

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KALSİYUMUN TUZ STRESİNDE YETİŞEN MISIR BİTKİSİNİN
GELİŞMESİNE VE MİNERAL BESLENMESİNE ETKİSİ**

Hacer HATİPOĞLU

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2016**

Prof. Dr. Cengiz KAYA danışmanlığında Hacer HATİPOĞLU'nun hazırladığı **“Kalsiyumun tuz stresinde yetişen mısır bitkisinin gelişmesine ve mineral beslenmesine etkisi”** konulu bu çalışma 22/03/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Cengiz KAYA

.....

Üye : Doç. Dr. Osman SÖNMEZ

.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞENBAYRAM

.....

Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Şerafettin ÇELİK
Enstitü Müdürü V.

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 15020

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
SİMGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	7
3.1. Denemenin Kurulması	7
Sera Denemesi	7
3.2. Denemede Kullanılan Yöntemler	8
3.2.1. Hücre zarı geçirgenliği	8
3.2.2. Yapraktaki su potansiyelinin belirlenmesi	8
3.2.3. Hücre öz suyunun osmotik basıncının belirlenmesi	9
3.2.4. Serbest prolin içeriği	9
3.2.5. Fotosentez verimi ölçümü	9
3.2.6. Klorofil tayini	9
3.2.7. Yaş ve kuru ağırlık	10
3.2.8. Yaprak ve köklerde makro element analizleri	10
3.2.9. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi	10
3.2.10. İstatistiksel analizler	11
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	12
4.1. Yaş ve Kuru Ağırlık, Fotosentez Verimi, Hücre Zarı Geçirgenliği ve Toplam Klorofil	12
4.2. Yapraktaki Su Potansiyeli, Osmotik Basınç ve Prolin	15
4.3. Bitkilerde Na, Ca ve K Konsantrasyonu	16
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	22
5.1. Sonuçlar	22
5.2. Öneriler	23
KAYNAKLAR	24
ÖZGEÇMİŞ	28

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KALSİYUMUN TUZ STRESİNDE YETİŞEN MISIR BİTKİSİNİN GELİŞMESİNE VE MİNERAL BESLENMESİNE ETKİSİ

Hacer HATİPOĞLU

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAYA
Yıl: 2016, Sayfa: 26**

Bu çalışmada sera koşullarında kalsiyum tuz stresinde yetişen mısır bitkisinin gelişme ve mineral beslenmesine etkisi araştırılmıştır. Tuzluluk stresi tarımsal alanlarda bitkinin büyümesini, gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Buna çözüm olarak tuzluluk stresi altındaki mısır bitkisine kalsiyum ilave edildiğinde tuzun olumsuz etkisi kısmen azalmıştır. Denemede kullanılan uygulamalar : a) kontrol (0 mM NaCl) , b) tuz stresi (T:100mM NaCl), c) T+ Ca1 (100 mM NaCl +200mg/kg Ca) ve d) T+ Ca2 (100mM NaCl +300mg/kg Ca). Denemede bitkinin toplam yaş ve kuru ağırlığı, yapraktaki Na, N, P, K ve Ca içeriği, fotosentez verimi, klorofil miktarı, hücre zarı geçirgenliği, yapraktaki su düzeyi, hücre özsuyunun osmotik basıncı ve prolin miktarı araştırılmıştır. Mısır bitkisine tuz ve tuzla birlikte toprağa farklı oranda kalsiyum ilave edildiğinde bitkinin yaş ve kuru ağırlığı, hücre zarı geçirgenliği, toplam klorofil, yapraktaki su potansiyeli, osmotik basınç ve prolin miktarı üzerinde pozitif etki yapmış, tuzun negatif etkisini kısmen azaltmıştır. Tuz grubunda hücre zarı geçirgenliği, osmotik basınç ve prolin miktarı tuz uygulamalarıyla artış göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Tuz stresi, kalsiyum, mısır

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECTS OF CALCIUM ON GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF MAIZE PLANTS GROWN AT SALINITY STRESS

Hacer HATİPOĞLU

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

**Supervisor: Prof. Dr. Cengiz KAYA
Year: 2016, Page: 26**

In this study, the effect of calcium on the growth and mineral nutrition of maize plants grown at salinity conditions under the greenhouse conditions was studied. salinity stress adversely affects plant growth and development in agricultural areas. As a solution, the negative effect of salt stress was reduced partly by the supplement of calcium to salt-stressed maize plants. The treatments in the experiment were: a) control (0 mM NaCl), b) Salt stress (S: 100 mM NaCl), c S + Ca1 (100 mM NaCl+ 200 mg/kg Ca and d) c S + Ca2 (100 mM NaCl+ 300 mg/kg Ca). In this experiment, the total fresh and dry weights of the plant, Na, N, P, K and Ca content of leaf, photosynthesis efficiency, chlorophyll content, cell membrane permeability, leaf water potential, the osmotic pressure of sap of leaf and proline content were studied. The supplement of different amounts of calcium to soil reduces the negative effects of salt partly and effects the total weight of fresh and dry content of the plant, cell membrane permeability, the total chlorophyll, the water potential of leaf, the osmotic pressure and the amount of prolin in a positive way . in salt group, cell membrane permeability, the osmotic pressure and the amount of proline have shown an increase with the salt implementation.

KEY WORDS: salt-stress, calcium, maize

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Cengiz KAYA'ya ve tez çalışmamda bana yardımcı ve her daim yanımda olan arkadaşlarım Arř Gör. Sultan ÇOBAN, Arř Gör. Eray ŐİMŐEK, Yüksek Lisans mezunu Őükrü ESİN ve Yüksek Lisans öğrencileri Ali BİÇER, Ceyhan SÖNMEZ, Hacı BERKCAN'a ve hayatımın her aşamasında olduğu gibi yüksek lisans aşamasında da desteklerini esirgemeyen amcam Ziraat Yük. Müh. Halil HATIPOđLU'na ve ayrıca desteklerinden dolayı kardeşlerim İngilizce Çevirmen öğrencisi Musa HATIPOđLU ile Fen ve Teknoloji Öđretmeni Adalet HATIPOđLU'na çok teşekkür ederim.



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave kalsiyum uygulanan mısır bitkilerinin toplam yaş ve kuru ağırlıkları, maksimum ışık verimi, hücre zarı geçirgenliği, toplam klorofil miktarı	12
Çizelge 4.2. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave kalsiyum uygulanan mısır bitkilerinin yapraktaki su potansiyel , osmotik basınç, prolin miktarları	15
Çizelge 4.3. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave kalsiyum uygulanan mısır bitkilerinin Na, Ca ve K(mmol/kg) konsantrasyonu	16



SİMGELER DİZİNİ

Cl	Klor
NO ₃	Nitrat
Mg	Magnezyum
Ca	Kalsiyum
Ca(NO ₃) ₂	Kalsiyum Nitrat
CaSO ₄	Kalsiyum Sülfat
CH ₃ COONH ₄	Amonyum Asetat
EC	Elektriksel İletkenlik
Fv/Fm	Maksimum fotosentez verimliliği
g	Gram
GAA	Asetik Sirke Asidi
HCl	Hidro Klorik Asit
HZG	Hücre Zarı Geçirgenliği
CO ₂	Karbondioksit
HClO ₄	Perklorik Asit
HNO ₃	Nitrik Asit
K	Potasyum
Kg	Kilogram
KNO ₃	Potasyum Nitrat
Mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Mili Molar
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
Nm	Nanometre
OB	Osmotik Basınç
P	Fosfor
pH	Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)
ppm	Milyonda Bir Değer
Pro	Prolin
TK	Toplam Klorofil
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
Ψl	Yapraktaki Su Potansiyeli

1. GİRİŞ

Bitkiler geliştikleri bölgelerde, onların gelişmelerini olumsuz etkileyecekleri durumlarla karşılaşabilmektedirler. Bitkilerde bu olumsuzlukları meydana getirerek fizyolojik gelişmesini etkileyen durumlar stres olarak tanımlanmaktadır (Gürel ve Avcioğlu, 2001). Stres faktörleri ikiye ayrılır, abiyotik ve biyotik stres faktörleridir. Abiyotik stres faktörleri; Kuraklık, tuzluluk, soğuk, sıcak, su fazlalığı, radyasyon, çeşitli kimyasallar, oksitatif stres, rüzgar ve toprakta besin azlığı gibi fiziksel etkenlerdir. Biyotik stres faktörleri ise virüs, bakteri ve fungusları içeren patojenler, herbivor ve böceklerdir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk hem topraklarda yapılan tarımı negatif yönde etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde negatif yönde etkilenmektedir (Ekmekçi ve ark., 2005). Abiyotik streslerden mineral stresi % 20'lik oranıyla kuraklıktan meydana gelir (Blum, 1986). Mineral stresin çoğu tuzluluktan oluşmaktadır. Tuz stresi, bitkilerin büyümesini ve gelişmesini osmotik ve iyon stresini olumsuz yönde engeller (Parida ve Das, 2005). Kök rizosferinde tuz miktarının yükselmesiyle birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Oluşan osmotik stresin, kullanılabilir su oranının da düşmesine neden olur ve bu olaya 'fizyolojik kuraklık' denir (Tuteja, 2007). Bitkilerin gereksinim duyduğu su miktarının azalmasına bağlı olarak sürgün gelişimi yavaşlar ve hücre genişlemesinin azalmasına sebep olur. Osmotik stresin akabinde ortaya çıkan iyon stresi aşamasında, ortamda yükselen sodyum (Na) ve klor (Cl) iyonlarının potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve nitrat (NO₃) gibi gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle bitkilerde besin eksikliği veya besin dengesizliği oluşur (Hu ve Schmidhalter, 2005).

Tarımsal üretim yapılan alanlarında tuzluluk, toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyip ürün verimini kısıtlayan en önemli nedenlerden birisidir. Toprak tuzluluğu genellikle yüksek sıcaklık, yağış miktarının az olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde (arid veya semiarid) ortaya çıkmaktadır. Böyle durumlarda sulama yapılması halinde tuzlanma daha da hızlı ortaya çıkabilmektedir. Sulama ile

toprağın alt profilde bulunan tuz, taban su seviyesi yükselerek tuzun bitkinin kök bölgesi birikmesine neden olmaktadır. Sulama çeşidinin yanlış uygulanması veya sulama suyunda yüksek miktarda çözünebilir tuzların bulunması, yeterli drenajın olmaması durumunda tuzluluğa neden olan diğer faktörlerdir (Epstein ve ark., 1980). Sera ortamında yetiştirilen bitkilere çok fazla gübreleme de tuzluluğu artıran nedenlerdir.

Toprakta bulunan çözünebilir tuzların miktarı, bitkinin büyüme ve gelişmesi için ihtiyacından fazla tuz miktarı artığında ortaya problemler çıkmaya başlar. Toprakta tuz miktarı yükseldikçe bitkinin su alımı azalır. Tuz konsantrasyonu, kullanılabilir su potansiyelinin azalmasında (0.5-1.0 bar) bitki strese girer ki, buna tuz stresi denir (Levitt, 1980).

Ekonomik anlamda öneme sahip bitkilerin geneli tuzluluğa karşı hassastır. Tuzlu ortamlarda yetişen bir bitki için büyümeyi kısıtlayıcı faktörleri üç gruba ayırılır: a) kök bölgesindeki düşük su potansiyeli nedeniyle bitkinin su stresine girmesi b) iyon toksisitesine neden olacak düzeyde artan Na ve Cl iyonlarının bitki bünyesinde birikmesi, c) besin maddelerinin alımı ve taşınımı sırasında ortaya çıkan olumsuzluklar ve özellikle K ve kısmen Ca eksikliklerinin meydana gelmesi (Munns ve Termaat, 1986; Marschner, 1995; Karanlık, 2001).

Tuzluluğun olumsuz etkisini azaltmak için bazı yöntemler yapılır. Bu yöntemlerde çok kaliteli su, enerji ve dikkatli bir toprak yönetimi yapılarak toprağın yeniden canlanmasını sağlamaktır. Toprakta Na ve Cl iyonlarının fazla miktarda bulunması tuzluluk problemine neden olur (Munns ve Termaat, 1986). Bitki kök bölgesindeki fazla miktardaki Na ve Cl iyonlarını ortamdan uzaklaştırmak için ilk yöntem bol ve temiz su kullanılarak uzaklaştırılır. Bu yıkamanın işleminin olması için kullanılacak suyunun miktarı ve kalitesi, toprağın yapısı, toprakta bulunan tuzların formu ve miktarı ile toprak infiltrasyon içeriği ve drenajın ne kadar etkin olduğu önemlidir. Ayrıca iyileştirilen alanlarda uygun sulama yöntemi yapılmadığı durumlarda yeniden tuzlu topraklar oluşabilmektedir (Aktaş, 2002).

Topraktaki tuzluluk problemini ortadan kaldırmak için bazı yöntemlerin zorluluğu ve masraflı olmasından dolayı, son senelerde tuza dayanıklı bitkiler ve bu türlere ait olan tuza dayanıklı hatların seçilmesi araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Ashraf (1994) tarafından ‘yüksek konsantrasyonda suda çözünebilen tuzları içeren koşullarda bitkilerin büyüme ve gelişmesini devam ettirebilme yeteneği’ olarak belirtilen ‘tuz toleransı’ bitkilerde farklı şekillerde kendini gösterebilmektedir. Levitt (1980) tarafından açıklanan tuza dayanımda rol alan iki farklı mekanizma, daha sonraki senelerde Marschner (1995) tarafından da geliştirilerek açıklanmıştır. Bu araştırmacılar tarafından yapılan açıklamaya göre, eğer bir bitkide tuzdan sakınım (*exclusion*) ve tuzu kabullenme (*inclusion*) mekanizmalarından herhangi birisi iyi gelişmiş ise, bu bitki türünün veya genotipin tuza toleransı yüksek olmaktadır. Tuzdan sakınım mekanizmasını geliştirebilen bitkiler, tuzun bitki tarafından alınmasını azaltarak zehirlenmeyi engelleme yolunu kullanmaktadırlar. Bu yeteneğe sahip olan bitkiler tuzu bünyesine almayarak, hücre içindeki tuz konsantrasyonunu sabit olarak muhafaza etmektedirler. Diğer yandan tuzu kabullenme mekanizmasına sahip olan bitkiler ise Na ve Cl iyonlarını bünyelerine almakta ancak tuzu kullanılmıyarak doku toleransı meydana getirmektedirler. Eğer bitki Na iyonunu çok almasına rağmen, herhangi bir negatif etki göstermiyor veya çok az etkileniyorsa doku toleransından söz edilebilir. Bu tür bitkilerde hücrede tutulan tuz, tuz bezleri gibi özelleşmiş hücrelerde tutulmaktadır. Ancak her iki mekanizma bu şekilde açıklansada, tuza karşı tolerans mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir (Babourina ve ark., 2000).

Son zamanlarda, strese toleransını geliştirmek için araştırmalar gelişme ortamına sodyumla mücadele edecek bileşikler vererek tuzluluğa toleransı geliştirmişlerdir. Bu elementlerden biri de kalsiyumdur.

Ca yüksek tuz konsantrasyonlarındaki etkisi, bitkinin Ca alımını ve taşınımını azaltmakta, Ca düşüklüğü ve bitkide iyon dengesizliğine sebep olmaktadır (Cramer ve ark., 1986; Huang ve Redmann, 1995). Tuz stresinin olduğu alanlara Ca ilave edilerek bitki pozitif yönde etkilenir. Yüksek miktarda ek Ca uygulaması, hücre zararının Na iyonunun alımını azaltmaktadır. Bu durumda Na pasif alımla hücre içinde

ve bitkide birikmesi engellenmektedir (Hoffman ve ark., 1989, Whittington ve Smith, 1992). Ca tuz stresine karşı muhafaza etmesi için çeşitli mekanizmalarla açıklamaya çalışan araştırmacıların ortak fikirleri; Ca hücre zarını sağlamlaştırması ve iyon alımı ve taşınımında seçiciliğin kontrolünü sağlaması ölçüsündedir. Ca iyonunun, hücre zarındaki negatif yüklü temel gruplarla çapraz bağlantı meydana getirmesi ve bu sebeple hücre zarının yapısal bütünlüğünün muhafaza edildiği de belirtilen açıklamalarda yer almaktadır (Cramer ve ark., 1986, Lauchli, 1990). Su kültüründe yetiştirdiği pamuk bitkilerine sodyum klorür (NaCl) ekleme yapıldığında, bitki gelişimi ve kök büyümesinin tuzluluktan negatif yönde etkilendiğini; ancak ortama Ca eklenmesi sonucunda kök gelişiminin bundan pozitif yönde etkilendiğini belirlemişlerdir.

Tuz stresine maruz kalan bitkilerde stomalar kapatılmakta, yaprak alanları da küçültülerek transpirasyon azaltılmaya çalışılmaktadır. Böylece bitki, su kaybını minimuma indirmek ve topraktan su ile beraber yüksek miktardaki tuzu almayı engellemeye çaba göstermektedir. Birim alandaki karbondioksit (CO₂) fiksasyonu da azalmasının yanında yaprak alanı da azalmaktadır. Bütün bunlara artan respirasyon eşlik eder. Bitki yaşamak için yoğun enerji harcayarak, daha az fotosentez yaparak harcadıklarını yerine koyamadığı için büyüme ve geriler. Tuz stresi altında net CO₂ fiksasyonunun azalması; stomaların kapanışı, su eksikliği, apoplastta tuzun birikmesi ve mezofil hücrelerinin turgoru kaybetmesi veya tuz iyonlarının doğrudan toksisitesine sebep olur (Karanlık, 2001; Yaşar, 2003).

Bu çalışmanın amacı kalsiyumun tuz stresinde yetişen mısır bitkisinin gelişme fizyolojisi ve mineral beslenmesine etkisinin belirlenmesidir. Bu amaçla sera koşullarında saksı denemesinin yapılması amaçlanmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Daşgan ve ark. (2002); Daşgan ve Koç (2009); Kuşvuran (2010), adlı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarında 81 adet farklı fasulye hatlarının kurak ve tuzluluğa dayanım düzeylerini genç bitkilerde incelenmeyi amaçlamışlardır. Tuz ve kuraklığa yüksek toleranslı fasulye genotiplerini çiftçilere yetiştirmeleri için tavsiye edebileceği gibi, daha sonraki ıslah çalışmalarında gen kaynağı olarak da kullanılabileceğini de rapor etmişlerdir. Bu amaçla bu araştırmacılar fasulye bitkilerini, ‘substrat kültürü’ tekniği ile vermikülit ortamında yetiştirmişlerdir. Fasulye genotiplerinin tuzluluk stresine reaksiyonlarını belirlemek amacıyla 200 mM NaCl ortamında yetiştirmişlerdir. Denemede, fasulye bitkileri tuz ve kurak streslerinin yanı sıra normal (stres olmayan kontrol) koşullarında da yetiştirilmiştir. Bu amaçla farklı fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklığa tolerans oranlarını belirlenmesi için bir seri morfolojik ve fizyolojik ölçümler ve analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, incelenen fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklık streslerine tepkileri çok değişik bulunmuştur.

Lahaye ve Epstein (1971), adlı araştırmacılara ait benzer bir çalışmada yetiştirme ortamına ilave edilen Ca fasulyede bitki kuru ağırlığını artırdığını belirtmişler ve sonuç olarak bu durumun Ca uygulaması ile Na alımının azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Al-Harbi (1995), tarafından değişik tuzluluk seviyelerinde domates ve hıyar fidelerinin gelişimi üzerine Ca uygulamasının denendiği bir çalışmada Na/Ca oranının azalmasının köklerde Na miktarını azalttığını ve sürgün ve kök kuru ağırlığını artırdığını söylemiştir.

Lync ve Lauchli (1985), turuçgillerde yaptıkları araştırmalarında yüksek Ca konsantrasyonun da yetişen bitkilerin tuza dayanıklılığını artırdığını bildirmişler ve bu durumun Na ve Cl taşınımının Ca tarafından engellendiğini söylemişlerdir.

Ayrıca, Ca iyon seçiciliğinin kontrol edilmesi üzerinde etkili olduğunu ve diğer taraftan Ca uygulamasının Na alımını azatlığını belirtmişlerdir.

Belda ve ark. (1996), tarafından yapılan çalışmada domateste verim kayıplarına yol açan çiçek burnu çürüklüğünün Ca noksanlığından kaynaklandığını buna sebep olarak da tuz stresinin gösterildiğini belirtmişlerdir. Bunun nedeni olarak ise, tuzun çiçek dokularında toplam ksilem alanında azaltıcı etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Yakıt ve Tuna (2006), tuz stresi yetişen mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri ile Ca, K ve magnezyum (Mg) etkilerini incelemişlerdir. Tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisine tuz ile ilave olarak verilen Ca, Mg ve K'lı bileşiklerin stres parametreleri üzerine iyileştirici etki yaptığını ve tuzun bitki gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerini kısmen iyileştirdiğini rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada tuz uygulamalarıyla bitkinin prolin oranının arttığını; toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarlarının ise olumsuz etkilendiğini, ancak besin çözeltisine ek olarak verilen Ca, Mg ve K'lı bileşiklerin tuzun olumsuz etkisini kısmen hafiflettiğini rapor etmişlerdir.

Cramer (2002), tarafından yapılan çalışmada 71 mM oranında Na etkisine maruz bırakılmış mısır bitkisine destek olarak 12.5 mM oranında Ca verilmesi durumunda bitkinin strese karşı toleransının arttığı ve tuzluluktan daha az etkilendiği bildirilmiştir. Yine tuz stresi altındaki bitkilerde, K'nın birçok enzim için kofaktör olduğu ve Ca'nın dışsal uygulanmasıyla NaCl'nin zararlı etkisini azaltabileceği de bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM**3.1. Denemenin Kurulması**

Bu proje serada genç bitkilerle saksı ortamında yürütülmüştür. Deneme Mayıs –temmuz 2015 tarihleri arasında PR32T83 mısır çeşidi kullanılarak aşağıdaki deneme gruplarına göre üç tekrarlı saksı denemesi şeklinde yapılmıştır.

Sera Denemesi

Gelişme ortamı olarak topraklar kullanılmıştır. Bu amaçla, bu topraklar 10 litre kapasiteli saksılara doldurulmuştur. Her kg toprağa 100 mg N (üre olarak), 50 mg P (Triple süper fosfat) ve 100 mg K (potasyum sülfat) tüm uygulamalara ekim öncesi toprağa homojen şekilde karıştırılarak verilmiştir. Saksılara 5'er tohum ekilecek çıkış sonrası en iyi gelişen 3'ü bırakılacak diğer ikisi de alınmıştır. Bitkilerde tuzluluk stresi meydana getirmek için bitkiler 100 mM NaCl içeren sulama suyuyla sulanmıştır. Bitkilere tarla kapasitesinde su verilmiştir. Saksılar her iki günde bir tartılarak eksilen su saksılara ilave edilmiştir.

Test edilecek parametreler: Bitki yaş ve kuru ağırlığı, yapraklardaki Na, Ca ve K içeriği, fotosentez verimi, klorofil miktarı, hücre zarı geçirgenliği, yapraktaki su düzeyi, hücre özsuyunun osmotik basıncı belirlenmiştir.

Tuz ile Ca etkileşimi için yapılmış uygulamalar aşağıdadır:

K: Kontrol NPK eşit miktarda verilmiştir.

T: Ca+100 mM NaCl

T+Ca1: 100 mM NaCl+ 200 mg kalsiyum (Ca)

T+Ca2: 100 mM NaCl+ 300 mg kalsiyum (Ca)

Test edilmiş parametreler: Bitki yaş ve kuru ağırlığı, yapraklardaki Na, Ca ve K içeriği, fotosentez verimi, klorofil miktarı, hücre zarı geçirgenliği, yapraktaki su potansiyeli düzeyi, hücre özsuyunun osmotik basıncı ve prolin miktarı belirlenmiştir.

Saksı denemelerinde, bitkilerin kök ve gövdesi mineral elementlerce analiz edilmiş, bitki yaş ve kuru ağırlığının tespit edilmesi için her saksıdan alınan 2 bitki kullanılmıştır.

Bitki örnekleri 550 °C'de ısınıp kül haline getirildikten sonra HCl ile ekstre edilmiş ve çözeltideki elementler (Na, K ve Ca) ICP/AAS ile okunmuştur (Chapman ve Pratt, 1982).

3.2. Denemede Kullanılan Yöntemler

3.2.1. Hücre zarı geçirgenliği

Bitkiden alınan 2 g taze yaprak örneğini 25 °C sıcaklıkta 2 saat süreyle 10 ml saf su içine yerleştirildikten sonra su banyosunda inkübe edilmiş ve elektriksel iletkenliği (EC1) ölçülmüştür. Aynı örnekler 20 dakika süresince 121 °C sıcaklığa maruz bırakıldıktan sonra 25 °C sıcaklığa düşene dek beklenip tekrar elektriksel iletkenliği (EC2) değeri ölçülmüştür. Bulunan değerler Dionisio-Sese ve Tobita (1998)'e göre hesaplanmıştır.

3.2.2. Yapraktaki su potansiyelinin belirlenmesi

Bitkiden alınan örneğinin su potansiyeli, basınç kabini (PMS model 600, USA) aracılığıyla belirlenmiştir.

3.2.3. Hücre öz suyunun osmotik basıncının belirlenmesi

Dondurulmuş yaprak örnekleri biraz preslenerek özsu çıkarılmıştır. Çıkarılan özsu 5 dakika santrifüj edilmiştir. Osmotik basıncın belirlenmesi için süzüntü osmometreye (Osmomat 030) emdirilmiştir.

3.2.4. Serbest prolin içeriği

Bu ölçümde Bates ve ark. (1973) tarafından belirlenen şekliyle esas alınmıştır. 10 ml sülfosalisilik asit (%3) içerisinde öğütülen taze yaprak (500 mg) örneğinden elde edilen süzük, ninhidrin asit ve GAA (asetik sirke asidi) ile reaksiyona girdirildi. Karışım 100 °C'ye tabi tutularak 60 dakika boyunca her örneğe 4 ml eklenerek 520 nm okuma değerleri yapılmıştır.

3.2.5. Fotosentez verimi ölçümü

Fotosentez verimi bitki yapraklarında mini-PAM fotosentez ölçüm aletiyle ölçüm yapılmıştır. Minimum ışık verimi (F_0), maksimum ışık verimi (F_m), değişken ışık verimi (F_v) ve maksimum verimlilik miktarı PSII (F_v/F_m) değerleri bulunarak kaydedilmiştir.

3.2.6. Klorofil tayini

Örneklerin toplam klorofil miktarları Arnon metoduna (Arnon, 1949) göre belirlenmiştir. 1 g mısır yaprağı tartılarak porselen havan içerisinde 5 veya 6 ml % 80'lik aseton içinde homojenize edildikten sonra hazırlanan örnekler kaba filtre kağıdından 10 ml'lik cam tüplere süzümüştür. Elde edilen süzüğün hacmi 10 ml oluncaya kadar % 80'lik aseton eklenmiş ve spektrofotometrede (UV Visible Shimadzu 1601) 645 ve 663 nm dalga boylarında ölçümüştür. Örneklerin toplam

klorofil içerikleri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır. Toplam klorofil (mg/g) = $(20.2A645 + 8.02A663) (H/1000 W)$. Eşitliklerde: A, absorbans değerini; H, % 80'lik asetonun son hacmini, W, ekstrakte edilen dokunun g olarak yaş ağırlığını göstermektedir.

3.2.7. Yaş ve kuru ağırlık

Mısır bitkileri toprak seviyesinde kökten kesilip kök ve gövdeye ayrılarak yaş ağırlıkları hesaplanmıştır. Bitki gövde ve kök örneklerinin etüvde 48 saat 70° C'de kurutulup kuru ağırlıkları hesaplanmıştır.

3.2.8. Yaprak ve köklerde makro element analizleri

Yaprak ve kök örneklerinin her birinden 1'er gram tartılmış ve üzerine ¼ oranında 12 ml perklorik asit (HClO₄), nitrik asit (HNO₃) eklenerek 24 saat süreyle bekletilmiş ve daha sonra sıcak hotplate ve çeker ocak içerisinde yaş yakmaya maruz bırakılmıştır. Asit miktarı hemen hemen 1 ml kaldığında ve perklorik asitin yoğun beyaz dumanları erlenin içerisinde dağıldığı zaman yakma işlemi bitirilmiştir. Daha sonra erlen içerisindeki yanmış bitki örneği sıcak distile su ile süzülerek 100 ml'ye tamamlanmıştır. Soğutulduktan sonra bu materyalde makro elementlerden K, Ca ve Na Atomik absorpsiyon Spektrometresiyle okunmuştur (Kacar, 1972).

3.2.9. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Deneme öncesi ve sonrası alınan toprak örnekleri hava kurusu duruma getirilip 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra aşağıda verilen fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Elektriksel iletkenlik (EC) değeri (Richards 1954), toprak reaksiyonu (pH) (Jackson, 1958), toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951)

tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir, tekstür sınıfları ise “Soil Survey Manual” (Anonymous 1951)’e göre saptanmıştır. Organik madde (Jackson, 1958) tarafından bildirildiği şekilde değiştirilmiş Walk-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir.

Yarayışlı K ve Na: Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) ile ekstrakte edilerek süzükteki K ve Na fleymfotometre ile belirlendi.

3.2.10. İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler ve çok değişkenli istatistiksel analizler, iki çeşit arasında ve uygulamalar arasında farklılıkların incelenmesi için ($P \leq 0.05$). SAS ve GLM yöntemi kullanılarak yapıldı.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmadan beklenen, Tuzlu ortamda yetişen mısır bitkisinin gelişmesi ve bazı fizyolojik özellikleri üzerine kalsiyum besin elementinin etkisinin test edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yürütülen çalışmanın tuzlu ortamda mısır bitkisinin yetiştirilme olanakları araştırılmıştır.

4.1. Yaş ve Kuru Ağırlık, Fotosentez Verimi, Hücre Zarı Geçirgenliği ve Toplam Klorofil

Çizelge 4.1. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave kalsiyum uygulanan mısır bitkilerinin toplam yaş ve kuru ağırlıkları, maksimum ışık verimi, hücre zarı geçirgenliği, toplam klorofil miktarı

Uygulamalar	YA (g/bitki)	KA (g/bitki)	Fv/FM	HZG (%)	TK (mg/kg)
K	17,2a	1,97a	0,62a	13c	1259a
T	10,7c	1,20c	0,56b	23a	1044c
Ca1	13,9b	1,34b	0,61a	20b	1166b
Ca2	15,2b	1,43b	0,61a	18b	1186b

K: kontrol; T: 100 mM NaCl; Ca1: Ekim öncesi kg toprağa 200 mg ilave kalsiyum uygulanmış; Ca2: Ekim öncesi kg toprağa 300 mg ilave kalsiyum uygulanmış; YA:Yaş ağırlık; KA: kuru ağırlık; Fv/FM: maksimum ışık verimi; HZG: hücre zarı geçirgenliği; TK: toplam klorofil miktarı.

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı gösterir ($P \leq 0.05$).

Kontrol bitkilerine kıyasla tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave Ca uygulanan mısır bitkisinde meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.1. de yukarıdaki gibidir.

Bitkilerde, bitki yaş ve kuru ağırlıkları kontrol grubu ile tuz grubuyla kıyaslandığında, tuz uygulaması kontrol gruba göre düşüş göstermiştir. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa ilave edilen farklı dozlardaki Ca uygulamaları sonucunda kontrol uygulamalarına göre bitki yaş ve kuru ağırlığında meydana getirdiği düşüş kısmen azaltılırken, tuz uygulamalarına kıyaslandığında kısmen artış

gözlemlenmiştir. Farklı dozlar arasındaki Ca grupları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir.

Bu çalışmada tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisinin kuru maddesinde azalma meydana gelmiştir. Benzer sonuçlar Kaya ve ark. (2003) yaptıkları bu çalışmada çilekte tuz stresi, hem köklerin ve sürgünlerin meyve veriminin kuru biyokütlelerinde hem de toplam klorofil konsantrasyonlarında düşüşler meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bitki büyümesi ve meyve verimi, diğer besin elementleriyle Na veya Cl 'nın rekabetinden dolayı besin alınımını baskılayarak tuzluluğu azaltabileceğini söylemişlerdir.

Standart bir besin solusyonuyla sulanmış kum kültüründe yetiştirilmiş iki adet çilek çeşidi için Ca konsantrasyonlarında NaCl eklenip kalsiyum nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) veya potasyum nitrat (KNO_3)'ın etkileri verilere göre ya $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ya da KNO_3 'tan birinin kullanımı tuzluluğun etkilerini biraz hafifletmiştir. Fakat bu iki kimyasalın birlikte kullanımı bitki büyümesinde, meyve veriminde ve her iki çilek çeşidinin kalitesinde daha önemli artışlar getirmiştir. Yalnız çoğu durumlarda hafifletme başarısız kalmaktadır. Çünkü kontrol değerleri ($\text{K+S+Ca}(\text{NO}_3)_2+\text{KNO}_3$) uygulamasından genel olarak daha yüksektir. Bu nedenle $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ veya KNO_3 eklendiği konsantrasyonlarda daha yüksek artış gösterirken, tuz stresini tamamen hafiflediği gözlenmiştir. Genel olarak, stressiz bitkiler üzerinde ($\text{K+Ca}(\text{NO}_3)_2+\text{KNO}_3$) 'nın etkilerinin kontrol değerleriyle karşılaştırıldığı zaman ya küçük bir iyileşme ya da hiçbir farklılık gözlenmemiştir. Bu çalışma göstermiştir ki, tuz stresli mısır bitkileri üzerinde sadece Ca eklenmesi, çilek için burada belirtilenlerle benzer sonuçlar meydana getirmiştir. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ veya KNO_3 'ın eklenmesi, daha geniş bir kullanıma sahip olabilen tuzlu büyüme koşulları altında çilekle birlikte uygulandığı zaman hafiflemenin artığı görülebilir

Mısır bitkilerinde maksimum ışık veriminde tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile kıyaslandığında düşüş gözlemlenmiştir. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa ilave edilen farklı dozlardaki Ca uygulamaları sonucunda, kontrol grupları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Farklı dozdaki Ca grupları tuz uygulamalarına

göre kıyaslandığında artış gözlemlenmiştir. Farklı dozlar arasında Ca grupları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir.

Bitkilerde, hücre zarı geçirgenliği tuz uygulaması sonucunda kontrol grubuyla kıyaslandığında tuz uygulamasında artış gözlemlenmiştir. Tuzlu ve tuzla birlikte ilave edilen farklı dozlardaki Ca uygulamaları tuz grubuna göre kısmen azaltılmış, kontrol grubuna göre ise kısmen artmıştır. Farklı dozlar arasında Ca grupları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Tuz stresi altında görülen elektrolit sızıntıların artışı, klorofil konsantrasyonlarındaki artıştan dolayı kısmen en az olduğunu düşünmekteyiz. Bitkiler içinde Na kendisi üzerinde tuzluluk stresinin etkisi, hem yapraklarda hem de özellikle köklerde Na konsantrasyonlarında çok fazla artışlar olması beklenmedik değildir. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ veya KNO_3^- 'ın eklenmesi; bu artışın azalması üzerine nispeten ılımlı bir etkiye sahip olmuştur. (kontrol değerleriyle karşılaştırıldığı zaman), fakat açık bir şekilde bu azalma, stressiz bitkilerde elde edilen yaklaşık düzeyler için temel büyüme ve meyve verimlerini önemli bir şekilde restore edilmesi yeterli gibi görülmektedir. Son olarak, bu araştırmadan tuzluluk uygulanmasının açık etkisi yapraklarda önemli ölçüde daha düşük Ca, K ve N konsantrasyonlarına neden olduğunu söylemişlerdir (Kaya ve ark., 2003).

Bitkilerde, toplam klorofil miktarı tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında azalma görülmektedir. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa ilave edilen farklı dozlardaki kalsiyum uygulamaları tuza göre istatistiki artış gösterirken, kontrol grubuna göre istatistiki olarak düşüş göstermiştir. Farklı dozlar arasında Ca grupları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Kaya ve ark. (2003) yaptıkları bir çalışmada bitki büyütücü kuru madde üretimi ve klorofil konsantrasyonu, bitki gelişimi üzerinde hem tuzlu suyun hem de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'ın eklenmesinin etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanılmışlardır. Tuzlu suyla sulanmış her iki türünde kuru madde ve klorofil içeriklerinde önemli düşüşler meydana gelmiştir. Kontrolle karşılaştırılmıştır. Kontrol bitkilerinde ilave $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'ın eklenmesi ya kuru madde ya da klorofil konsantrasyonlarını önemli ölçüde değiştirmemiştir. Klorofil konsantrasyonu üzerinde yüksek NaCl'nin olumsuz etkisi öncelikle prinç ve arpada görülmüştür. Bu çalışmada, hıyar kavuna göre tuzluluğa karşı kısmen daha toleranslı

olmuştur. İlave $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'ın eklenmesi, bitki gelişimi üzerinde tuzlu suyun olumsuz etkilerini kısmen iyileştirmiştir, fakat değerler kontrol uygulaması değerlerinden yine de daha düşük olmuştur. İlave $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'ın eklenmesi, kontrolle benzer düzeylerde düşük membran geçirgenliğine neden olmuştur. Hıyar üzerine önceki çalışmamızda, membran geçirgenliği ayrıca Ca ve N eklenmiş toprakta süreklilik göstermiştir. Bu durum, tuzluluğun olumsuz etkilerinin, Ca ve N'lı toprak ve su ilavesiyle bazı oranlarda iyileştirilebileceğini göstermiştir. Yaprak nispi su içeriği kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığı zaman tuzlu su ile sulanmış bitkilerde daha düşüktür ve bu düşüş Ca ve N eklenmesiyle kısmen ters yönde işlemiştir. Bu açık bir şekilde göstermiştir ki; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'ın ilavesi, yüksek tuzluluktan dolayı bitkilerde su stresinin olumsuz etkilerini iyileştirmiştir ve bu nispi su içeriğinin artışına yardım etmiştir. Bu araştırmadan elde edilen bulgular bu tezi doğrulamaktadır.

4.2. Yapraktaki Su Potansiyeli, Osmotik Basınç ve Prolin

Çizelge 4.2. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave kalsiyum uygulanan mısır bitkilerinin yapraktaki su potansiyeli, osmotik basınç, prolin miktarları

Uygulamalar	Ψ_1 (MPa),	OB (Osmol/kg),	Pro ($\mu\text{mol/g}$)
K	-0,30a	0,055c	1,19c
T	-1,64c	0,139a	2,73a
T+Ca1	-1,36b	0,111b	2,22b
T+Ca2	-1,22b	0,107b	2,18b

K: kontrol; T: 100 mM NaCl; Ca1: Ekim öncesi kg toprağa 200 mg ilave kalsiyum uygulanmış; Ca2: Ekim öncesi kg toprağa 300 mg ilave kalsiyum uygulanmış; Ψ_1 : yapraktaki su potansiyeli; OB: osmotik basınç; Pro: Prolin miktarı

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı gösterir ($P \leq 0.05$)

Kontrol bitkilerine kıyasla tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave kalsiyum uygulanan mısır bitkisinde meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.2. de yukarıdaki gibidir.

Bitkilerde, yapraktaki su potansiyeli tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında istatistiki olarak azalma göstermiştir. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda Ca ilave edildiğinde ise yapraktaki su potansiyeli istatistiki

olarak tuz grubuna göre daha yüksek, kontrol grubuna göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Farklı dozlar arasında Ca grupları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir.

Gruplarda osmotik basınç tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileriyle kıyaslandığında istatistiki olarak daha yüksek bir miktar gözlemlenmiştir. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda Ca ilave edildiğinde ise tuz grubuna göre istatistiki yönden kısmen daha düşük olduğu, kontrol grubuna göre ise istatistiki yönden kısmen daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Farklı dozlar arasında kalsiyum grupları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir.

Bitkilerde kontrol ve tuz gruplarının prolin miktarları kıyaslandığında, tuz grubunun istatistiki yönden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda Ca ilave edildiğinde ise tuz grubuna göre istatistiki yönden kısmen daha düşük olduğu, kontrol grubuna göre istatistiki yönden kısmen daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Farklı dozlar arasında Ca gruplarının prolin miktarları arasında istatistiki yönden önemli bir fark görülmemiştir.

4.3. Bitkilerde Na, Ca ve K Konsantrasyonu

Çizelge 4.3. Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave kalsiyum uygulanan mısır bitkilerinin Na, Ca ve K (mmol/kg) konsantrasyonu

Uygulamalar	Na	Ca	K
K	36d	176a	351a
T	328a	102d	231c
Ca1	266b	127c	287 b
Ca2	241c	156b	272b

K: kontrol; T: 100 mM NaCl; Ca1: Ekim öncesi kg toprağa 200 mg ilave kalsiyum uygulanmış; Ca2: Ekim öncesi kg toprağa 300 mg ilave kalsiyum uygulanmış; Na: sodyum; Ca: Kalsiyum; K: Potasyum Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı gösterir ($P \leq 0.05$)

Kontrol bitkilerine kıyasla tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave kalsiyum uygulanan mısır bitkisinde meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.3. de yukarıdaki gibidir.

Mısır bitkilerinde Na konsantrasyonu tuz uygulaması sonucunda kontrol grubuyla kıyaslandığında tuz uygulamasında artış gösterirken, Ca ve K'da düşüş göstermiştir. Tuzlu ve tuzla birlikte ilave edilen farklı dozlardaki kalsiyum uygulamalarının, tuz grubuna göre Na konsantrasyonu düşüş gösterirken, Ca ve K konsantrasyonları ise kısmen artış göstermiştir. Kontrol grubuyla kıyaslandığında ise Na konsantrasyonu kısmen artarken, Ca ve K konsantrasyonları istatistiki olarak kontrol grubuna göre düşüş göstermiştir. Kalsiyum grupları arasında Na konsantrasyonunun kıyaslaması yapıldığında ise 200 mg/kg Ca miktarı 300 mg/kg Ca miktarına göre kısmen artış gözlenmiştir. Ca konsantrasyonu kıyaslaması yapıldığında ise 300 mg/kg Ca miktarı 200 mg/kg Ca miktarına göre kısmen artış göstermiştir. Son olarak, K konsantrasyonunun kıyaslaması yapıldığında istatistiki yönden önemli bir fark görülmemiştir. Kaya ve ark. (2003) yaptıkları bir çalışmada sulama suyunda Ca ve N ilavesi, tuz stresli bitkilerde su kullanım etkinliğini artırmıştır. Na konsantrasyonu, NaCl stresi varlığında hıyar ve kavun bitkilerinde yapraklarda ve köklerde artmıştır. Na konsantrasyonu, tuzlu suyun varlığında hıyara göre kavun yapraklarında hafif bir şekilde daha yüksektir. Hıyar, kavuna göre yüksek tuzluluktan daha az etkilenmiştir; köklerde Na birikimi, hıyarın sulama suyunda tuzluluğun üstesinden geldiği olası bir mekanizmayı göstermektedir ve/veya yapraklara Na taşınımını engelleyen bir mekanizmanın varlığını gösterebilir. Na konsantrasyonu, kontrolle karşılaştırıldığında ilave kalsiyum nitrat uygulamasında önemli ölçüde daha yüksektir ama yüksek tuz uygulamasından daha yüksek değildir. Çünkü Ca ve N ilavesi bitki parçalarında önemli ölçüde daha düşük Na konsantrasyonları uygulanmıştır. Yaprakta Na düşüşü, kuru madde birikimindeki bir artıştan dolayı bir 'seyrelme etkisi' ile kısmen açıklanabilir. Bu sonuçlar domates (Perez-Alfocea ve ark., 1996) ve prinç için elde edilmiş buluşlarla uyumaktadır. Ca konsantrasyonu, NaCl stresi varlığında gelişen ve olgun yaprakların her ikisinde de azalmıştır, fakat köklerde artmıştır (Adams ve ark., 1988). Yapraklarda düşük Na ve yüksek Ca, tuzluluk için kavuna göre hıyar daha fazla toleransından birlikte sorumludurlar.

Yaprak Ca konsantrasyonunun, domates (Dalton ve ark., 2001; Satti ve ark., 1995), buğday ve arpada toprakta veya besin solüsyonunda NaCl konsantrasyonun

artışıyla azaldığı rapor edilmiştir (Lauchli ve ark., 1990). Ayrıca yaprak nitrojen (N) konsantrasyonunun, domates, hıyar (Bernstein ve ark., 1974) ve arpada yüksek tuzla azaldığı görülmüştür (Strain ve ark., 1966). Yüksek $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulaması ilavesi, hemen hemen tüm durumlarda kontrolle benzer şekilde hem yapraklarda hem de köklerde Ca ve N düzeylerine neden olmuştur. Ca ilavesi uygulaması, domates (Satti ve ark., 1995) ve çilekte Ca eksikliğini iyileştirmiştir (Lutts ve ark.,1995). (Bernstein ve ark.,1974) N ilavesi, arpanın yanı sıra domates ve hıyarda N eksikliğini iyileştirmiştir (Strain ve ark.,1966). Bizim verilerimiz, bu nedenle, çiftçilerin $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ilave edilmiş tuzlu suyun kullanabileceklerini göstermektedir (Kaya ve ark., 2003).

Kaya ve ark. (2005) yaptıkları bu çalışmada mezofitik bitkilerin büyüme evresinde tuzlu koşullar altında baskı altındadır. Fakat bu baskı farklı bitkilerin farklı organlarında baskı oluşturur. Örneğin yapılan bu çalışmada sürgünlerin kuru ağırlığı, köklerin kuru ağırlığından daha fazla etkilendiği tuzlu koşullarda ve bu yüksek kök/sürgün oranına neden oldu. Araştırmacılar domatesteki kök büyümesi sürgün büyümesine göre daha az etkilendiği ve belki kök/sürgün kuru ağırlığı oranı önemli indikatör domatesin tuz toleransında etkili olmuştur (Dasgan ve ark.,2002). Tuzlu besin solüsyonuna Ca ilave edilmesiyle sürgünü, kök kuru ağırlığını ve Ca konsantrasyonu artırdı. Bulunan bu sonuçlar tamamen doğrulandı (Lopez ve sattia., 1996). Yaptığı çalışmada domates bitkisine tuz stresinde benzer cevap gösterdi (Sattia., 1996). Ca membran sağlamlığını sürdürmede ve iyon alımı ve taşınımını sağlamaktadır (Marschner, 1995). Yüksek Ca konsantrasyonları plazma membranlarında ki Na geçirgenliği düşürebilir. Na membrandaki geçirgenliğin azalmasıyla Ca Na'un akışını azaltıyor. Bu çalışmada membran geçirgenliği elektrolit sızmasının ölçülmesiyle belirlendi. Tuz muamelesi kontrol muameleye göre elektrolit sızması tuz muamelesi ciddi miktarda artmıştır (Cramer ve ark., 1985). Benzer sonuçlar elde edilmiş. by Lutts ve ark. (1996) ve Kaya ve ark. (2002) Hassas prinç çeşitleri; çilek ve hıyar bitkilerinde yüksek tuz konsantrasyonu membran geçirgenliğini artırdı. Ek olarak verilen kalsiyum sülfat membran gecirgenliğini artırdı ama aynı yapısal fonksiyonel değişkenler belirlendi. Ancak hücresel membran fonksiyon bozukluğu tuz stresini iyon geçirgenliğini ve elektrolit geçirgenliğini

artırdı. Ancak hücre membrandaki fonksiyon bozukluğu tuz stresinden dolayı iyon ve elektrolit geçirgenliğini artırdı (Lutts ve ark., 1996). Bilindiği üzere yüksek NaCl kalsiyumda farklı bitkilerde örneğin domates de ve çilekte Ca eksikliğine neden olmaktadır (Kaya ve ark., 2002). Kök bölgesinde Na transpransyon kök bölgesinde Ca alımı ve transpransyonu engellemekte ve sonrasında tuz stresi ile Ca/Na oranları azalmaktadır (Perez-Alfocea ve ark., 1996). Ca'un bitki üzerindeki tuzluluk etkilerini iyileştirdiği görülmektedir (Ehret ve ark., 1990). Ca'un metabolizmada regletör görevi gördüğü bilinmektedir (Cramer ve ark., 1986). Ve Na iyonlarını Ca iyonlarıyla membranda bağlanmada rekabet halinde olduğu bilinmektedir. Bu yüzden yüksek Ca miktarı hücre membranı zararlı tuzluluk etkilerinden koruyacağı için tavsiye edilmektedir (Busch, 1995). 75 mM NaCl ekleyerek orta büyüme ciddi oranda yapraktaki nitrojen ve K konsantrasyonu azaldı. Bunu yanında yapraktaki N ve K meyve ağırlığı azaldı ama bu etki kökteki N için saptanmadı. Tuzluluk uygulamaları K ve N konsantrasyonlarının azalmalarına işaret etmektedir. Tuzluluğa karşı bitkilerin ilk verdiği cevaplardan birisi bitki dokusundaki K konsantrasyonlarının azalması (Gorham, 1993; Khatun ve Flowers, 1995) ve böylelikle K yerine Na geçmesi bitki besinsel dengesizliklere neden olmaktadır. Her iki iyonlar bitkinin kök hücrelerine girmede rekabet ederler. Bu rekabet tuzlu topraklarda bitki bünyesinde Na konsantrasyonu sıklıkla K konsantrasyonundan aştığı yerlerde negatif etkilerde bulunabilir. Bu düşük K/Na oranlarının sonucunda bitki büyüme oranı azalır ve toksik etki gösterir (Schactman ve Liu, 1999). Substrattaki yeterli kalsiyum K/Na seçiciliğini artırır. Subsratda Ca yetersizliği Na harcanmasında K yararına alım oranının değiştirilerek K/Na seçiciliğini artırmaktadır. Ca ikili membran bütünlüğünün gelişimi sürekli olarak daha uygun bir kök K durumu ve kök hücrelerinden K kaybının azalmasına neden olmaktadır (Cachorro ve ark., 1994; Izzo ve ark., 1993). Tuz stresi altında büyüyen bitkilerde N içeriğinin azalması hıyar, domates ve arpa gibi çeşitli ürünlerde rapor edilmiştir (Cerde ve Martinez, 1988) ve barley (Shen ve ark., 1994). N alımının engellenmesi, iyon transferinin olduğu yerlerde NO₃/Cl etkileşimini ortaya çıkarabilir (Cram, 1983), çünkü Na, NO₃ alımının rekabetçi olmayan bir şekilde engellendiği bitkilerde şiddetli membran depolarisasyonunu meydana getirmektedir (Suhayda ve ark., 1990). Kök NO₃ konsantrasyonunun hem tuz uygulamasının süresi hemde genotipe güçlü

bir şekilde bağılı olduğu rapor edilmiştir (Hawkins ve Lewis, 1993). Sonuç olarak tuz stresi önemli bir şekilde bitki büyümesi ve meyve verimi azalmıştır. Fakat meyve verme aşamasında büyüyen domates de membran geçirgenliğini artırmıştır. Ayrıca yapraklarda tuz stresi K, Ca ve N 'tu azalmıştır ama tuzlu besin solüsyonuna kalsiyum sülfatın (CaSO₄) eklenmesi önemli bir şekilde yüksek tuzluluk tarafından etkilenmiş değişkenleri(bitki büyümesi, meyve verimi ve membran geçirgenliği) iyileştirmiştir. Ayrıca yaprakta K, Ca ve N artırmıştır. CaSO₄'ün eklenmesi, yüksek tuzluluk tarafından neden olunan domates ürünü üretimi problemleri için ekonomik ve basit bir solüsyon olarak önerilebilir.

Kaya ve Higgs, (2003) biber bitkisinde olmak üzere tuz stresi altındaki bitkilerde bağılı su içeriği (% RWC), değerlerinin azaldığını ve ilave besin elementi takviyesiyle bağılı su içeriği değerlerinde düzelme olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmadan elde edilen bulgular bu tezi doğrulamaktadır.

Lahaye ve Epstein (1971), adlı araştırmacılara ait benzer bir çalışmada yetiştirme ortamına ilave edilen Ca'nın fasulyede bitki kuru ağırlığını artırdığını belirtmişler ve sonuç olarak bu durumun Ca uygulaması ile Na alımının azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Yakıt ve Tuna (2006), tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine (membran geçirgenliği, nispi su içeriği, prolin, klorofil ve karotenoid miktarları ile yaprak ve köklerde makro elementler) Ca, K ve Mg etkilerini araştırmışlardır. Mısır bitkisine tuz ile ilave olarak verilen Ca, K ve Mg bileşiklerin membran geçirgenliği ve bağılı su içeriği üzerine iyileştirici etki yaptığını, tuzun olumsuz etkilerini kısmen iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Prolin oranının tuz uygulamasıyla beraber arttığını; toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarlarının tuz uygulamasından olumsuz etkilendiğini ancak besin çözeltisine ilave edilen Ca, K ve Mg bileşiklerin tuzun olumsuz etkisini kısmen hafiflettiğini ve kontrol ve tuz grubuna göre iyileştirici etki yaptığını bildirmişlerdir. Hasat sonrasında, yapraklarda membran geçirgenliği (% EC), bağılı su içeriği (% RWC), prolin, klorofil ve karotenoid miktarları tayin edilmiş, yaprak ve köklerde makro element (N, P, K, Ca,

Mg, Na) analizleri yapılmıştır. Ayrıca bazı bitki gelişim parametrelerini de (sürgün ve kök kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı) saptadıklarını söylemişlerdir. Bu araştırmadan elde edilen bulgular bu tezi doğrulamaktadır.



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER**5.1. Sonuçlar**

Tarımsal alanlarda bitkiler yaşamlarını sürdürebilmeleri için gelişimlerini kısıtlayıcı çeşitli olumsuz koşullara maruz kalmaktadır. Bunlardan biride tuzluluk stresidir. Tuzluluk stresi bitkinin büyümesini, gelişmesini ve metabolizmayı etkileyen durumlardan biridir. Bu çalışmada stres parametreleri (bitkinin yaş ve kuru ağırlığı, maksimum ışık verimi, hücre zarı geçirgenliği, toplam klorofil miktarı, yapraktaki su potansiyeli, osmotik basınç, prolin miktarı ve yaprak ve köklerde Ca, K, Na) miktarları araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre mısır bitkisi tuz uygulamasında olumsuz yönde etkilenmiştir.

Tuzlu ve tuzla beraber toprağa Ca ilave edildiğinde mısır bitkisinde kısmen iyileşme görülmüştür. Misal mısır bitkilerinde tuz grubu kontrol grubuna göre kıyaslandığında; bitkinin kuru ağırlığı, yaş ağırlığı, maksimum ışık verimi, toplam klorofil miktarı, yapraktaki su potansiyeli, Ca ve K miktarı azalırken; hücre zarı geçirgenliği, osmotik basınç, Na konsantrasyonu ve prolin miktarı artış göstermiştir.

Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave Ca uygulandığında mısır bitkisi tuz grubuyla kıyaslandığında bitkinin yaş ve kuru ağırlığı, maksimum ışık verimi, toplam klorofil, yapraktaki su potansiyeli, Ca ve K miktarları artış gösterirken; hücre zarı geçirgenliği, osmotik basınç, Na konsantrasyonu ve prolin miktarı düşüş göstermiştir.

Tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave Ca uygulandığında mısır bitkisi kontrol grubuyla kıyaslandığında bitkinin yaş ve kuru ağırlığı, toplam klorofil, yapraktaki su potansiyeli, Ca ve K miktarları düşüş gösterirken; hücre zarı geçirgenliği, osmotik basınç, Na konsantrasyonu ve prolin miktarı artış göstermiştir.

Bitkilerde maksimum ışık verimi bakımından farklı dozlarda ilave edilen Ca grubu ile kontrol grubu kıyaslandığında istatistiki olarak fark görülmemiştir.

5.2. Öneriler

Tuz stresinin mısır bitkisinde oluşturduğu olumsuzluklar karşısında, bitkiye tuzlu ve tuzla birlikte toprağa farklı dozda ilave Ca uygulanması sonucu bu olumsuzlukları kısmen iyileştirdiği belirlenmiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda tuz probleminin görüldüğü yerlerde mısır bitkisine kalsiyum uygulaması önerilebilir.

Sera koşullarında yapmış olduğumuz bu çalışmanın, arazi koşullarında denenmesi ile bu konuda yapılacak çalışmalara katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- ADAMS, P., 1988. Some responses of tomatoes grown in NFT to sodium chloride. In Proceedings of 7th International Congress on Soilless Culture ;ISOSC: Wageningen, 59–70.
- AKTAŞ, H., 2002. Biberde tuza dayanıklılığın fizyolojik karakterizasyonu ve kalıtımı Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Adana, 105s.
- AL-HARBİ, A.R., 1995. Growth and nutrient composition of tomato and cucumber affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. J.Plant Nutr., 18(7):1403-1416.
- ARNON, D.T., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenoloxidase *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 23: 1-15.
- ASHRAF, M., 1994. Organic Substances Responsible for Salt Tolerance in *Eruca sativa*. Biologia Plantarum, 36, 255–259.
- AVCI, M. E., 2015. Tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır bitkisine diüretik ve buğday bitkisine mannitol uygulamasının bitki fizyolojisi ve beslenmesine etkileri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 45 s.
- BABOURINA, O., LEONOVA, T. and SHABALA, S., 2000. Effect of sudden salt stress on ion Fluxes in intact wheat suspension cell. Annals of Botany 85: 759-767.
- BATES, L.S., WALDREN, R.P. and TEARE, I.D., 1973. Rapid Determination of Free Proline For Water Stress Studies. Plant Soil 39: 205-207.
- BELDA, R.M., FENLON, J.S. and HO, L.C., 1996. Salinity effects on the xylem vessels in tomato fruit among cultivars with different susceptibilities to blossom-end-rot. J.Hort.Sci., 71(2): 173-179.
- BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L.E.; CLARK, R.A., 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. J. Agron. 66, 412–421.
- BLUM, A., 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments. Critical Reviews in Plant Sciences, 2: 199-237.
- BUSCH, D.S., 1995. Calcium regulation in plant cell and its role in signaling. Annu. Rev. Plant Physiol. 46, 95–102.
- CACHORRO, P., ORTIZ, A., CERDA, A., 1994. Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. Plant Soil 159, 205–212.
- CERDA, A., MARTINEZ, V., 1988. Nitrogen fertilization under saline conditions in tomato and cucumber plants. J. Hort. Sci. 63, 451–458.
- CHAPMAN, H.D., PRATT, P.F., 1982. Methods of Plant Analysis. I. Methods of Analysis for Soils, Plants and Water Chapman Publishers, Riverside, California.
- CRAM, W.J., 1983. Chloride accumulation as a homeostatic system: set points and perturbation. J. Exp. Bot. 34, 1484–1502.
- CRAMER, G.R., 2002. Sodium-calcium Interactions Under Salinity Stress; Plants; Environment-Plants-Molecules, Published by Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 522p.

- CRAMER, G.R., LAUHLI, A. and EPSTEIN, E., 1986. Effects of NaCl and CaCl₂ on Ion Activities in Complex Nutrient Solutions and Root Growth of Cotton. *Plant Physiol.* 81: 792-797.
- CRAMER, G.R., LAUHLI, A., POLIĆ, V.S., 1985. Displacement of calcium by sodium from the plasmalemma of root cells: primary response to salt stress. *Plant Physiol.* 79, 207–211.
- CUNNINGHAM, G.A. and WRONA, A.F., 1980. Saline culture of crops: A genetic approach *Science*, 210: 399-404.
- DALTON, F.N., MAGGIO, A. and PICCINI, F.G., 2001. Assessing the effect of solar radiation on plant salt tolerance as defined by the static and dynamic indices. *Plant Soil* 229, 189–195.
- DAŞGAN, H.Y., AKTAŞ, H., ABAK, K., ÇAKMAK, İ., 2002. Determination of Screening Techniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses. *Plant Science*, 163: 695-703.
- DAŞGAN, H.Y., KOÇ, S., 2009. Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.7 (2): 363 - 372.
- DIONISIO-SESE, M.L. and TOBITA, S., 1998. Antioxidant Responses of Rice Seedlings To Salinity Stress. *Plant Sci* 135: 1-9.
- EHRET, D.L., REMANN, R.E., HARVEY, B.L., CIPYWNYK, A., 1990. Salinity induced calcium deficiencies in wheat and barley. *Plant Soil* 128, 143–151.
- EKMEKÇİ, E., APAN, M., and KARA, T., 2005. Tuzluluğun bitki gelişmesine etkisi, *OMÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 118-125.
- EPSTEIN, E., NORTLYN, J.D., RUSH, D.W., KINGBURY, R.W., KELLER, D.B., GORHAM, J., 1993. Genetics and physiology of enhanced K/Na discrimination. In: Randall, P. (Ed.), *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. Kluwer, Dordrecht, pp. 151–159.
- GÜREL A., and AVCIOĞLU, R., 2001. Bitkilerde Srese Dayanıklılık Fiziyojisi, 21. Bölüm, Editörler: Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M., *Bitki Biyoteknolojisi II, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları*, 308-313.
- HAWKINS, H.J., LEWIS, O.A.M., 1993. Effect of NaCl salinity, nitrogen form, calcium and potassium concentration on nitrogen uptake and kinetics in *Triticum aestivum* L. cv. Gametos. *New Phytologist* 124, 171–177.
- HOFFMAN, R., TUFARIELLO, J. and BISSON, M. A. 1989. Effect of divalent cations on the sodium permeability of *Chara corallina* and freshwater grown *Cahara buckelli*. *J. of Exp. Bot.* 40: 875-881.
- HU, Y., and SCHMIDHALTER, U., 2005. Drought and Salinity: A Comparison of Their Effects on Mineral Nutrition of Plants, *Journal of Plant Nutriend and soil Science*, 168, 541-549.
- HUANG, J., REDMAN, RE., 1995. Response of growth, morphology and anatomy to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. *Canadian Journal of Botany* 73: 859-1866.
- IZZO, R., SCAGNOZZI, A., BELLIGNO, A., NAVARİ-IZZO, F., 1993. Influence of NaCl treatment on Ca, K and Na interrelations in maize shoots. In: Frago, M.A.C., van Beusichem, M.L. (Eds.), *Optimization of Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 577–582.

- KACAR, B., 1972. Toprağın ve Bitkinin Kimyasal Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 53, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- KARANLIK, S., 2001. Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması. (doktora tezi). Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Adana.
- KAYA, C. and HIGGS, D., 2003. Supplementary KNO₃ Improves Salt Tolerance in Bell Pepper Plants, J. of Plant Nutr. 26,7, 1367–1382.
- KAYA, C., AK, B.E. ve HIGGS, D. 2003. Response of Salt-Stressed Strawberry Plants to Supplementary Calcium Nitrate and/or Potassium Nitrate, Journal of Plant Nutrition, 26:3, 543-560, DOI: 10.1081/ PLN-120017664
- KAYA, C., AK, B.E., HIGGS, D., MURİLLO-AMADOR, B., 2002. Influence of foliar applied calcium nitrate on strawberry plants grown under salt stress conditions. Aust. J. Exp. Agric. 42, 631–636.
- KAYA, C., HIGGS, D., KIRNAK, H. ve TAŞ, İ. 2003. Ameliorative Effect of Calcium Nitrate on Cucumber and Melon Plants Drip Irrigated with Saline Water, Journal of Plant Nutrition, 26:8, 1665-1681, DOI: 10.1081/ PLN-120022379
- KAYA, C., TUNA, A.L., ASHRAF, M., ALTUNLU, H., YOKAS, İ. ve YAĞMUR, B. 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. Environmental and Experimental Botany 59, 173–178
- KHATUN, S., FLOWERS, T.J., 1995. Effects of salinity on seed set in rice. Plant Cell Environ. 18, 61–67.
- KUŞVURAN, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi 356 sayfa, Adana.
- LAHAYE, P.A and EPSTEIN, E., 1971. Calcium and salt tolerance by bean plants. Physiol. Plant 25: 213-218.
- LAUCHLI, A. ve EPSTEIN, E., 1990. Plant Responses to Saline and Sodic Conditions, Ed: Tanjii K.K., Agricultural salinity assessment and management, Manuals Rep. on Eng. Practice no. 71. ASCE, New York, p. 113-137.
- LEVITT, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. II, 2nd Ed. Academic Press, New York, Pp:607.
- LOPEZA, V., SATTIA, S.M.E., 1996. Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress. Plant Sci. 114, 19–27.
- LUTTS, S., KINET, J.M., BOUHARMONT, J., 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot. 78, 389–398.
- LUTTS, S., KINET, J.M., 1995. Bouharmont, J. Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. J. Exp. Bot. 46, 1843–1852.
- LYNCH, J. and LAUCHLI, A., 1985. Salt stress disturbs the calcium nutrition of barley (*Hordeum vulgare* L.). New Phytol., 99:345-354.
- MAHAJAN, S., and TUTEJA, N., 2005. Cold, Salinity and drought stress: an overview, Archives of Biophysics, 444:139-158.
- MARSCHNER, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. second edition. London: Academic Press, 889 pp.

- MUNNS, R. ve TERMAAT, A., 1986. Whole-Plant Responses to Salinity, Australian Journal of Plant Physiology, 13:143-160.
- PARIDA, A.K. ve DAS, A.B., 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: a Review, Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.
- PEREZ-ALFOCEA, F., BALİBREA, M.E., SANTA CRUZ, A., ESTAN, M.T., 1996. Agronomical and physiological characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. Plant Soil 180, 251–257.
- SATTİ, S.M.E.; Al-Yahyai, R.A., 1995. Salinity tolerance in tomato: Implications of potassium, calcium and phosphorus. Commun. Soil Sci Plant Anal. 26 (17–18), 2749–2760.
- SCHACHTMAN, DP., LİU, W., 1999. Molecular pieces to the puzzle of the interaction between potassium and sodium uptake in plants. Trends in Plant Science 4, 281–287.
- SHEN, Z., SHEN, Q., LİANG, Y., LİU, Y., 1994. Effect of nitrogen on the growth and photosynthetic activity of salt-stressed barley. J. Plant Nutr. 17, 787–789.
- STRAİN, H.H.; SVEC, W.A., 1966. Extraction, separation, estimation and isolation of chlorophylls. In The Chlorophylls; Vernon, L.P., Seely, G.R., Eds.;Academic Press: New York, 21–66.
- SUHAYDA, CG., GIANNİNİ, JL., BRİSKİN, DP., SHANNON, MC., 1990. Electrostatic changes in Lycopersicon esculentum root plasma membrane resulting from salt stress. Plant Physiol 93: 471–478.
- TABAN, S., GÜNEŞ, A., ALPASLAN, M. and ÖZCAN, H., 1999. Değişik Mısır (*Zea mays* L. Cvs.) Çeşitlerinin Tuz Stresine Duyarlılıkları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 625-6
- TUTEJA, N., 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants, Methods in Enzymology, 428, 419-438.
- WHİTTİNGTON, J. and SMİTH, F. A. 1992. Calcium-salinity interactions affect ion transport in *Chara corallina*. Plant Cell and Environ. 15: 727-733.
- YAKİT, 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.
- YASAR, F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), 146 sVan.
- YILMAZ, E., TUNA, A. L., BÜRÜN, B., C.B.Ü., 2011. Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 7(1): 47-66/50.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hacer HATİPOĞLU
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Siverek/ 09.03.1989
e-mail : hacer-htp-63@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Orhan Gazi Lisesi, Merkez, Şanlıurfa	2009
Üniversite	: Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa	2013
Yüksek Lisans:	Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Haliliye, Şanlıurfa	2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl Kurum	Görevi
2014 Osmanlı Toprak Analiz Laboratuvarı	Laboratuvar Sorumlusu
2015 Arge Toprak Analiz Laboratuvarı	Laboratuvar Sorumlusu