamaları arasında Mg 5 + Tuz uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek değer ise Mg 3+Tuz (7.339) uygulamasından elde edilmiştir. Gövdedeki Na iyonuna bakıldığında Mg 1+Tuz, Mg 2+Tuz, Mg 3+Tuz ve Mg 5+Tuz uygulamalarında istatistiksel açıdan farklılık tespit edilememiştir. Gövdedeki en fazla Na iyonu birikimi mutlak değer olarak Mg 2+Tuz uygulamasından ve en düşük değer ise Mg 4+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Yapraktaki Na iyonu incelendiğinde en fazla Na iyonu birikimi Mg 1+ Tuz uygulamasından ve en düşük değer ise Mg 4+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Mg 3, Mg 4 ve Mg 5 uygulamaları ise istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4. 3., Şekil 4.3).

Çizelge 4.3. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök, gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Na elementi iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Kök Na	Gövde Na	Yaprak Na
Kontrol	0.272 B	1.170 C	1.2306 D
Mg 1+Tuz	6.530 A	8.758 AB	7.3513 A
Mg 2+Tuz	6.732 A	10.189 A	6.4585 AB
Mg 3+Tuz	7.339 A	8.026 AB	4.6489 BC
Mg 4+Tuz	6.056 A	5.997 B	3.5498 C
Mg 5+Tuz	5.965 A	6.387 AB	4.1539 C

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.



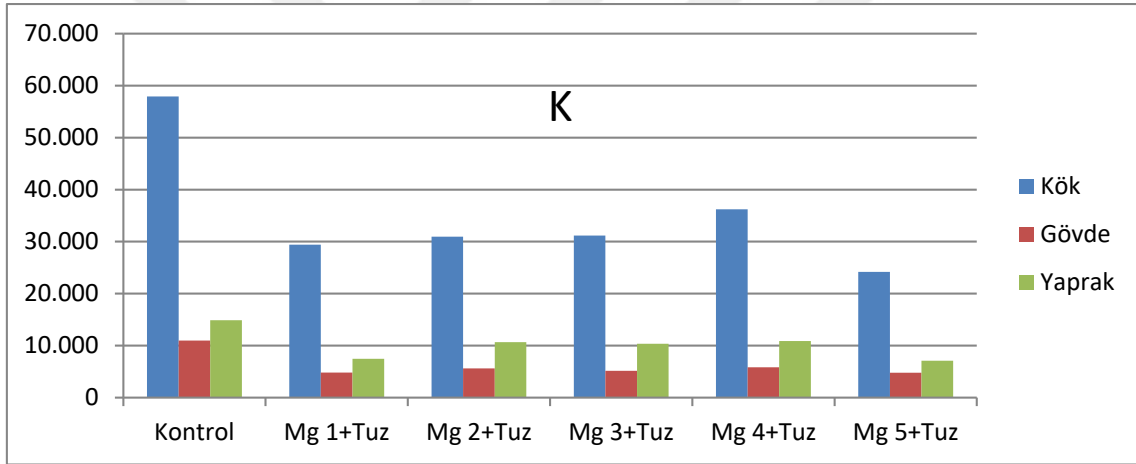
Şekil 4.3. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenenNa birikimleri.

20 günlük tuz stresi sonunda kök, gövde ve yapraklardaki K iyonu miktarı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.4' de verilmiştir. Tuz uygulaması yapılan bütün bitkilerin kök, gövde ve yapraklarında K iyonu miktarında önemli ölçüde düşüşlerin olduğu görülmektedir. Kökteki K iyonu incelendiğinde kontrol grubuna kıyasla K iyonu bakımından en düşük değer Mg 5+Tuz uygulamasından, en yüksek değer ise Mg 4+Tuz ise uygulamasından elde edilmiştir. Gövdedeki K miktarına bakıldığında kontrol grubuna kıyasla en yüksek değer Mg 4+Tuz uygulamasından, en düşük değer ise Mg 5+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Yapraktaki K iyonu incelendiğinde en düşük K iyonu miktarı Mg 5+ Tuz uygulaması ve bunu Mg 1+ Tuz uygulaması takip etmiştir. Tuz uygulamaları içinden K iyonu miktarı en yüksek değer ise Mg 4+Tuz uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.4.,Şekil 4.4).

Çizelge 4.4. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen K elementi miktarları (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Kök K	Gövde K	Yaprak K
Kontrol	57.904 A	109.61 A	148.92 A
Mg 1+Tuz	29.426 B	48.19 C	74.58 B
Mg 2+Tuz	30.938 B	56.18 BC	106.65 B
Mg 3+Tuz	31.172 B	51.62 BC	103.60 B
Mg 4+Tuz	36.220 B	58.27 BC	108.99 AB
Mg 5+Tuz	24.196 B	47.82 C	71.02 B

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.



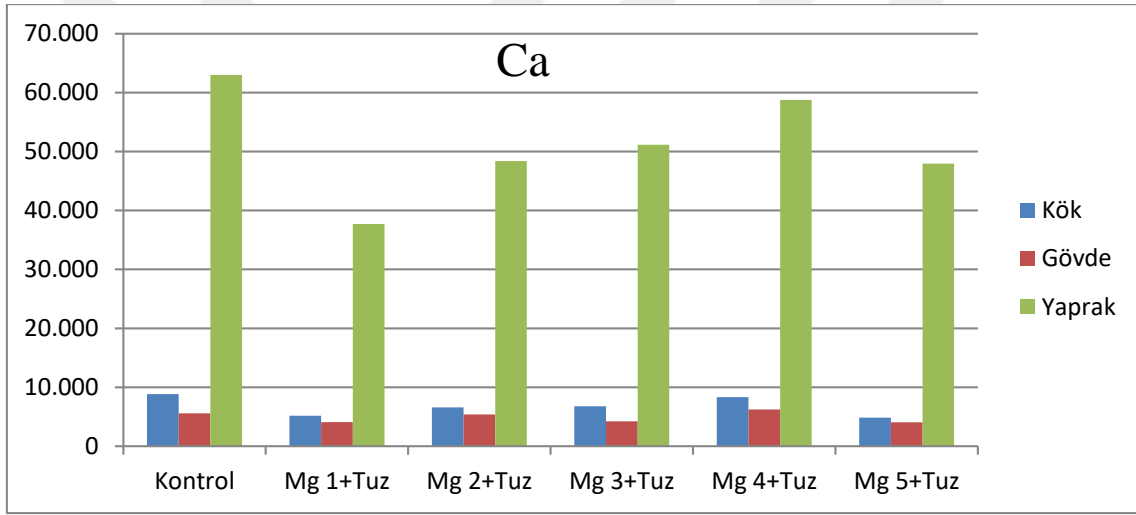
Şekil 4.4. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen K birikimleri.

20 günlük tuz stresi sonunda kök, gövde ve yapraklardaki Ca iyonu miktarı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.5' de verilmiştir. Tuz uygulaması yapılan bütün bitkilerin kök, gövde ve yapraklarında kontrole göre Ca iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Kökteki Ca iyonu incelendiğinde kontrol grubuna kıyasla en yüksek değer Mg 4+Tuz uygulamasından en düşük değer ise Mg 5+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Gövdedeki Ca miktarı istatistiksel olarak önemsiz LSD yapılmaz. En yüksek Mg 4+Tuz uygulamasına en yakın değer kontrol grubu en düşük değer ise Mg 5+Tuz uygulamasıdır. Yapraktaki Ca miktarı incelendiğinden yüksek değer kontrole kıyasla Mg 4+ Tuz uygulaması en düşük değer ise Mg 1+ Tuz uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.5., Şekil 4.5.).

Çizelge 4.5. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök, gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Ca elementi miktarları (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Kök Ca	Gövde Ca	Yaprak Ca
Kontrol	8.840 A	5.587	6.2996 A
Mg 1+Tuz	5.188 B	4.092	3.7722 B
Mg 2+Tuz	6.599 AB	5.395	4.8389 AB
Mg 3+Tuz	6.776 AB	4.238	5.1168 AB
Mg 4+Tuz	8.327 A	6.248	5.8755 A
Mg 5+Tuz	4.844 B	4.070	4.7948 AB

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.



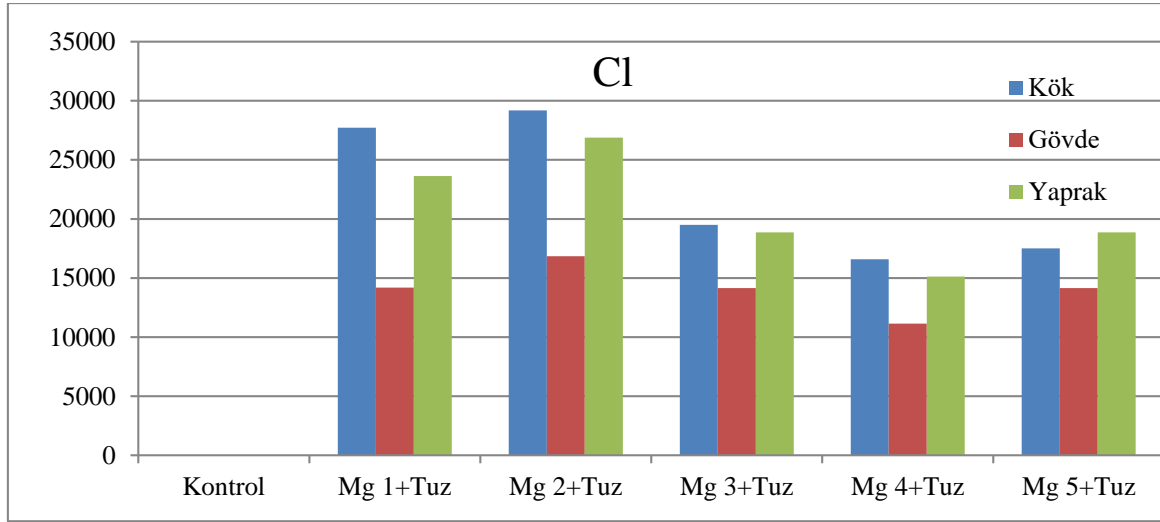
Şekil 4.5. Bitkilerin kök, gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Ca birikimleri.

20 günlük tuz stresi sonunda kök, gövde ve yapraklardaki Cl iyonu miktarı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.6' da verilmiştir. Tuz uygulaması yapılan bütün bitkilerin kök, gövde ve yapraklarında önemli ölçüde Cl iyonu birikimi olduğu dikkati çekmektedir. Kökteki Cl iyonu incelendiğinde kontrol grubuna kıyasla Cl iyonu bakımından en düşük değer Mg 4+Tuz uygulamasından elde edilirken, en yüksek değer Mg 2+ Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Gövdede Cl iyonunu kontrole göre en fazla biriktiren uygulama Mg 2+Tuz olurken, en düşük değeri ise Mg 4+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Yapraktaki Cl iyonu birikimine bakıldığında ise kontrol grubuna kıyasla bu iyonun en düşük değeri Mg 4+Tuz uygulaması, en yüksek değerini ise Mg 2+Tuz uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4. 6., Şekil 4.6.).

Çizelge 4.6. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Cl elementi iyonu birikimleri (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Kök Cl	Gövde Cl	Yaprak Cl
Kontrol	0.1867 C	0.1130 C	0.2840 C
Mg 1+Tuz	2.7723 AB	1.4187 AB	2.3633 AB
Mg 2+Tuz	2.9180 A	1.6843 A	2.6877 A
Mg 3+Tuz	1.9507 AB	1.4153 AB	1.8870 AB
Mg 4+Tuz	1.6583 B	1.1150 B	1.5130 B
Mg 5+Tuz	1.7507 AB	1.4153 AB	1.8870 AB

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.



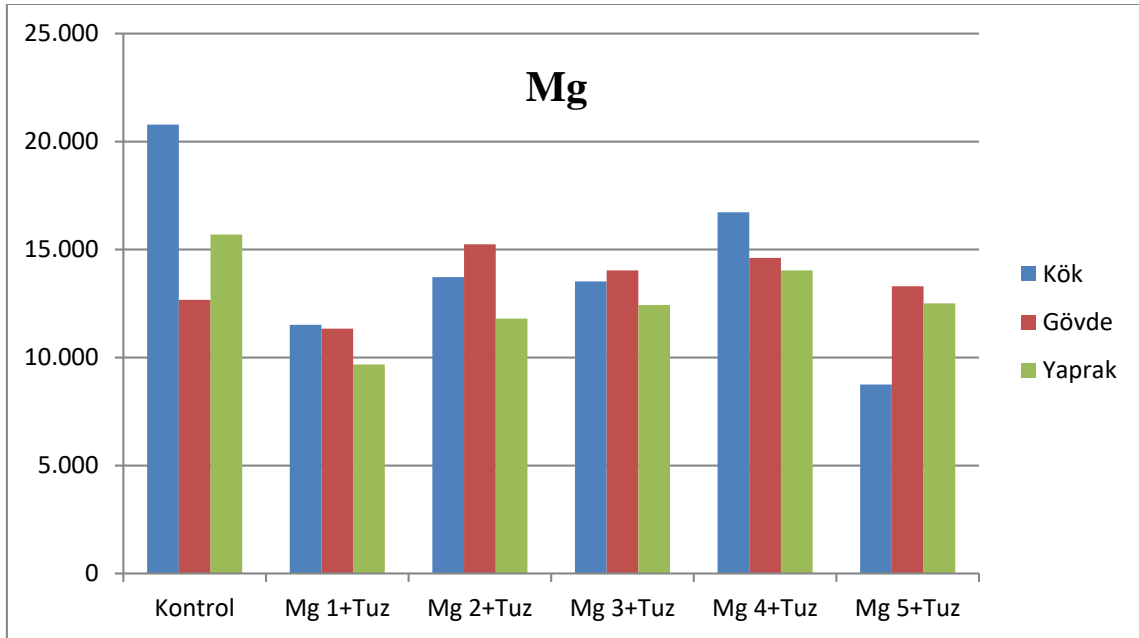
Şekil 4.6. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Cl birikimleri.

20 günlük tuz stresi sonunda kök, gövde ve yapraklardaki Mg iyonu miktarı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7' de verilmiştir. Tuz uygulaması yapılan bütün bitkilerin kök gövde ve yapraklarında kontrole göre Mg iyonu miktarında artış ve düşüşlerin olduğu görülmektedir. Kökteki en yüksek değer kontrole en yakın değer ise Mg 4+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalarda istatistiksel açıdan farklılık gözlenmemiş ve en düşük değer Mg 5+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Gövdedeki Mg miktarına bakıldığında istatistiksel açıdan önemsizdir. En yüksek değer Mg 2+Tuz uygulaması, en düşük değer ise Mg 1+Tuz uygulamasından elde edilmiştir Yapraktaki Mg miktarı incelendiğinde kontrole kıyasla en yakın değer Mg 4+Tuz uygulamasından en düşük değer ise Mg 1+Tuz uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Mg elementi miktarları (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Kök Mg	Gövde Mg	Yaprak Mg
Kontrol	20.786 A	12.669	15.698 A
Mg 1+Tuz	11.514 BC	11.337	9.677 B
Mg 2+Tuz	13.725 BC	15.246	11.808 AB
Mg 3+Tuz	13.528 BC	14.034	12.435 AB
Mg 4+Tuz	16.724 AB	14.616	14.033 AB
Mg 5+Tuz	8.751 C	13.300	12.510 AB

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.



Şekil 4.7. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenenMg birikimleri.

20 günlük tuz stresi sonunda kök, gövde ve yapraklardaki Cu iyonu miktarı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.8' de verilmiştir.

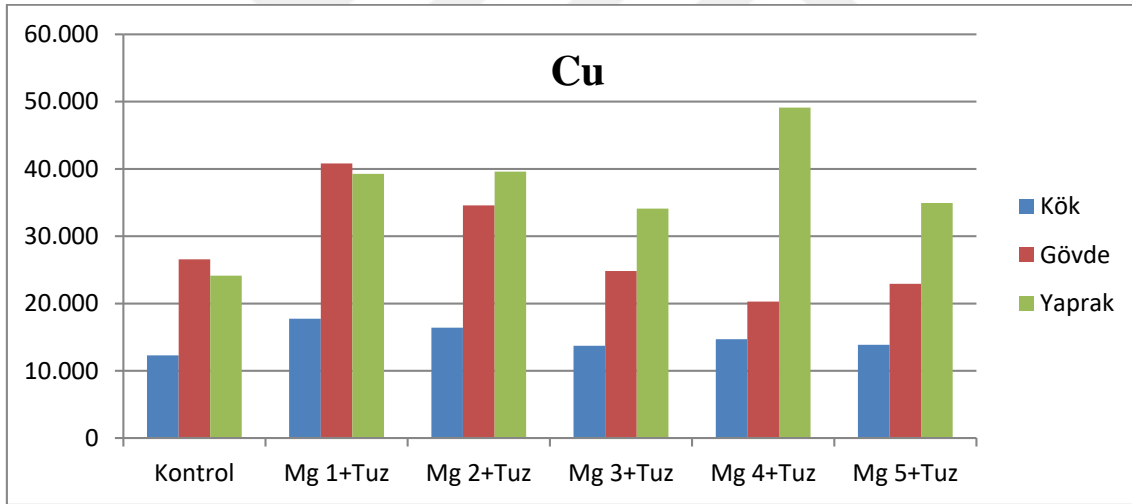
Kökteki Cu miktarı incelendiğinde istatistiksel açıdan önemsizdir. Gövdedeki Cu miktarına bakıldığında en yüksek uygulama Mg 1+Tuz buna en yakın uygulama Mg 2+Tuz uygulamasından en düşük değer ise Mg 4+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tuz uygulamaları arasından Mg 4+Tuz uygulaması hariç diğer uygulamalar istatistiksel açıdan aynıdır. Yapraktaki Cu miktarına bakıldığında kontrol hariç diğer uygulamalar istatistiksel açıdan aynı grupta yer almaktadır. Tuz uygulamalarına göre en yüksek değer

Mg 4+Tuz uygulaması en düşük değer ise Mg 3+Tuz uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.8.,Şekil 4.8.).

Çizelge 4.8. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Cu elementi miktarları (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Kök Cu	Gövde Cu	Yaprak Cu
Kontrol	12.300	2.6581 AB	2.4137 B
Mg 1+Tuz	17.756	4.0813 A	3.9281 AB
Mg 2+Tuz	16.401	3.4577 AB	3.9611 AB
Mg 3+Tuz	13.734	2.4838 AB	3.4117 AB
Mg 4+Tuz	14.696	2.0297 B	4.9115 A
Mg 5+Tuz	13.861	2.2936 AB	3.4933 AB

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.



Şekil 4.8. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Cu birikimleri.

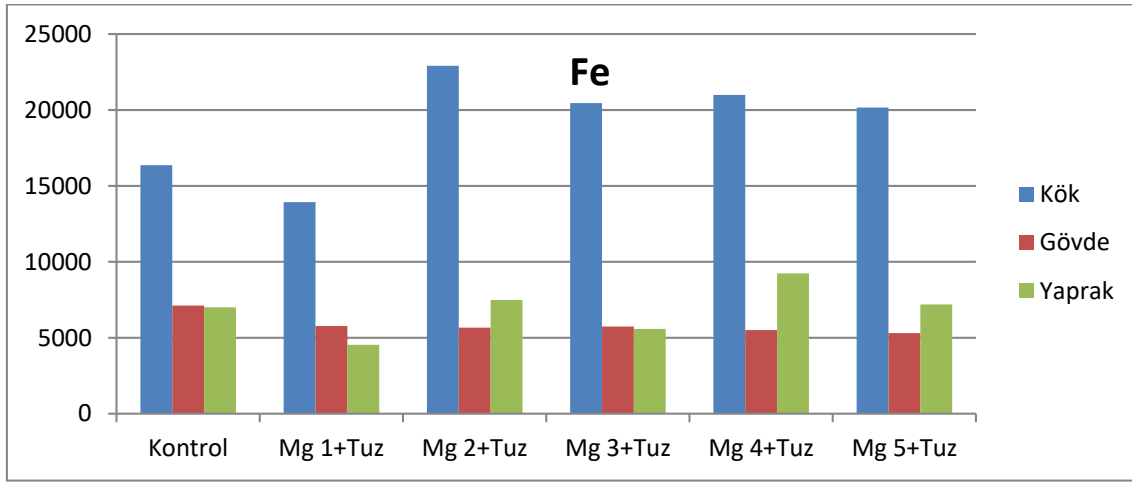
20 günlük tuz stresi sonunda kök, gövde ve yapraklardaki Fe iyonu miktarı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9' da verilmiştir.

Kökteki Fe miktarı incelendiğinde istatistiksel açıdan önemsizdir. Gövdedeki Fe miktarına bakıldığında istatistiksel açıdan önemsizdir. Yapraktaki Fe miktarı incelendiğinde Mg 4+Tuz uygulamasına en yakınuygulama Mg 2+Tuz uygulamasından en düşük değer ise Mg 1+Tuz uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.9. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Fe elementi miktarları (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Kök Fe	Gövde Fe	Yaprak Fe
Kontrol	163.64	7.120	70.01 AB
Mg 1+Tuz	139.35	5.771	45.34 B
Mg 2+Tuz	229.15	5.666	74.94 AB
Mg 3+Tuz	204.54	5.736	55.81 B
Mg 4+Tuz	209.92	5.510	92.37 A
Mg 5+Tuz	201.58	5.304	71.99 AB

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.



Şekil 4.9. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Fe birikimleri.

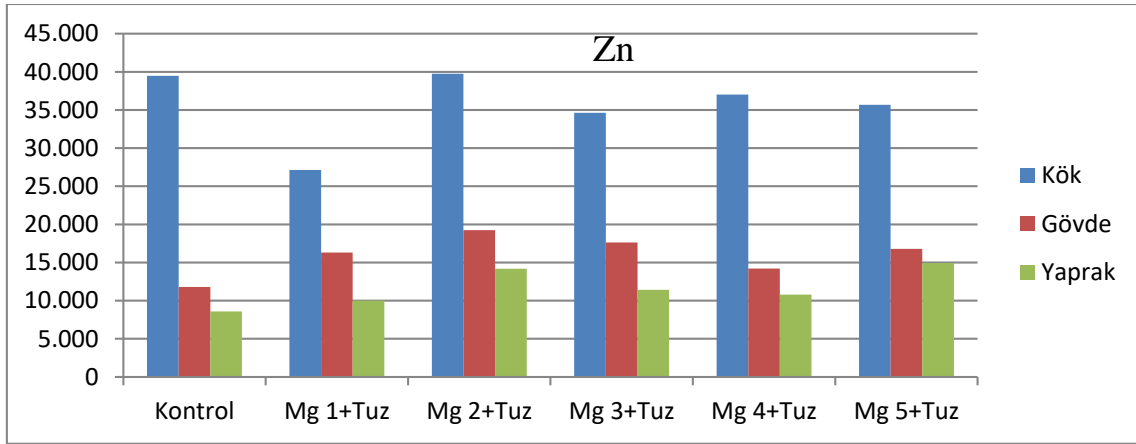
20 günlük tuz stresi sonunda kök, gövde ve yapraklardaki Zn iyonu miktarı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.1' da verilmiştir.

Kökteki Zn miktarı incelendiğinde Mg 2+Tuz uygulamasına kıyasla en yakın değer kontrol grubu ve en düşük değer Mg 1+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tuz uygulamaları arasından Mg 1+Tuz hariç diğer uygulamalar istatistiksel açıdan farklılık göstermemiştir. Gövdedeki Zn miktarı kontrole göre en fazla değerde olan uygulama Mg 2+Tuz olurken, en düşük değeri ise Mg 4+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Yapraktaki Zn miktarı incelendiğinde kontrol hariç diğer tüm uygulamalar istatistiksel açıdan aynıdır. Tuz uygulamalarına göre en yüksek değer Mg 5+ Tuz uygulamalarından en düşük değer ise Mg 1+Tuz uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.10., Şekil 4.10.).

Çizelge 4.10. Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenenZn elementi miktarları (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Kök Zn	Gövde Zn	Yaprak Zn
Kontrol	39.484 A	11.798 B	8.577 B
Mg 1+Tuz	27.133 B	16.311 AB	10.012 AB
Mg 2+Tuz	39.758 A	19.246 A	14.186 A
Mg 3+Tuz	34.625 AB	17.640 AB	11.418 AB
Mg 4+Tuz	37.021 A	14.211 AB	10.780 AB
Mg 5+Tuz	35.682 AB	16.782 AB	14.931 A

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.



Şekil 4.10. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenenZn birikimleri.

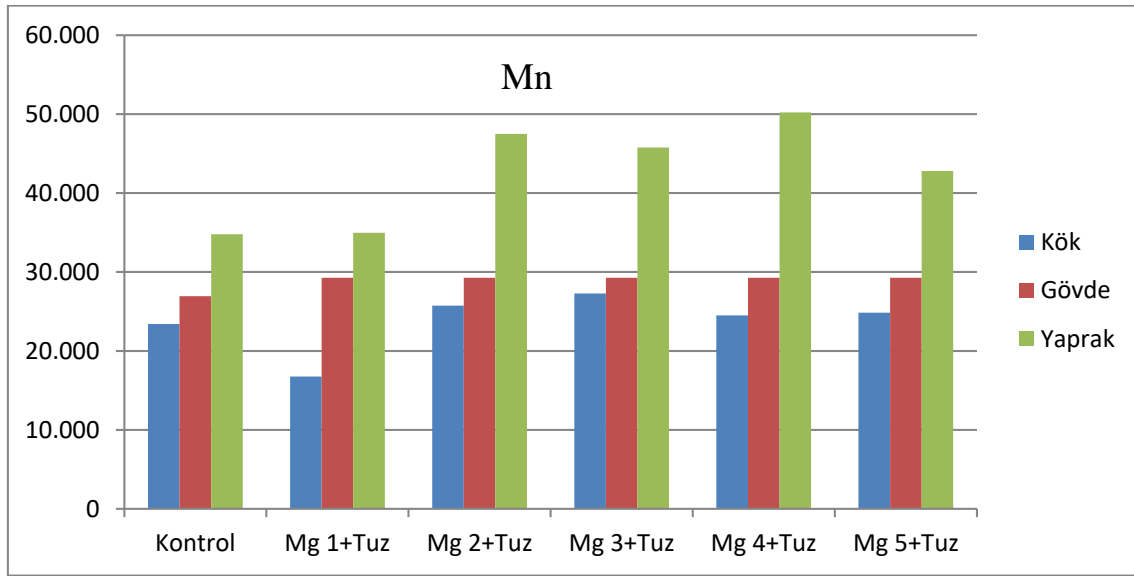
20 günlük tuz stresi sonunda kök, gövde ve yapraklardaki Mn iyonu miktarı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.11' de verilmiştir.

Kökteki Mn miktarı incelendiğinde Mg 1+Tuz hariç kontrol ve diğer tuz uygulamaları istatistiksel açıdan aynıdır. Tuz uygulamalarına göre en yüksek Mg 3+Tuz uygulaması en düşük ise Mg 1+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Gövdedeki Mn miktarına bakıldığında istatistiksel açıdan önemsizdir. Tuz uygulamaları arasında en yüksek değer Mg 2+Tuz uygulaması, en düşük değer ise Mg 4+Tuz uygulamasından elde edilmiştir. Yapraktaki Mn miktarı incelendiğinde Mg 2+Tuz, Mg 3+Tuz, Mg 4+Tuz ve Mg 5+Tuz uygulamaları istatistiksel açıdan aynı gruptadır. En yüksek değer Mg 4+Tuz uygulaması en düşük değer ise kontrol grubudur (Çizelge 4.11 .,Şekil 4.11.).

Çizelge 4.11.Uygulamalar sonrasında alınan bitkilerin kök,gövde veyaprak kısımlarında belirlenen Mn elementi miktarları (μ g/mg T.A.)

UYGULAMA	Kök Mn	Gövde Mn	Yaprak Mn
Kontrol	23.409 AB	2.6930	34.785 B
Mg 1+Tuz	16.749 B	2.9278	34.968 B
Mg 2+Tuz	25.746 AB	3.1152	47.504 A
Mg 3+Tuz	27.288 A	2.5554	45.782 A
Mg 4+Tuz	24.502 AB	2.3157	50.216 A
Mg 5+Tuz	24.842 AB	3.0833	42.794 AB

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.



Şekil 4.11. Bitkilerin kök,gövde ve yaprak kısımlarında belirlenen Mn birikimleri.

4.1.3. Lipid peroksidasyonu (MDA içeriği) ve klorofil bakımından ortaya çıkan değişimler

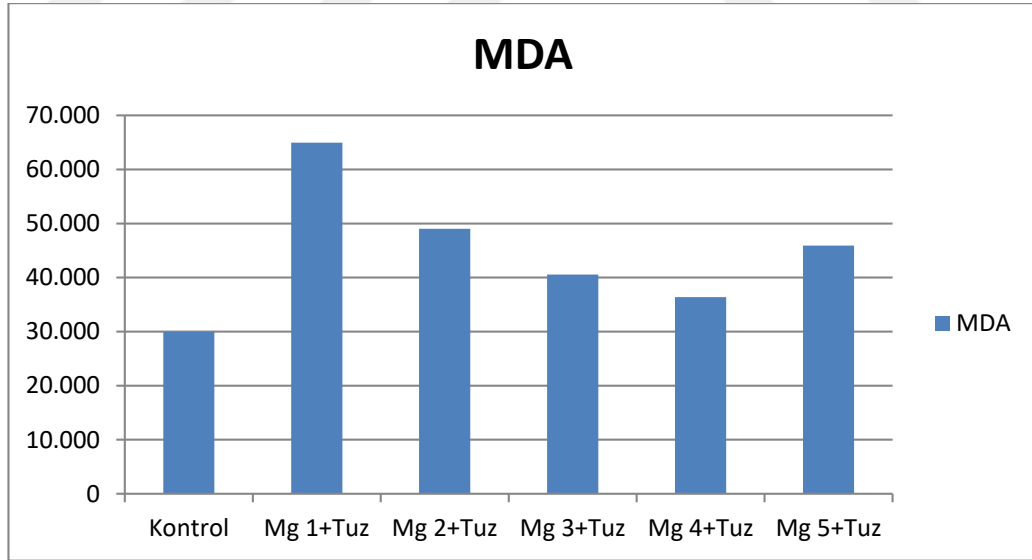
20. gün sonunda bitkilerin yapraklarında belirlenen lipid peroksidasyonu ve klorofil miktarları Çizelge 4. 12, Şekil 4. 12 ve Şekil 4. 13,'de verilmiştir. Tuz stresli kaynaklı oksidatif zararın belirtisi olan hücre zarındaki zararın ya da lipid peroksidasyonun yan ürünü olan MDA miktarları incelendiğinde kontrole göre tuz uygulamalarının hepsinde artışların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 12. Uygulamalardan alınan yaprakların MDA ve Klorofil içerikleri(μ mol/g T.A.)

UYGULAMA	MDA	Klorofil
Kontrol	2.9950 D	4.9433 C
Mg 1+Tuz	6.4950 A	3.6963 D
Mg 2+Tuz	4.9033 B	5.5007 BC
Mg 3+Tuz	4.0553 B-D	6.7787 A
Mg 4+Tuz	3.6373 CD	6.8137 A
Mg 5+Tuz	4.5913 BC	6.1690AB

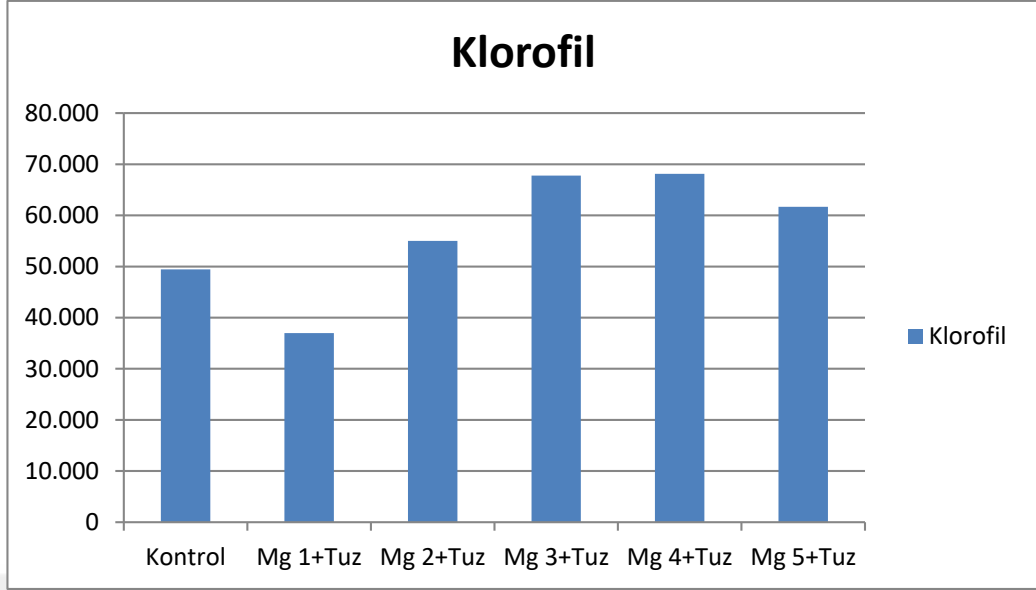
Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.

MDA miktarı en yüksek değer Mg 1+Tuz uygulamasından en düşük değerin ise tuz uygulamaları içerisinde Mg 4+Tuz uygulamasında ölçülmüştür. MDA miktarları esas alınarak tuzun olumsuz etkisinden en fazla etkilenen uygulamanın Mg 1+Tuz olduğu en az etkilenen bitkilerin ise Mg 4+Tuz uygulaması olduğu görülmektedir. Oksidatif zararın tahribatı sonucu klorofil yapısındaki bozulmalar sonucunda bitkilerin yapraklarında klorofil miktarında azalmalar olduğu bilinmektedir.



Şekil 4.12. Uygulamaların MDA miktarı üzerine etkisi.

Çalışmanın 20. gününde alınan yaprakların toplam klorofil miktarları incelendiğinde kontrol bitkilerine göre artış ve düşüşlerin olduğu dikkati çekmektedir. Klorofil miktarı en yüksek olan uygulama Mg 4+Tuz iken, en düşük klorofil miktarı ise Mg 1+Tuz uygulamasında ölçülmüştür.



Şekil 4.13. Uygulamaların klorofil miktarı üzerine etkisi.

4.1.4. Antioksidant enzim aktiviteleri

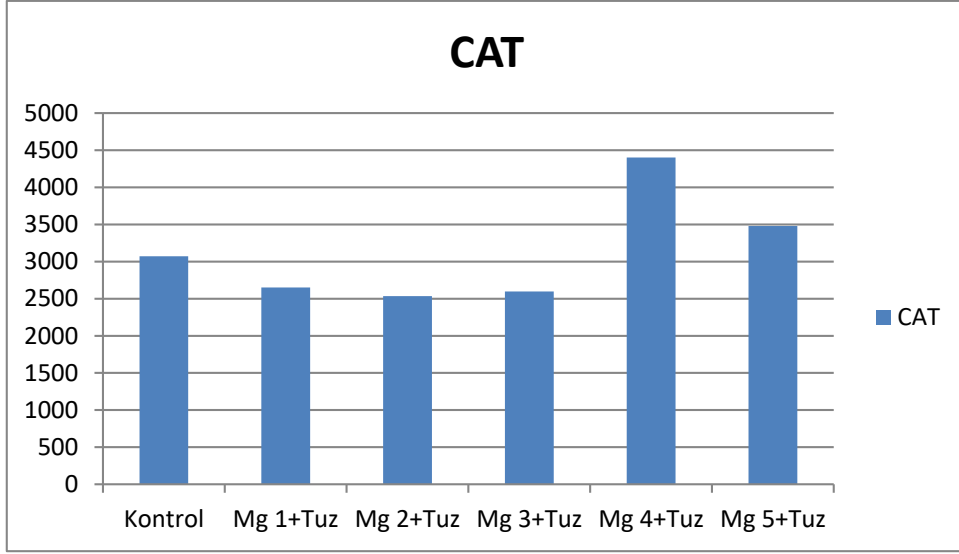
NaCl uygulaması yanında farklı dozlarda Mg uygulanan bitkilerde katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz enzimlerinin aktiviteleri Çizelge 4.13 ile Şekil 4. 14, Şekil 4. 15 ve Şekil 4. 16 ' daverilmiştir.

Çizelge 4.13. Her bir uygulamalardan alınan bitkilerin yaprağındaki Katalaz, Askorbat peroksidaz, Süperoksit dismutaz enzim aktiviteleri (mol/min/mg T.A.).

UYGULAMA	CAT	APX	SOD
Kontrol	3071.5 C	4.5900D	113.333 B
Mg 1+Tuz	2651.8 D	5.4367CD	82.667D
Mg 2+Tuz	2533.9 D	6.8267 BC	68.333E
Mg 3+Tuz	2598.0 D	7.3200B	100.667 C
Mg 4+Tuz	4403.0 A	7.9600 B	107.333 BC
Mg 5+Tuz	3480.2 B	12.9200 A	141.333 A

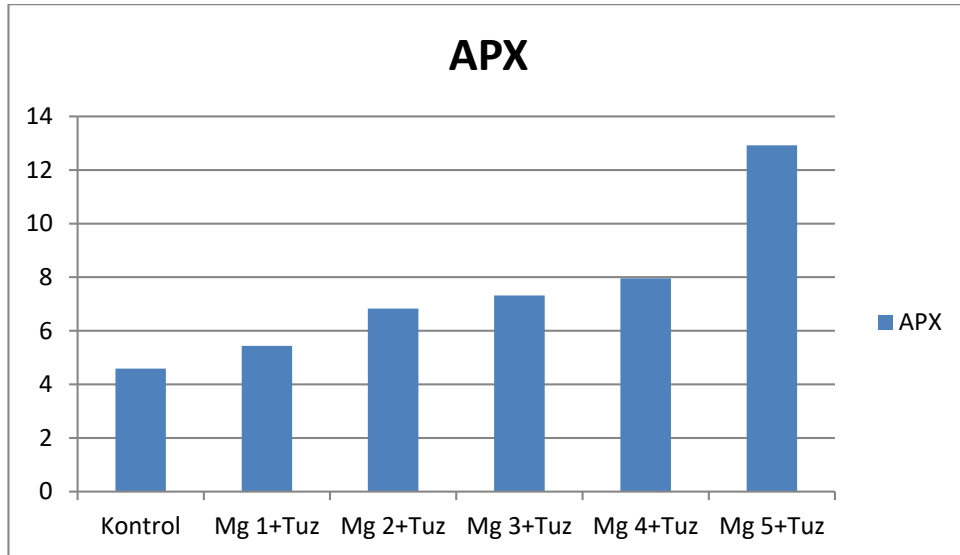
Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ e göre önemsizdir.

Uygulaması sonrası 20. günde tuz uygulanan bitkilerin katalaz enzimi aktivitesinde kontrol bitkilerine göre önemli değişimler saptanmıştır. Katalaz enzimi aktivitesi incelendiğinde Mg 1 +Tuz, Mg 2 +Tuz ve Mg 3+Tuz uygulamaları istatistiksel açıdan aynı grupta yer almıştır. Katalaz enzimi aktivitesi için en yüksek değer Mg 4+Tuz ve Mg 5+Tuz uygulamasından alınırken en düşük değer ise Mg 2+Tuz uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Uygulamaların CAT enzimi üzerine etkisi.

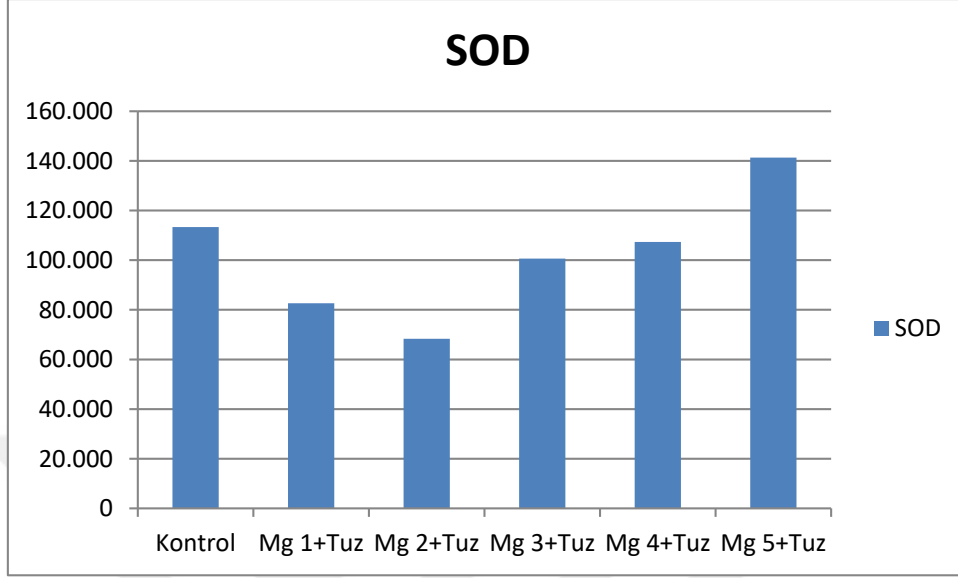
Askorbat peroksidaz enzimi aktivitesi bakımından uygulamalar incelendiğinde kontrole göre tuz uygulamalarının tümünde az yada çok yükselişlerin olduğu görülmektedir. Kontrole göre ve diğer tuz uygulamalarına göre en fazla yükselişin olduğu ve istatistiksel olarak önemli farklılığın olduğu uygulama Mg 5+ Tuz' da belirlenirken, en düşük değer ise Mg 1+Tuz uygulamasından alınmıştır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Uygulamaların APX enzimi üzerine etkisi.

Süperoksit dismutaz enzimi incelendiğinde kontrole göre tuz uygulamaları arasında Mg 1+Tuz ve Mg 2+Tuz uygulamalarında önemli bir düşüşün olduğu, Mg 3+Tuz, Mg 4+Tuz uygulamalarının aynı istatistiksel grupta yer aldığı görülmektedir.

Süperoksit dismutaz enzimi en yüksek değer Mg 5+Tuz, en düşük değer ise Mg 2+Tuz ve bunu Mg 1+Tuz uygulaması takip etmiştir (Çizelge 4.13., Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Uygulamaların SOD enzimi üzerine etkisi.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmada kullanılan Demre sivri biber çeşidine ait fideler Hoagland besin çözeltisi içinde yetiştirilmiş ve bu bitkilere tuz stresi uygulamak için 100 mMNaCl uygulanarak stres yaşatılmıştır. Bitkilere tuz uygulamasının yanında değişik dozlarda Mg uygulamaları yapılmış ve bitkilerin gelişme ve büyüme ile metabolik tepkiler yönünden karşılaştırması yapılmıştır. Tuz uygulamasının 20. gününde bitkilerin bazı gelişme parametrelerine bakılmış ve bu uygulamaların tuza dayanım skalaları 0-5 skalasına göre oluşturulmuştur. Tuz uygulaması ile birlikte artan dozlarda Mg uygulanan biber bitkilerinin büyüme ve gelişme parametrelerinden kök, gövde ve yaprak ağırlığı bakımından ufakta olsa artışlara yol açmıştır. Tuz uygulamaları içinden en yüksek kök, gövde ve yaprak ağırlığı Mg' un dördüncü dozundan alınmıştır. Aynı durumlar yaprak sayısı, bitki boyu ve boğum arası bakımından da gözlemlenmiştir. Munns ve Termaat (1986), Snap ve Shennan (1992), Yaşar ve ark. (2007a), Karanlık (2001)'nin yaptıkları çalışmalarda tuz stresi altındaki bitkilerin gelişiminin olumsuz şekilde etkilendiğini rapor etmişlerdir. Tuz stresinin bitki gelişimi üzerine olumsuz etkisini azaltabileceği öngörüsüyle yaptığımız bu çalışmada tuz stresi altındaki bitkilerin gelişimi üzerine Mg' nin artan dozlarının olumlu etkisinin olduğu söylenebilir.

Lipid peroksidasyonun yan ürünü olan malondialdehid (MDA) adı verilen bu ürün hücre zarı hasara uğradığında açığa çıktığından; yüksek miktarda bulunması hücre zarının tahrip olduğunu, düşük miktarda bulunması ise hücre zarı yapısının bozulmadığını veya az seviyede etkilendiği sonucunu göstermektedir (Yaşar, 2003). Yaşar ve ark. (2007b)'nin karpuzda yaptığı bir çalışmada skala değerleri ile MDA miktarları arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu skala değeri yüksek çıkan genotiplerin MDA düzeylerinin de yüksek çıktığını, aynı şekilde skala değeri düşük çıkan ve tuzdan daha az etkilenen bitkilerin MDA miktarlarında düşük olduğunu belirlemişlerdir. Yine bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde Hernandez ve ark. (1995) bezelyede; Shalata ve Tal(1998) domateste ve Aktaş (2002) biberde yaptıkları çalışmalarda buna benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmamızdan da elde ettiğimiz sonuçlar bu yöndedir. Yaptığımız çalışmada tuz uygulanan bitkilere artan Mg dozlarının bitkileri stresin olumsuz etkilerini kısmen azalttığı gözlemlenmiştir. Mg fotosentezde klorofil molekülünün merkez atomu olarak görev yapar (Papenbrock ve ark., 2000). Dolayısıyla

klorofil sentezi için mutlak gereklidir. Magnezyum normal seviyesinden fazlasının olumsuz çevre koşullarına karşı dokularda Ca gibi koruyucu bir fonksiyon üstlendiği rapor edilmiştir (Hecht-Buchholtz ve Schuster, 1987). Tuz stresi altında genel metabolik faaliyetlerin aksaması, başta Ca ve K olmak üzere N, P ve Mg gibi makro besin elementlerinin alınımında kısıtlanma gibi faktörler klorofil oluşumunu olumsuz etkiler. Turhan ve ark. (2006), ayçiçeğinde, Yaşar (2003) patlıcanda tuz stresine bağlı olarak klorofilin olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca tuz stresi sonucunda yapraklarda görülen klorozlar ise oksijen radikallerinin klorofilleri parçalamasından kaynaklanmaktadır (Üzal, 2009). Yakıt ve Tuna (2006) yaptıkları çalışmada NaCl uygulamasıyla beraber toplam klorofil ve karotenoid içerikleri önemli ölçüde azaldığını, ancak besin çözeltilisine eklenen Ca, K ve Mg bileşikleri NaCl'nin klorofil ve karotenoid miktarları üzerindeki olumsuz etkisini hafiflettiğini belirtmişlerdir. Tuz stresi altında klorofil miktarlarında genel metabolik süreçteki aksamaya bağlı olarak azalma Çiçek ve Çakırlar (2002), Gadallah (1999) gibi araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Biber bitkisi kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada da tuz stresi altındaki bitkiye dışarıdan uygulanan KNO₃ bileşiğinin, yaprak ve köklerde K ve klorofil içeriğini arttırdığı ve stres parametrelerini hafiflettiği bildirilmiştir (Kaya ve Higgs, 2003). Çalışmamızda klorofil miktarları bakımından en yüksek çıkan uygulamalar sırasıyla Mg 4+ tuz, Mg 3+ tuz, Mg 5+ tuz uygulamalarından alınmış ve bu uygulamalar aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Tuz stresi altında bulunan biber bitkilerine artan dozlarda Mg uygulaması ile bitkilerin yapraklarında kloroz ve nekrozların azaldığı gözlemlenmiş, yapılan klorofil analizleri sonucunda bu iyileştirici etkinin klorofil miktarlarında artışı şeklinde olduğunu belirtebiliriz.

NaCl, su potansiyelini azaltmakta bunun yanında, hücredeki iyon dengesini bozarak da bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir. Yüksek miktarda NaCl alımı hücrede Na⁺ ve Cl⁻ iyonu birikiminin artmasına, Ca⁺², K⁺ ve Mg⁺² konsantrasyonlarının ise azalmasına sebep olur (Parida ve Das, 2005). Bitki hücresine giren Na⁺, zar potansiyelini bozar ve anyon kanalları vasıtasıyla hücre dışındaki Cl⁻'un pasif olarak hücreye girişini kolaylaştırır (Niu ve ark., 1995; Tuteja, 2007). Tuz stresi altındaki bitkilerin kök bölgesinde artan Nakonsantrasyonuna bağlı olarak yaprak ve köklerde Na içeriği artarken, Ca ve K miktarları azalmaktadır. Ghoulam ve ark. (2002) şeker pancarında, ve Essa, (2002) soyada; Yakıt ve Tuna (2006) mısırdaki benzer sonuçları rapor

etmişlerdir. Bununla birlikte bitkinin yeşil aksamına Na^+ gidişini engelleyebilen ve seçici olarak yüksek oranlarda K^+ , Ca^{+2} gönderen genotiplerin tuz zararına karşı daha dayanıklı olduğu Yaşar (2003), Yaşar ve ark. (2006b), Yaşar (2007) tarafından da bildirilmektedir. Yaşar ve ark. (2006a), Aktaş (2002), Turhan (2002), nın yaptıkları çalışmalarda tuz stresi altında bitkilerin yapraklarında Na ve Cl iyonunun birikiminin arttığını belirlemişlerken bizim yaptığımız çalışmada tuz stresi altındaki bitkilere artan dozlarda Mg uygulamalarının bitkilerin yapraklarında Na ve Cl iyonu birikimini azalttığı görülmüştür. Ayrıca Levitt (1980), ortamda NaCl fazla olması durumunda bitkilerin Na iyonunu fazla aldığı ve rekabetten dolayı K iyonunda azalmalar olduğunu bildirmiştir. Aynı şekilde Yaşar ve ark. (2006d) karpuzda yaptıkları çalışmada tuz stresi altındaki bitkilerin yapraklarında K ve Ca iyonu azalırken yaptığımız çalışmada tuz stresi altındaki bitkilere artan dozlarda Mg uygulamaları ile bu iyonların alımının neredeyse kontrol bitkileriyle aynı değerlerde olduğu dikkati çekmektedir.

Yaptığımız çalışmada kök, gövde ve yapraklarda en düşük Na iyonu birikimi Mg 4+tuz ve Mg 5+tuz uygulamalarından elde edilmiştir. Mg dozu arttıkça bitkilerin Na iyonu birikiminde düşüşlerin olduğu görülmektedir. Cl iyonu birikimi bakımından da aynı şeyleri söylemek mümkündür. Tuz stresi altındaki bitkilere artan dozlarda Mg uygulamalarının bu iki iyonun birikimini azalttığı belirlenmiştir. Tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltıcı ve bitki hücrelerinin dayanımı üzerinde etkili olan K ve Ca iyonu alımı bakımından ise uygulamalar karşılaştırıldığında bu iki iyon bakımından ise en yüksek miktarın Mg 4+ tuz uygulamalarından elde edilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda NaCl uygulamaları ile birlikte besin çözeltisine ilave edilen Ca, Mg ve K'lı bileşikler, NaCl'nin zararlı etkisini azaltıcı ve/veya ortadan kaldıracı yönde olmak üzere bitkide makro element miktarları üzerine genellikle olumlu etki yapmıştır. Ayrıca bu uygulamalar sonrasında toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları tuz uygulamasından olumsuz etkilenmiş fakat besin çözeltisine eklenen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler tuzun olumsuz etkisini kısmen hafifletmiş, kontrol ve tuz grubuna göre iyileştirici etki yapmışlardır. (Yakıt ve Tuna, 2006; Türkmen ve ark., 2002). Bizimde elde ettiğimiz veriler bu yönde olmuştur.

Bitkilere artan dozlarda Mg uygulaması ile bitkinin kök, gövde ve yapraklarında Mg iyonu birikimi Mg'un son dozu olan Mg 5+ tuz uygulamasına kadar artmış fakat bu dozda bitki fazla olan magnezyumu almadığı için bitkinin bütün organlarında düşüş meydana gelmiştir.

Yaptığımız çalışmada SOD ve APX enzimlerinde tuz uygulamaları içinde en yüksek enzim aktiviteleri Mg 5+Tuz uygulamasında ölçülmüştür. Bunu SOD aktivitesinde ise Mg 4+ Tuz uygulamasında takip etmiştir. Bu enzimler arasında en düşük enzim aktivitesi ise Mg 1+ Tuz uygulamasında belirlenmiştir. CAT enzimi aktivitesi olarak en yüksek değer Mg 4+ Tuz uygulamasında ölçülmüş ve bunu Mg 5+ Tuz uygulaması takip etmiştir. Stres altındaki bitki türlerinde antioksidant enzim aktivitesindeki artış ile oksidatif stres zararındaki azalma arasında önemli bir korelasyonun bulunduğu (Yaşar ve ark., 2006b; Yıldız ve ark., 2010.) bilinmektedir. Daha önceden çok farklı araştırmacılar tarafından farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda bitkilere stres uygulandığında türün ve çeşidin genetik yapısına bağlı olarak antioksidant enzim aktivitelerinde artışların olduğu görülmüştür (Yaşar 2003; Türkan ve ark.2005; Yasar ve ark. 2008a,b; Yasar ve ark., 2016). Ayrıca Yaşar (2003), çeşitli patlıcan genotiplerinin tuza dayanım durumlarını belirlediği çalışmasında tuza tolerant genotiplerin enzim aktivitelerinin yüksek olduğunu tuza hassas olan genotiplerin ise enzim aktivitelerinin düşük olduğunu belirtmiştir. Bu çalışma ile benzer sonuçları Hernandez ve ark.(1993), Aktaş (2002), Karanlık (2001)' da yaptıkları çalışmalar sonucunda belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da tuz uygulanan bitkilere artan Mg dozlarının bitkileri stresin olumsuz etkilerini kısmen azalttığı gözlemlenmiştir. Buna göre tuzdan daha fazla etkilenen uygulama olan magnezyumun en düşük dozunun bulunduğu Mg 1+ tuz uygulaması en düşük enzim aktivitesine sahip olmuştur. Tuza dayanımı en fazla olan Mg 4+ Tuz, Mg 5+ Tuz, Mg 3+ Tuz uygulamalarının ise en yüksek enzim aktivitelerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada farklı dozlarda uygulanan Mg'un tuz stresi altındaki biber bitkisinde bazı antioksidant enzimlerin aktivitesinde belirgin değişmelere yol açtığı açıkça görülmüştür. Bu bilgiler ışığında tuz stresi altındaki biber bitkilerine magnezyumun artan dozlarının bitkileri tuz stresinin olumsuz etkilerinden koruyacağı kanısına varılmıştır.

Tuz stresi altındaki biber fidelerine artan dozlarda Mg uygulamalarının tuzun olumsuz etkisini azaltmada kısmen de olsa etkili olduğu yapılan ölçüm ve analizler sonucunda söylenebilir.



KAYNAKLAR

- Akdoğan, S., Özkan, İ., 2000. Gelişmenin Değişik Dönemlerinde Uygulanan Su Noksanlığı Geriliminin Biber Bitkisi (*Capsicum annuum* L.)'nin Tuza Duyarlılığı Üzerine Etkisi. *Ankara Üniversitesi, Tarım bilimleri Dergisi*, **6** (3),1-8.
- Aktaş, H. 2002. *Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü., Doktora Tezi, Adana, 105 s.
- Anaç, D., Aksoy, U., Anaç, S., Hepaksoy, S., Can, Z., 1979. Potassium and leaf water relations under saline conditions, *Sciences Registration* IPI satellite program.
- Anonim, 2015. Türkiye biber üretimi. <http://tüik.com/>. (Erişim tarihi 15.05.2015.)
- Anonim, 2016a. Biberin bilimsel sınıflandırılması. www.wikipedia.org/.(Erişim tarihi 2.06.2016.)
- Anonim, 2016b. Dünya biber üretim. <http://faostat.fao.org/>. (Erişim tarihi 25.05.2016.)
- Anonim, 2016c. Türkiye biber üretimi. <http://tüik.com/>. (Erişim tarihi 5.05.2016.)
- Anonim, 2017a. Biber. www.girebi.com/soframızın-vazgeçilmezi-sebzeler-aslen-nereli (Erişim tarihi:10.01.2017.)
- Anonim, 2017b. Acı Biber Yağı. <https://www.ciftcizade.com/bitkisel-yağlar/tbbi-aromatik-doğal-bitkisel-yağlar/>(Erişim tarihi 10.01.2017.)
- Anonim, 2017c. Biberin anavatanı ve yayılışı. www.dunyagıda.com.tr.(Erişim tarihi 25.03.2017.)
- Aranda, R.R., Syvertsen, J.P., 1996. The Influence of Foliar Applied Urea Nitrogen and Salina Solutions on Net Gas Excehenc of Citrus Leaves, *Journal American Society Horticultural Science*, **121**:501-506.
- Ashraf, M., 1994. *Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences*, **13**(1); 17-42.
- Ayyıldız, M., 1990. *Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344,1–282, Ankara.
- Banuls, J., Primo-Milo, E. 1992. Effect of chlorid and sodium on gas Exchange parameters and water relations of Citrus plants. *Plant Physiology*, **78**: 238-246.

- Beringer, H., Trolldenier, G., 1978. Influence of K nutrition on the response to environmental stresses. In: Potassium Research – Reviews and Trends”. *International Potash Institute*, Basel, Switzerland, pp. 189–222.
- Blum, A.1985. *Breeding crop varieties for stres environments CRC critical reviews in plant science*.2;199-238,
- Bohnert, H.J., Sheveleva, E., 1998. *Plant stress adaptations making metabolism move. Current Opinion in Plaant Biology*, 1: 267-277.
- Bohra, J.S., Doerffling, K., 1993. *K nutrition of rice (O. sativa L.) varieties under NaCl salinity. Plant and Soil*.152 (2): 299–303.
- Brugnoli, E., Lauteri, M., 1991. Effects of Salinity on Stomal Conductance, Photosynthetic Capacity, and Carbon Isotop Discirmination of Salt Tolerant (*Gossypium hirsitum*L.) and Salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C₃ Nonhalofites. *Plant Physiology*., 95:628-635.
- Chartzoulakis, K.S., Klapakı, G., 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia horticulturae*,86(33):247–260.
- Chen, C.T., Li, C.C., Kao, C.H., 1991. Senescence of Rice Leaves XXXI. Changes of Chyorophyll, Protein, and Polyamine Contents and Ethylene Production During Senescence of a Corophyll-deficient Mutant. *Journalof Plant Growth Regulation*,10: 201-205.
- Clarkson, D.T., Hanson, J.B., 1980. The Mineral nutrition of higher plants. *Annual Review Plant Physiology*.,31: 239-2980.
- Cornillon, P., Palloix, A., 1997. Influence of sodium chloride on the growth and mineral o pepper cultivars. *Journal Plant Nutrition*.,20(9). 1085-1094.
- Çakmak, I., 1994. Activity of Ascorbate-Dependent H₂O₂ Scavenging Enzymes and Leaf Chlorosis are Enhancend in Magnesium and Potassium Deficient Leaves, But Nat in Pohsphorus Deficient Leaves. *Journal Experimental Botany*.,45: 1259-1266.
- Çakmak, I., Marschner, H., 1992. Magnesium Defficiency and Hilight İntensity Enhance Activities of Superoxide Dismutase, Ascorbate Peroxidase and Glutathione Reductase in Bean Leaves. *Plant Physiology*.,98: 1222-1226.
- Çiçek, N., Çakırlar, H., 2002. The effect of salinity on some physiological parametersin two maize cultivars. *Bulgarian Journal Plant Physiology*.,28(1–2): 66–74.
- Çulha Ş., Çakırlar H.,2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz toleransı mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*.,11:11-34

- Davies., K.J.A., 1987. Protein Damage and Degradation by Oxygen Radicals.1. General Aspects. *Journal Biological Chemistry*,**262**: 9895-9901.
- Demiral, M. A., 2004. Effect of Cultivars on uptake and translocation of sodium and chloride in olive (*Olea Europaea* L.) plant. *Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*,**1**(2): 5-12.
- Demiral, M. A., 2005. Comparative response of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars to salinity. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*,**29**: 267-274.
- Demiral, M. A., Aydın, M., Yorulmaz, A., 2005. Effect of salinity on growth, chemical composition and antioxidative enzyme activity of two malting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Turkish Journal of Biology*, **29**: 117-123.
- Dhindsa, R.S., Mathowe, W., 1981. Drought Tolerance in Two Mosses : Correlated with Enzymatic Defence Against Lipid Peroxidation.*Journal of Experimental Botany*,**32** (126) : 79-91.
- Dinç, U., Şenol, S., Atlay, I., Cangir, C. 1993. *Türkiye Toprakları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51: 233.
- Ebrahimzadeh H, Meighany F, Rahimian H., 2000. Role of mineral ions in salt tolerance of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Pakistan Journal of Botany*,**32**,2, 265-271.
- Ekiz, H., Bağcı, S.A., Yılmaz, A., Çağlayan N., Bozoğlu, S., 1995. Bazı arpa genotiplerinin tuzluluğa karşı toleranslarının ve toleransla ilgili seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi. **3. Arpa. Malt Sempozyumu**, 5-7 Eylül, Konya.
- El Gassar, A.M., El-Azad, E. M., Shehata, M., 1979. Effect of irrigation with fraction of sea water and drainage water on growth and mineral composition of young grapes, guavas, oranges and olives. *Alexandria Journal Agriculture Research*,**27**: 207-219.
- Emerman, S.H., Dawson. T.E., 1996. The role of macrospores in the cultivation of bell.
- Epstein, E., Nortlyn, J.D., Rush, D.W., Kingbury, R.W., Keller, D.B., Cunnigham, G.A., Wrona, A.F., 1980. Saline Culture of Crops. *A Genetic Approach Science*,**210**:399-404.
- Essa T.A., 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean.(*Glycine max* L. Merrill) cultivars.*Journal of Agronomy and Crop Science*,**188**,2:86-93.
- Flowers, T. J., 1988. Chloride as a nutrient and as an osmoticum. In. Tinker B., Lauchli A., Eds. *Advances in Plant Nutrition*,**3**, 55-78.

- Fridovich, I., 1986. Biological Effects of The Superoxide Radical. *Arch Biochem Biophys.*,**274**: 1-11
- Gadallah M.A.A, 1999. Effects Proline and Glycinebetaine on Vicia Faba Responses To Salt Stress. *Biologia Plantarum.*,**42**, 249-257.
- Gezerel, Ö., 1998. Meyve Ağaçlarının Gübrenmesi ve Sorunları. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Çukurova Üniversitesi Pozantı Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi, *Ülke Ölçeğinde Meyvecilik Geliştirme Entegre Projesi Eğitim Programı II*, Adana.
- Ghoulam, C., Foursy, A., Fares, K., 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars, *Environmental and Experimental Botany.*,**47**, 39-50.
- Gomez, J.M., Hernandez, J.A., Jimenez, A., Del Rio, L.A., Sevilla, F., 1999. Differential response of antioxidative enzymes of chloroplast and mitochondria to long term NaCl stress of pea plants. *Free Radical Research.***31**, 11–18.
- Govindarajan,V.S.,Salzer, U.J.,1985.Capsicum-Production, Technology, Chemistry,and Quality part 1: History, botany, cultivation, and primary processing.*CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **22**, 410-416.
- Gueta-Dahan, Y., Yaniv, Z., Zlinskas, B.A., BenHayyim, G., 1997. Salt Oxidative Stress: Similar and Specific Responses and Their Relation to Salt Tolerance inCitrus. *Planta*, **203**: 460-469.
- Grattan, S.R., 1993. How Plants Responds To Salts. *Agricultural Salinity and Drainage*. Hanson, B., Grattan, S. R. and Fulton, A. (Eds), University of California Irrigation Program, University of California, Davis, Pages:3-5.
- Hartmann, H. T., Uriu, K., Lilleland, O., 1966. Olive nutrition,. In: N.F. Childers (ed.) Temperate to Tropical Fruit Nutrition. *Horticultural Publications*, The State University, Rutgers. 252-261.
- Hallewel, B., Gutteridge, J.M.C., 1985. *Free Radicals in Biology and Medicine*. Clarendon Press, Oxford.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Handa, A.V., 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. *HorticulturalScience.*,**21**: 1317-1324.
- Hasegawa, P.P., Bressan, R.A., 2000. Plant cellular and mol. res. to high salinity. Annu Review Plant Physiol. *Plant Molecular Biology.*,**51**:463-499.
- Hecht-Buchholtz C., Schuster, J., 1987. Responses of Al-tolerant Dayton and Al-sensitive Kearney barley cultivars to calcium and magnesium during Al stress. *Plant and Soil* , **99**:47-61.

- Hernández, J.A., Corpas, F.J., Gómez, M., del Río, L.A., Sevilla, F., 1993. Salt-induced oxidative stress mediated by activated oxygen species in pea leaf mitochondria. *Physiology Plant*, **89**:103–110.
- Hernández, J.A., Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F., del Río, L.A., 1995. Salt-induced oxidative stress in chloroplast of pea plants. *Plant Science*. **105**:151–167.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I., 1938. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. *Circular California Agricultural Experiment Station*, **1**, 347-461.
- Irshad, M., Yamamoto, S., Enerji, A. E., Endo, T., Hona, T., 2002. Urea and Manure Effect on Growth and Mineral Contents of Maize Under Saline Conditions, *Journal of Plant Nutrition*, **25**(1): 189-200. ISSN 1018-8851.
- Jacoby, B., 1993. *Mechanisms Involved in Salt Tolerance by Plants*. Handbook of Plant and Crop Stress. Pessarakli, M. (Ed), Newyork, USA, Pages: 97-123.
- Kacar, B., 1994. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri*. III Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları:3, Ankara, 703s.
- Kacar, B., Katkat V., 2010. *Bitki Besleme*. Nobel Yayın Dağıtım Yayın No:849 Fen Bilimleri:30 Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No:49, Ankara, 377 395.
- Karanlık, S., 2001. *Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması*. (doktora tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana.
- Karadavut, U., 1995. GAP' ta üretim potansiyeli. *Türk Kooperatifçilik Kurumu Karınca Dergisi*, Ankara. 54-56 s.
- Kaya, C., Higgs, D., 2003. Supplementary KNO₃ Improves Salt Tolerance in Bell Pepper Plants, *Journal of Plant Nutrition* .**26**(7):1367-1382.
- Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H., 2001. The effects of high salinity and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulgarian. *Journal Plant Physiology*.**27** (3–4): 47–59.
- Khanouja, S. D., Chaturvedi, K. N. J., Garg, V. K., 1980. Effect of exchangeable sodium percentage on the growth and mineral composition of Thomson Seedless grapevine. *Science Horticultural*.**12** (1): 47-53.
- Kreji, C., 1999. Production, Blossom-End Wet and Uptake of Sweet Papper as Affect by Sodium, Cation Ration and EC of The Nutrition Solution. *Graterbauwissenschaft*,**4**, 158-164.

- Levitt, J., 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Volume II, 2nd ed. Academic Press, New York, pp:607.
- Luna, C., Seffino, L.G., Arias, C., Taleisnik, E., 2000. Oxidative Stress Indicators as Selection Tools for Salt Tolerance in *Chloris gayana*. *Plant Breeding*, **119**: 341-345.
- Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J., 1996. NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. *Annals Botany*, **78**: 389-398.
- Maas, E. V., 1986. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*, **1**: 12-26.
- Maas, E. V., 1990. *Crop salt tolerance*. Agricultural Salinity assessment and management, Am. Soc. Civil eng. manuals and reports on Eng. Practisesi **no.71**: 262-326.
- Makela, P., Kontturi, M., Pehu, E., Somersalo, S., 1999. Photosynthetic response of drought and salt-stressed tomato and turnip rape plants to foliar- applied glycinebetaine. *Physiology Plant.*, **105**: 45-50.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 657-680.
- Marschner, H., 2008. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Digital Print. Academic Press., pp. 889.
- Mini, C., Wahab, M.A., 2002. Effect of Withering on Quality of Chili. *Vegetable Science*. **29** (81) s. 82-83.
- Munns, R., Termaat, A., 1986. Whole-plant responses to salinity. Aust. *Journal Plant Physiology.*, **13**; 143-160.
- Nieves, M., Cerda, A., Botella, M., 1991. Salt tolerance of lemon scions measured by leaf chloride and sodium accumulation. *Journal Plant Nutrition*, **14**, 623-636.
- Niu, X., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., Pardo, J.M., 1995. Ion Homeostasis in NaCl Stress Environments. *Plant Physiology*, **109**, 735-742.
- Paksoy, M., Uslu, Ö. S., 2006. Türkiye’de Kırmızı Biberin Pazarlanması ve Sorunları, <http://www.kahramanmarastarim.gov.tr/makaleler/makale1.htm>. (Erişim tarihi 27.05.2016.)
- Parida, A.K., Das, A.B., 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: *a Review*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **60**, 324-349.
- Papenbrock, J., Mock, HP., Tanaka, R., Kruse, E., Grimm, B., 2000. Role of magnesium chelatase activity in the early steps of the tetrapyrrole biosynthetic pathway. *Plant Physiology.*, **122**:1161-1169.

- Roa, I.,M,Sharp., R. E., Boyer, J.S., 1987. Leaf magnesium alters photosynthetic response to low water potentials in sunflower. *Plant Physiology*, **84**:1214-1219.
- Romero-Aranda, R., Soria, T., Cuartero, J., 2001. Tomato plant- water uptake and plantwaterrelationships under saline growth conditions. *Plant Science*, **160**: 265-272.
- Sahu, A. C., Mishra, D., 1987. Changes in some enzyme activities during excised rice leaf senescence under NaCl-stress. *Biochemie und Physiologieder Pflanzen*, **182**: 501-505.
- Sajjad, M. S., 1986. Evaluation of wheat germplasm for salt tolerance. *Rachis*, **5**(1):28-31.
- Salin, M.L., 1987. Toxic Oxygen Species and Protective System of The Chloroplast. *Physiology Plant*, **72**: 681-689.
- Sas-Institutue, 1985. Sas/State User's Guide 6. 03 ed. SAS. Institute. Cary, North Carolina.
- Seemann, J.R., Critchley, C., 1985. Effects of salt stress on growth, ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of a salt sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L. *Planta*, **164**: 151-162.
- Sevengor, S., Yasar, F., Kusvuran, S., Ellialtioglu, S., 2011. The Effect of Salt Stress on Growth, Chlorophyll Content, Lipid Peroxidation and Antioxidative enzymes of Pumpkin Seedling. *African Journal of Agricultural Research*, **6**(21), 4920-4924.
- Sevgican, A., 1999. *Örtüaltu Sebzeçiliği*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Basımevi, İzmir, 302.
- Shalata, A.,Tal, M., 1998. The Effect of Salt Stress on Lipid Peroxidation and Antioxidants in The Leaf of the Cultivated Tomato and Its Wild Salt-Tolerant Relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiology Plant*, **104**: 169-174.
- Shalhevet, J.,Bernstein, L., 1967. Effects of Vertically Heterogeneous Soil Salinity on Plant Growth and Water Uptake. *Soil Science*, **106**:2, U.S.A.
- Shannon, M. C., Grieve, C. M., 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, **78**: 5-38.
- Sharma, S.K., 1990. Effect of Salinity on Internal Distribution of Na, K and Cl and the Mechanism of Salt Injury in Chickpea. *Plant Physiology and Biochemistry*, **17**(1): 41-47.

- Snapp, S.S., Shennan C., 1992. Effects of Salinity of Root and Deth Dynamics of Tomato, *Lycopersicum esculentum* Mill., *New Phytologist*, **121**: 71-79.
- Somos, A., 1984. *The Paprika*. Akademiai Kiado, Budapest, pp: 302.
- Sönmez, B., 1990. *Tuzlu ve sodyumlu topraklar*. T. O. K . B. Köy Hizmetleri Şanlı Urfa Araşt. Enst. Müd. Yayınları (62): 60 s.
- Sperrazza, J.M., Spremulli L.L., 1983. Quantitation of cation binding to wheat germ ribosomes: influences on subunit association equilibria and ribosome activity. *Nucleic Acids Research*, **11**: 2665-2679
- Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U., Weschke, W., 2000. Differential Response of Antioxidant Compounds to Salinity Stress in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Seedling of Fox-Tail Millet (*Setaria italica*). *Physiology Plant*, **109**: 435-442.
- Streb, P., Feirabend, J., 1996. Oxidative Stress Responses Accompanying Photoinactivation of Catalase in NaCl-Treated Rye Leaves. *Botany Acta*, **109**: 125-132.
- Suhayda, G. G., Redmann, R. E., Harvey, B. L., Cipywnyk, A. L., 1992. Comparative response of cultivated and wild barley species to salinity stress and calcium supply. *Crop Science*, **32**: 154-163.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S., 2008. *Özel Sebzeçilik*. Namık Kemal Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü. p. 485.
- Taban, S., Günes, A., Alparslan, M., Özcan H., 1999. Değişik mısır çeşitlerinin tuz stresine duyarlılıkları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **23** (3): 625-633.
- Taleisnik, E., Peyran, G., Arias, C., 1997. Respose of *Chlorisgayana* Cultivars to Salinity. 1. Germination and Early Vegetatif Growth. *Tropical Grassland*, **31**: 232-240.
- Tattini, M., Bertoni, P., Caselli, S., 1992. Genotypic responses of olive plants to sodium chloride. *Journal of Plant Nutrition*, **15**: 1467-1485.
- Tattini, M., Ponzio, C., Coradeschi, M. A., Tafani, R., Traversi, M. L., 1994. Mechanism of salt tolerance in olive plants. *Acta Horticulturae*. **356**: 181-184.
- Tattini, M., Lombardini, L., Gucci, R. 1997. The effect of NaCl stress and relief on gas exchange properties of two olive cultivars differing in tolerance to salinity. *Plant and Soil*, **197**: 87-93.
- Tester, M., Davenport, R., 2003. Na⁺-tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*. **91**: 503-27.

- Therios, I. N., Misopolinos, N. D. 1988. Genotypic response to sodium chloride salinity of four major olive cultivars (*Olea europea*. L.). *Plant and Soil*, **106**: 105-111.
- Turhan, E., 2002. *Farklı Ortamlarda Yetiştirilen Çileklerin Tuza Dayanıklılık Fizyolojileri Üzerine Araştırmalar (doktora tezi basılmamış)* .Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Bursa.
- Turhan, H., Genç, L., Bostancı, Y.B., Sümer, A., Kavdır, Y., Türkmen, O.S., Killi, D., 2006. Tuz stresinin ayçiçeği (*Helianthus Annuus* L.) üzerine etkilerinin yansıma teknikleri yardımıyla belirlenmesi.1.Uzaktan Algılama-CBS Çalıştay ve Paneli. 27 Kasım. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- Tuteja, N., 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants, *Methods in Enzymology*, **428**, 419-438.
- Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H., 2005. Differential Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants In The Leaves of Drought-Tolerant *P. Acutifolius* Gray and Drought –Sensitive *P. Vulgaris* L. Subjected to Polyethylene Glycol Mediated Water Stress. *Plant Science*. **168**: 223-231.
- Türkmen, Ö., Şensoy, S., Erdal, İ., Kabay T., 2002. Kalsiyum uygulamalarının tuzlu fide yetiştirme ortamlarında domatestede çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (Journal Agriculture Science)*, **12**(2)53-57.
- Üzal, Ö., 2009. *Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinde Jasmonik Asitin Bitki Gelişimi ve Antioksidant Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Üzal, Ö., Yıldız, K., 2014. Bazı çilek (*Fregaria x ananassa* L.) Çeşitlerinin Tuz stresine Tepkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **24**, 159-167.
- Wien, H.C., 1997. The physiology of vegetable crops. *CAP International*. The Cambridge Uni., in press. UK., 259-293.
- Wilkinson ,S. R., Stuedemann, J. A., Grunes , D. L., Devine, O. J., 1987. Relation of soil and plant magnesium to nutrition of animals and man. *Magnesium*, **6** (2):74-90.
- Wunderlich, F., 1978. Die Kernmatrix: Dynamisches Protein-Gerüst in Zellkernen. *Naturwiss Runndsch*. **31**:282-288.
- Villora, G., Moreno, D.A., Pulgar, G., Romero, L., 2000. Yield improvement in zucchini under salt stres: Determining micronutrient balance. *Science Horticultural.*, **86**: 175-183.
- Yakit, S., Tuna, A.L., 2006 .Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **19**(1), 59-67.

- Yaşar, F., 2003. *Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi*. (doktora tezi basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bil. Enst., Van.
- Yasar, F., Uzal, O., Tufenkci, S., Yıldız, K., 2006a. Ion accumulation in different organs of green bean genotypes grown under salt stress. *European Journal of Horticultural Science*, **71**, 169-172.
- Yaşar, F., Kuşvuran, S., Ellialtıoğlu, S., 2006b. Determination of antioxidant activities in some melon (*Cucumis melo L.*) varieties and cultivars under salt stress. *Journal of Horticultural Sciences and Biotechnology*, **81**(4):627-630.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, S., Kusvuran, S., 2006c. Ion and Lipid Peroxide Content in Sensitive and Tolerant Eggplant Callus Cultured Under Salt Stress. *European Journal Horticultural Science*, **71** (4), 169- 172.
- Yaşar, F., Özpáy, T., Üzal, Ö., Ellialtıoğlu, Ş., 2006 d. Karpuzun Tuz Stresine Olan Tepkisinin Belirlenmesi. *6.Sebze Tarımı Sempozyumu*. 19-22 Eylül 2006. Kahramanmaraş. 250-252.
- Yasar, 2007. Effects of salt stress on ion and lipid peroxidation content in green beans genotypes. *Asian Journal of Chemistry*, **19**(2): 1165-1169.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Gürbüz Kılıç, Ö., Üzal, Ö., 2007a. Fasulye Genotiplerinin (*Phaseolus vulgaris L.*) Artan Tuz Konsantrasyonu ve Farklı Zamanlardaki Gelişim Performansları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **12**, 54-58.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu Ş., Özpáy, T., Üzal Ö., 2007b. Karpuz (*Citrullus lanatus*) Genotiplerinde, Tuz Stresinden Kaynaklanan Oksidatif Zararlanmanın Zamana Göre Değişimi ve Skala İle İlişkisinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **12**, 59-64.
- Yasar, F., Ellialtıoğlu S., Yıldız, K., 2008a. Effect of Salt Stress on Antioxidant Defense Systems, Lipid Peroxidation, and Chlorophyll Content in Green Bean, *Russian Journal of Plant Physiology*, **55**, 782-786.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Özpáy, T., Ellialtıoğlu, Ş., 2008b. Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR Aktivitesi Üzerine Etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J AGR SCI)*, **18**, 51-55.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Yaşar, Ö., 2013. Identification of Ion Accumulation and Distribution Mechanisms in Watermelon Seedling (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) Grown Under Salt Stress. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **23**. 209-214.

- Yasar, F., Uzal, O., Yasar, O., 2016. Antioxdant Enzyme Activities And Lipid Peroxidation Amount of Pea Varieties (*Pisum sativum* sp. Arvense L.) Under Salt Stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, **2**, 37-42.
- Yeo, A.R., Lee, K. S., Izard P., Boursier, P. J., Flowers, T. J., 1991. Short and long term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.), *Journal Experimental Botany*, **42**: 881-889.
- Yıldız, M., Terzi, H., Cenkçi, S., Terzi, E.S.A., Uruşak, B., 2010. Bitkilerde tuzluluğa toleransın fizyolojik ve biyokimyasal markörleri. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi - C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, **1**(1):1-33.
- Yu, Q., Rengel, Z., 1999. Drought and Salinity Differentially Influence Activities of Superoxide Dismutases in Narrow-Leafed Lupins. *Plant Science*, **142**: 1-11.
- Yurtseven, E., 2000. Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) Su Tüketimine Tuzluluğun Etkisi. *Toprak su Dergisi*, Sayı: **2**, Ankara.
- Yurtseven, E., Öztürk, H.S., 2001. Sulama Suyu Tuzluluğunun Tınlı Toprakta Profil Tuzluluğuna Etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, Ankara. Zone. Archon Books, 770 pp.
- Zhu, J.K., 2001. Plant Salt Tolerance. *Plant Science*, **6** (2): 66-71.
- Zhu, J.K., 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. Curr. Opin. *Plant Biology*, **6**; 441-445.

ÖZGEÇMİŞ

Neslihan ŞEVGİN ZİREK, 1991 yılında Van İlinde doğdu. İlkokul'u ve Ortaokul'u Rekabet Kurumu İlköğretim Okulu'nda, liseyi Kazım Karabekir Lisesi'nde okudu. 2014 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünden mezun oldu. 2014 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve 2017 yılında mezun oldu.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 31.07.2017

Tez Başlığı / Konusu:

Biber Bitkisinde Tuz Stresi Üzerine magnezyumun Etkileri

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 59 sayfalık kısmına ilişkin, 31.07.2017 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından 41.000 TL tutarında intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 1.5 (on beş) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayımlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

31/07/2017
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Nesthan SEVGİN ZİREK

Öğrenci No: 149101086

Anabilim Dalı: Bahçe Bitkileri

Programı:

Statüsü: Y. Lisans Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR



(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)