

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**POTASYUM NİTRATIN TUZ STRESİNDE YETİŞEN DOMATES
BİTKİSİNİN FİZYOLOJİK GELİŞİMİNE VE VERİME ETKİSİ**

Mustafa GÜLTEKİN

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2018**

Prof. Dr. Cengiz KAYA danışmanlığında, Mustafa GÜLTEKİN' nin hazırladığı “Potasyum Nitratın Tuz Stresinde Yetişen Domates Bitkisinin Fizyolojik Gelişimine Ve Verime Etisi” konulu bu çalışma 31/05/2018 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 :Prof.Dr. Kadir SALTALI



Üye :Doç.Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ



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

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No:17130

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
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
1 . GİRİŞ	1
2 . ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1 . Tuz Stresi.....	4
2.2 . Bitkilerin tuza adaptasyonu ve savunma mekanizmaları.....	9
2.3 Tuz stresine karşı yapılan bazı çalışmalar	11
3 . MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
3.1 . Materyal.....	15
3.1.1 . Toprak Özellikleri.....	15
3.1.2 .Domates çeşidi.....	15
3.2 . Yöntem	15
3.2.1 . Denemenin kurulması.....	15
3.2.2 . Bitki analiz metotları	18
3.3 . İstatistik Değerlendirme	19
4 . ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	20
4.1. Domates vejetatif aksamının yaş ve kuru ağırlıkları.....	20
3.4 . Domates yapraklarının maksimum floresans ve klorofil ve hücre zarı geçirgenliği değerleri. 21	21
3.5 . Yaprak su potansiyeli ve osmotik basınç.....	22
3.6 Domates yapraklarının sodyum, potasyum ve azot içerikleri	23
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	25
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	34

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

POTASYUM NİTRATIN TUZ STRESİNDE YETİŞEN DOMATES BİTKİSİNİN FİZYOLOJİK GELİŞİMİNE VE VERİME ETKİSİ

Mustafa GÜLTEKİN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAYA

Yıl: 2018; Sayfa: 34

Tuz stresi dünya genelinde kurak ve yarı kurak alanlarda bitki gelişimini olumsuz etkileyen en önemli stres faktörlerinden biridir. Bu çalışmada sera koşullarında saksıda yetiştirilen tuz stresi altındaki domates bitkisine topraktan potasyum nitrat uygulamasının bitkinin verimine ve fizyolojik gelişimine olan etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla bitkilere topraktan artan (0, 150mg/kg, 300mg/kg) dozlarda potasyum nitrat ve 100 mM NaCl uygulanmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulan denemede SC-2121-Oturak domates çeşidi kullanılmıştır. Araştırma boyunca domates bitkisinde maksimum floresans, klorofil ölçümleri, biomas, mineral içerikleri ve su potansiyeli belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda domates bitkisine 100 mM NaCl uygulanması sonucunda bitki örneklerinde azot ve potasyum içerikleri, su potansiyeli, biomas klorofil miktarları ve maksimum floresan değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Meydana gelen bu azalma tuz stresi altında yetişen domates bitkisine topraktan potasyum nitrat uygulanması sonucunda artan potasyum dozuna bağlı olarak azot ve potasyum içerikleri artmış, maksimum floresans değeri ve klorofil içeriği artmış, hücre zarı geçirgenliği ise tuz uygulamasıyla artmış ve potasyumlu gübre uygulanması sonucunda azalmıştır. Ozmotik basınç azalırken vejetatif aksam, biyomas, yaş ağırlık, kuru ağırlık ve su potansiyeli artmıştır. Stres koşulları altında yetişen domates bitkisine topraktan potasyum nitrat uygulanması neticesinde tuzun bitkide oluşturduğu olumsuz etkileri potasyumun uygulanmasıyla azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Tuz stresi, potasyum nitrat, domates

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECTS OF POTASSIUM NITRATE ON THE PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT AND YIELD OF TOMATO PLANTS GROW UNDER SALINITY STRESS

Mustafa GÜLTEKİN

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

**Supervisor: Prof. Dr. Cengiz KAYA
Year: 2018; Page: 34**

Salt stress is one of the most important stress factors that adversely affect plant growth in arid and semi-arid areas throughout the world. In this study, the effects of potassium nitrate application on the yield and physiological development of the plant were investigated. For this purpose, 100 mM NaCl and potassium nitrate was applied to the plants increasing doses (0, 150 mg / kg, 300 mg / kg). SC-2121-Oturak tomato varieties were used in experiment with 3 replications according to randomized blocks trial design. Throughout the research, maximum fluorescence and chlorophyll measurements on tomato plant and biomass, mineral contents and water potential were determined. As a result of the analysis, decrease in nitrogen and potassium contents, water potency, biomass, chlorophyll values and maximum fluorescence values were observed in tomato plants subjected to salt application. As a result of application of potassium nitrate to tomato plants grown under salt stress, nitrogen and potassium contents increased, maximum fluorescence value and chlorophyll content increased, and cell permeability increased with salt application. As the osmotic pressure decreases, the vegetative component increases in biomass, dry weight and water potential. As a result of application of potassium nitrate to tomato plants grown under stress conditions, the negative effects of salt plants can be reduced by the application of potassium.

KEY WORDS: salinity stress, potassium nitrate, tomato

TEŐEKKÖR

Tez alıŐması sűresince alıŐmanın her aŐamasında bilgi ve tecrűbesinden faydalandıĐm danıŐmanım sayın Prof. Dr. Cengiz KAYA'ya, araŐtırma ve alıŐma sűresi boyunca varlıĐı ile destek ve gűven veren sevgili aileme teŐekkűrlerimi sunarım.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Toprak tuzluluğu ve verim arasındaki kuramsal ilişki	7
Şekil 3.1. Zamana bağlı bitki gelişimini gösteren görüntü	16
Şekil 3.2. Zamanabağı bitki gelişimini gösteren görüntü	17
Şekil 3.3. Tesadüf blokları deneme desenine gre hazırlanmış deneme planı	18



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Deneme kurulan arazinin toprak özellikleri	15
Çizelge 4.1. Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarında yetişen domates bitkisinin yaş ve kuru ağırlıkları	20
Çizelge 4.2. Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarında yetişen domates bitkisinin klorofil miktarı (mg/kg), maksimum ışık verimi (Fv/FM) ve hücre zarı geçirgenliği (HZG: %)	21
Çizelge 4.3. Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarında yetişen domates bitkisinin yapraktaki su potansiyeli (Ψ : MPa), osmotik basınç (YOB Osmol/kg)	22
Çizelge 4.4. Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarda yetişen domates bitkisinin yapraktaki sodyum, potasyum ve azot (mMol/kg) içerikleri	23

SİMGELER DİZİNİ

N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Na ₂ SO ₄	Sodyum Sülfat
NaCl	Sodyum Klorür
Cl	Klor
Ca	Kalsiyum
NO ₃	Nitrat
DNA	Deoksiribonükleik asit
AOT	Aktif Oksijen türevleri
ROS	Reaktif Oksijen Türevleri
SPSS	Statistics Program For Social Sciences
<i>P</i> <0.5	İstatistik Önem Seviyesi



1. GİRİŞ

Bitkiler gelişimlerini kendileri için optimum çevresel koşullar altında gösterirler. Bitkiler metabolizmalarının direncine bağlı olarak, anlık ve dönemliklik değişimler karşısında fizyolojik faaliyetlerini devam ettirebilmelerine karşın, herhangi bir koşula maruz kalmaları durumunda, büyüme ve gelişimlerini etkileyen zararlar ve fizyolojik farklılıklar meydana gelebilir (Shao ve ark., 2008). Bu şartların ortaya çıkmasına neden olan faktörlerin tamamı “stres” olarak adlandırılır. Bitkilerin büyüme ve gelişimini etkileyen stres faktörleri abiyotik stres faktörleri (radyasyon, ışık, sıcaklık, su, gazlar, mineraller) ve biyotik stres faktörleri (bitkiler, mikroorganizmalar, hayvanlar ve antropogenik etkiler) olmak üzere ikiye ayrılır (Larcher, 1995).

Abiyotik stres faktörlerinden kuraklık stresi tarım alanlarında ürün verimini düşüren en önemli stres faktörüdür. Minarel stresi kuraklık stresinin ardından kullanılabilir arazilerde en çok sorun oluşturan stres faktörüdür (Blum, 1986). Bu stresin büyük bir kısmını tuz stresi oluşturur ve dünya genelinde tarım arazilerinde tuzluluk problemi yaşayan bölgeler 1 milyar hektardan fazladır (Tuteja, 2007). Tarım arazilerinin %17'si sulak olup bu tarım alanlarının 1/5 i tuz problemi ile karşı karşıya olduğu tespit edilmiştir (Pitman ve Läuchli, 2002; Tuteja, 2007). Türkiye’de ise toplam alanının %2’sini kurak alanlar oluşturmaktadır ve bu alanların da %74’ü tuzlu topraklardır (Kendirli ve ark., 2005). Yeryüzünde kaliteli topraklara zarar veren tuz stresi, bitki gelişimini üzerinde yapısal, biyokimyasal, fizyolojik ve moleküler değişimlere sebep olma yoluyla etkilemektedir.

Çeşitli abiyotik stres faktörleri arasından tarımsal üretimi dünya çapında etkileyen en önemli stres faktörleri tuzluluk ve kuraklıktır. Yeryüzündeki tarım alanlarının hemen hemen yarısı (%45) sürekli olarak kuraklığa maruz kalır. Tuzluluk stresinin tarımsal üretimi kısıtladığı alan ise % 6 civarındadır (Asraf ve Foolad, 2007).

Tuzluluk problemi genellikle kurak ve yarı kurak alanlarda oluşur. İklim koşulları gereği bu bölgelerde sulamaya dayalı yetiştiricilik yaygın olarak kullanılır. Yetersiz sulama ise toprak ve su kaynaklarında tuzlulaşmaya sebep olur. Bu durum sulanan arazilerin %20 sinde tuzluluk problemine yol açar (Ghassemi et al. 1995).

Tuz stresi, bitki ve diğer canlı türlerin dağılımını ve yaşam koşullarını etkileyen çevresel faktörler arasında en önemlilerinden biridir (Shannon, 1985). Tuzluluğun artışı ile tarım alanlarının ve buna bağlı olarak sürdürülebilir tarımın önümüzdeki 25 yıllık süreç içerisinde yaklaşık olarak 3 te 1 inin, 21. yüzyılın sonlarına doğru ise yarısının zarar görmüş olabileceği tahmin edilmektedir (Munns, 2002; Bonilla ve ark., 2004; Ahmadi ve ark., 2009).

Tuzluluk sorunu düşük yağış, yüksek buharlaşma, yer altındaki çözülebilir tuz kaynakları, tuzlu sulama suyu ve yanlış yapılan sulamalar tarım alanlarında “tuzluluk probleminin” ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Tuzluluk, tarımsal üretimi kısıtlayan en önemli abiyotik faktörlerden biridir (Botella ve ark., 2005).

Tuzluluk, oluşum şekillerine göre primer (doğal) ve sekonder tuzluluk olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Doğal tuzluluğun oluşum şekillerini; tuz deposu olan okyanuslar, iklimik faktörler ve ana kayaların ayrışması sonucu ortaya çıkan mineraller oluşturmaktadır (Munns ve Tester, 2008). İkincil tuzluluk oluşum şekilleri ise; tarım arazilerinde yapılan yoğun sulama uygulamaları ile çeşitli mineral maddelerce hasıl yüzey altı sularının yükselmesi, fazla otlatma, bölgenin vejetasyonuna yok edip tarım arazisi açılması ve toprağın tuzluluğa sebep olan maddelerle kirletilmeleri (Pessarakli ve Szabolcs, 1999) olarak sıralanabilir. Dünyada tuzluluk problemi ile karşılaşan toprakların büyük kısmını sodyum sülfat ve sodyum klorürün zarar verdiği tuzlu topraklar oluşturmaktadır (Pessarakli ve Szabolcs,1999).

Tuzluluğun, bitkiler üzerinde doğrudan etkisi osmotik ve iyon stresi iken, dolaylı etkisini (sekonder etki) bu iyon stresinden ve osmotik stresten kaynaklanan bitkide meydana gelen yapısal bozulmalar ve zehirli bileşiklerin üretilmesi yada miktarlarındaki ani artışlar ile gösterir. Tuzun bitki üzerindeki etkileri; bitki çeşit ve türüne, maruz kaldığı tuzun türü ile tuzun miktarına ve tuza maruz kalma süresine göre değişmektedir. Tuzun sebep olduğu dolaylı etkiler; DNA, protein, klorofil ve zar yapı ve fonksiyonlarında zarara yol açan aktif oksijen türlerinin (AOT) sentezlenmesi; fotoinhibisyon; metabolik zehirlenme; K⁺ alımının azalması ve engellenmesi, hücre ölümü olarak sayılabilir (Botella ve ark., 2005; Hong ve ark., 2009).

Tuz stresi; bitkide soulunum oranının artması, bitki büyümesindeki değişimler, mineral dengesindeki bozulmalar, bozukluklar iyon toksitesi, Ca yerine Na iyonlarının geçmesiyle sonuçlanan membran yapısındaki bozulmalar şeklinde bitkilerde ciddi sorunlara sebep olur (Marschner, 1986). Aynı zamanda bitkide membran geçirgenliği bozulması (Gupta ve ark., 2002), fotosentetik etkinlikte meydana gelen azalma (Hasegawa ve ark., 2000; Munns, 2002) gibi fizyolojik etkinliklerin bozulmasına sebep olur. Benzer şekilde azot metabolizmasında bozulmasına yol açar (Mansour, 2000).

Tuzluluk, bitkinin gelişiminin azalmasına ve verimin düşmesine yol açan birden fazla fizyolojik süreci etkilemektedir (Satti ve Ahmad, 1992; Satti ve ark., 1993). Bunlar Sodyum/Potasyum oranındaki dengenin bozulmasından kaynaklı K yerine Na' un aşırı alımı, tuzluluğun yol açtığı kuraklık stresi, iyon toksitesi, beslenme bozukluğu ve bu etkilerin birleşimi yoluyla oluşmaktadır (Satti ve Lopez, 1994).

Son zamanlarda yapılan araştırmalara göre, bitkilerin tuz stresine karşı dayanıklılık mekanizmasında “iyon regülasyonu” önemli bir faktördür. Na

birikmesinin kontrolü, yapraklardaki K^+/Na^+ ve Ca^{+2}/Na^+ oranlarının yüksek olmasına, ve buna bağlı olarak bitkilerde tuza dayanıklılık konusunda oldukça etkili olmaktadır (Cuartero ve ark., 1996; Al-Karaki, 2001; Daşgan ve ark., 2002).

Dünya üzerinde domatesin yaklaşık %30 luk bir bölümü Akdeniz ve kıyılarında %20 lik bir kısmı ise Kaliforniyada üretilmektedir. Domates farklı iklim koşullarına adaptasyon yeteneğine sahip bir bitkide olsa yaygın olarak kurak ve ılık iklim özelliğine sahip bölgelerde yetiştiriciliği daha fazla yapılmaktadır (FAO 1995).

Yaygın olarak domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda tuz probleminin oluşması sadece yeni arazilerin tarıma açılması bakımından değil aynı zamanda sürdürülebilirlik bakımında büyük bir problemdir. Zor fakat önemli olan domates bitkisinin tuzlu koşullarda sürdürülebilir şartlar altında yetiştiriciliğinin yapılabilmesi ve kullanıma açık olmayan tuzlu suların kullanım imkanlarını araştırmaktır. Fizyolojik ve genetik özellikleri hakkındaki bilgilerin zengin olmasından ötürü tuzlu koşulların ıslahında ve düşük kalitedeki su kullanımında kobay bitki olarak kullanılabilir (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999).

Yapılan bu araştırmanın amacı tuz stresi altında yetişen domates bitkisine potasyumun ilavesiyle bitkide tuz stresinin oluşturduğu olumsuz etkilere karşı uygulamanın gelişme fizyolojisi ve mineral beslenmesine etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Tuz stresine maruz kalan bitkiler besin elementi yoksunluğunda dolayı verim kaybına uğrayabilmektedir. Tuzluluğun oluşturduğu bu olumsuzluklar besin elementlerinden yararlanmamasına, bitki bünyesinde taşınmasının aksamasına ve bitki içerisinde dağılımına olumsuz etki etmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Tuz Stresi

Aşırı tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkilerden biri verimini azaltmak yada daha kötüsü bitkinin ölümüne sebep olabilmesidir. Bitki türlerinin büyük bir kısmı tuzu ya bünyelerine almayacak şekilde ya da bünyesine aldığı tuzu tolere edebilecek mekanizmalarla donatılmıştır. Kültür bitkilerinin çoğunluğu toprakta oluşan tuzluluğa karşı duyarlı olmasından dolayı meydana gelen tuzluluk bu bitki türlerinde ürün verimini azaltan en önemli stres faktörlerinden biridir (Hu, 2007).

Toprakta tuzlulaşma jeolojik süreç sonucunda yada insan etkisi sonucunda oluşabilmektedir. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki dünya üzerinde yarı kurak veya kurak bölgelerde yetişen bitkiler tuz stresi yaygın olarak görülmektedir. Yağışlı bölgelerde ise yağışın mineralleri yıkamasıyla yer altı sularına karışması sonucunda tuzluluk probleminin kurak bölgelere oranla çok daha az olduğu görülmektedir (Ekmekçi ve ark., 2005).

Tuz stresi, bitki gelişmesini ve büyümesini osmotik strese ve iyon stresine sebep olarak engeller (Parida ve Das, 2005). Rizosferde tuzun artışıyla birlikte önce osmotik stres meydana gelmektedir. Meydana gelen bu osmotik stres, bitki tarafından alınabilir suyunda azalmasına yol açar ve buna “fizyolojik kuraklık” denilir (Tuteja, 2007). Bitki tarafından alınabilir su miktarında meydana gelen azalma, hücre genişlemesinde azalma, sürgün gelişiminde yavaşlama gibi sonuçlara sebep olur. Osmotik stres devamında oluşan iyon stresi evresinde ise, artan sodyum ve klorür Ca^{+2} , K^{+} , ve NO^{-3} gibi iyonlar ile rekabete girmesinin neticesinde, bitkide besin elementlerinin noksanlıkları ve buna bağlı olarak çeşitli problemler meydana gelir (Hu ve Schmidhalter, 2005).

Yeryüzünde genellikle tuzluluk problemi olan bölgelerin büyük bir çoğu yağışlarla kayaçlardaki Na, Cl ve diğer benzer tuzların çözünmeleri sonucunda serbest kalmalarıyla ortaya çıkmaktadır. Okyanus üzerinden gelen yağmur 6-50 mg/l tuz içerir ve kıyılardan uzaklaştıkça mevcut tuz konsantrasyonunun azaldığı görülmektedir. 10 mg/l tuz içeren yağmur suları, yılda yaklaşık olarak 100 mm’lik yağışta 10 kg/h tuz getirmektedir bunun yanı sıra insan faaliyetlerine bağlı olarak oluşan tuzluluk ise zirai faaliyetler sonucunda genellikle kurak ve yarı kurak alanlarda aşırı sulama, aşırı gübreleme ve taban suyunun yükselmesi neticesinde oluşmaktadır (Munns ve Tester, 2008).

Türkiyede toprakların yaklaşık olarak 1518722 hektar alanında tuzluluk ve çoraklık problemi gözlemlenmiştir. Bu çorak alanların, 614.617 hektarlık bir kısmı hafif tuzlu, 504.603 hektar alan tuzlu, 8.641 hektarı alkali, 125.863 hektarı hafif tuzlu-alkali ve 264.958 hektarını tuzlu-alkali topraklar oluşturmaktadır (Sönmez, 2003; Yıldıztuğay, 2011). Bu bölgelerde tarım alanlarındaki tuzluluğun artışının

genel sebeplerinde biri yıkanma yoluyla yer altı sularına karışan minerallerin buharlaşma sonucunda toprak yüzeyine ulaşmasıdır ve burada birikmesidir (Munns, 2002).

Ekilebilir alanların sınırlı olması ve sebzelerin yüksek pazar talebi nedeniyle kabakgiller ve patlıcangiller familyası sık sık uygun olmayan toprak ve çevre şartlarında yetiştirilmektedir. Bu uygun olmayan şartlar: Sıcaklık stresi, kuraklık stresi, su baskını ve kalıcı (persistent) organik kirliliktir. Strese maruz kalan bitkiler, meyve kalitesi ve verimde ciddi düşümlere sebep olurken, büyümenin engellenmesine neden olan çeşitli fizyolojik ve patolojik bozukluklar sergilerler. Kötü toprak kimyası, fiziksel koşullar ve çevresel stresin neden olduğu sebzelerdeki üretim kayıplarını azaltmak yada bunlardan korunmanın bir yolu, kalemelerin üzerindeki dışsal stresin etkilerini azaltma yeteneğinde olan anaçlar üzerine aşılamaştır (Schwarz ve ark., 2010).

Tuzluluk sodyum bolluğu nedeniyle bitkiye potasyum alımını veya klor nedeniyle nitrat alımını olumsuz etkiler. Tuzlu koşullar altında yetişen bitkide çoğu besin elementinin dağılımını etkilediği yapılan çalışmalar sonucu gözlemlenmiştir. Buna rağmen normal koşullar altında yetişen bitkilerde yeter düzey olarak kabul edilen miktardan fazla uygulanması sonucu verimin artmasına dair sonuçlar elde edilmemiştir (Grattan ve Grieve, 1999).

Toprakta oluşan tuzluluk yetişen bitkileri fizyolojik olarak topraktan su almasının engellenmesi, buna bağlı olarak bitki büyümesinin yavaşlaması yada durması ki buna osmotik stres adı verilir, yada tuzlu koşullarda baskın olarak mevcut iyonların sebep olduğu (Na^+ , Cl^-) spesifik iyon etkisi olarak iki farklı şekilde sınıflandırılır (Munns, 2005).

Kuraklık stresi ve devamında genel olarak ortaya çıkan tuz stresi, bitkide zincirleme bir dizi hücrel reaksiyona sebep olur ve iyonik bileşikler dışında bitkilerin bu duruma hızlı tepkisi (fotosentezin azalması vb) genel olarak birbirlerine benzerdir (Bartels ve Sunkar, 2005). Her iki faktörde ozmotik strese yol açan dehidrasyona sebep olur ve bu hücre ve vakuolar hacminde azalmalara yol açar. Aynı zamanda bu stresler, bitkide büyümenin azalması veya durması, stomaların kapanması, fotosentezde yavaşlama ya da durma, ABA miktarında meydana gelen geçici değişiklikler, bitki bünyesinde çözünen ve koruyucu proteinlerin sentezinde meydana gelen artışlar, antioksidant madde miktarlarında oluşan artış ve enerji tüketiminin baskılanması gibi farklı değişikliklere sebep olurlar (Bartels and Sunkar, 2005; Taiz and Zeiger, 2002).

Bitkide stomaların açılış ve kapanış hareketleri, stomalarda bulunan potasyum miktarı ile doğru orantılıdır. Mekanizma, stoma hücrelerinde potasyum birikmesiyle hücrede su potansiyelinin düşmesiyle hücreye su girmesi sonucunda potasyum miktarındaki azalma sonucunda şeker ve nişasta birikmesine bağlı olarak su potansiyelinin artması şeklinde işler (Aktaş ve ark., 2006).

Tuz stresi bitkide Na^+ ve Cl^- gibi iyonların yüksek seviyede birikimi ve bunun sonucunda hücre ölümüne yol açmaktadır. Toksik düzeydeki Na^+ oranı, enzim aktivitelerinin olumsuz etkilenmesi, fotosentezde meydana gelen azalma, aktif oksijen türevlerinin üretilmesi, membran yapısında oluşan bozulmalar, bitkide büyümesinde meydana gelen duraksama veya azalmalar ve hücrede ozmotik dengenin bozulması gibi pek çok etki oluştururken (Mahajan ve Tuteja, 2005), Na^+ ve Cl^- miktarının yükselmesi protein yapısını da olumsuz olarak etkilemektedir (Chinnusamy ve Zhu, 2004). Tuzlu koşullarda bitkilerde ozmotik dengede bozulmaktadır buna bağlı olarak bitki hücrelerinde turgorun düşmesi ve hücre hacminde azama meydana gelmektedir (Chinnusamy ve Zhu, 2004). Ortamda takviye edilen yüksek miktardaki Ca^{+2} ise, Na^+ ile etkileşime girerek, Na^+ 'un sebep olduğu olumsuz etkileri baskılayabilmektedir (Cramer ve ark., 1986; Reid ve Smith, 2000; Mahajan ve Tuteja, 2005).

Tuz stresi koşullarında stoma hareketlerinde etkisi olan kalsiyum iyonu ve absisik asit önemli etkilere sahiptir. Kalsiyum elementi sistematik olarak başlangıç sinyali üzerinde rol alır (Albrecht ve ark., 2003) ve tuzlu koşullar altında çok kısa bir süre içinde hücrel Ca^{+2} miktarında artışlar meydana gelmektedir. (Chinnusamy ve Zhu, 2004). Tuz stresine maruz kalan bitkilerde ise ABA miktarında meydana gelen artış daha fazla zaman (birkaç saat) almaktadır (Munns, 2002) ABA tuz stresi altında bitkide çeşitli ozmotik stres cevap genlerini ve iyon taşıyıcılarını düzenlemektedir (Uno ve ark., 2000; Shen ve ark., 2001; Hoth ve ark., 2002; Chinnusamy ve Zhu, 2004).

Tuz stresi altında bitkiler genel olarak benzer tepkiler verirler bunlar ozmoprotektan koruyucuların sentezlenmesi, iyon dengesinin sağlanması, üretilen aktif oksijen türevlerinin yok edilmesi ve su taşınımından oluşmaktadır (Maggio ve ark., 2003). Tuz stresi sonucunda ifadesi değişen genler ise, iyon taşıyıcıları ve iyon kanalları, osmotik koruyucuların üretiminden sorumlu olan enzimler, detoksifikasyon enzimleri, transkripsiyon faktörleri ve sinyal yollarından oluşmaktadır (Zhu, 2001b; Kreps ve ark., 2002; Seki ve ark., 2003; Gu ve ark., 2004; Takahashi ve ark., 2004; Munns, 2005; Rensink ve ark., 2005; Sahi ve ark., 2006).

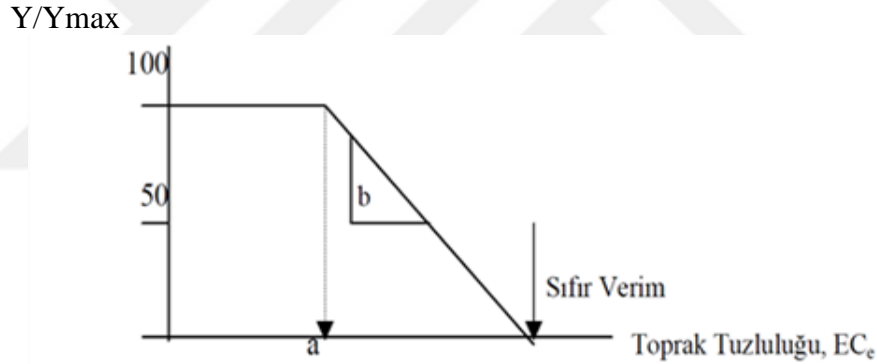
Tuzluluk toprakta gözenekliliği azaltır ve su miktarına bağlı olarak değişen elektriksel iletkenliğini bozar bunun sonucunda toprağın fiziksel yapısı bozulur ve toprakta su potansiyelinin düşmesine bununla birlikte bitkinin iyon alınımını zorlaştırmaktadır, bitkide iyon dengesinin de metabolik sorunlara yol açarak bitki gelişmesini kısıtlamaktadır. Aynı zamanda bu stres, protein, lipid ve nükleik asitlere zarar verip yapılarını bozan aktif oksijen türevlerinin (ROS) oluşmasına yol açmaktadır (Mittler, 2002).

Tuzluluk fotosentezde azalmaya ya da baskılanmasına sebep olur ve klorofil içeriğinde azalmaya yol açar. Stresin artan şiddetine yada süresine bağlı olarak fotosentezin azalması hücrede karbondioksit basıncında düşmeye sebep olan stoma kapanmasına (Sibole ve ark., 1998), protein miktarının düşmesine (Sibole ve ark.,

1998) ve fotosentetik pigmentlerde azalmaya (Sultana ve ark., 1999) neden olur. Aynı zamanda yapraklarda klorofil miktarında ve karotenoid miktarında azalmalara sebep olmaktadır. Klorofil miktarında oluşan azalmalar tuzun membran stabilitesini bozmasından kaynaklanmaktadır. (Ashraf ve Bhatti, 2000).

Yeryüzünde yarı kurak ve kurak tarım alanların büyük bir kısmında verim sulama suyunun artan tuzluluk oranı ve topraklarda buna bağlı olarak meydana gelen tuzlulaşma nedeniyle azalmaktadır. Bu sorun denize kıyısı olan bölgelerde denizin yerlatı sızıntısıyla tatlı su kaynaklarına karışması sonucunda meydana gelen tuzlulaşma ile her yıl yaklaşık olarak 10milyon hektar tarım toprağı kayba uğramaktadır (Ashraf, 1994; Szabolcs, 1994; Yıldızıtugay, 2011). Bu problem ülkemizde de üzerinde önemle durulması gereken ve giderek büyüyen bir sorun haline gelmektedir.

Bitkilerin tuz stresi atında gösterdiği tepkiler ve bu tepkilerin düzeyi bitkiden bitkiye değışiklik gösterebilir. Fakat belirli bir tuz düzeyinden sonra tüm kültür bitkilerinde verim sabit bir şekilde azalmaktadır (Maas ve Hoffman 1977). Toprakta meydana gelen tuzluluk ile toprak verimliliğı arasındaki ilişki kuramsal olarak Şekil 2.1.' de görölmektedir.



Şekil 2.1. Toprak tuzluluğı ve verim arasındaki kuramsal ilişki (Meiri ve Plaut 1985)

Kırılma noktası olarak adlandırılabilen ve her bitki için farklılık gösterebilen toprakta oluşan 'a' düzeyindeki tuzluluk seviyesine dek bitkide herhangi bir verim kaybı gözlemlenmezken, toprak tuzluluk seviyesi bitkinin tolere edebileceğı tuz seviyesini aştığı durumlarda artan her bir tuzluluk düzeyine karşılık bitkinin veriminde meydana gelen azalma artan tuz miktarına doğrusal olduğu görölmektedir. Meydana gelen bu azalma aşağıda verilen eşitlik yardımı ile de ifade edilebilir (Meiri ve Plaut, 1985).

$$Y/Y_{\max} = 1 - b(EC_e - a) \quad (2.1)$$

Burada;

Y ; Verim,

Y_{\max} ;Tuzsuz koşuldaki verim,

b ; Eğrinin eğimi,

EC_e ; Toprak saturasyon tuzluluk değeri,

a ; Verimin azalmaya başladığı eşik tuzluluk değeri.

Tarım arazilerinde sulama uygulaması yapılması durumunda bitkilerin kök bölgelerinde sürekli olarak tuz birikimi meydana gelir. Biriken bu tuzlar yıkanma gerçekleşmediği durumlarda bitki kök bölgesinde bitkilerin tolere edemeyeceği düzeye ulaşır. Gerekli olan yıkanma işlemi yağmur suyu tarafından sağlanamıyorsa sulama suyu ile birlikte bir miktar yıkama suyu uygulanması gerekmektedir. Sürdürülebilir tarım göz önünde bulundurulduğunda tuz birikiminin engellenmesi gerekmektedir. Aksi taktirdede biriken tuz zamanla verimi azaltacağından sonraki yıllarda vejetasyonu olumsuz yönde etkileyecektir (Van Hoorn ve Van Alphen, 1991).

Bitki kök bölgesinde meydana gelen tuz birikimi oranı bitkinin gelişimi üzerinde bitkinin terlemesi ve büyümesi ile aynı oranda düşme olarak görülen olumsuz etkilere sebep olur. Bitkinin su alımı ve stres koşullarına karşı koyabilmesi için gerekli olan biyokimyasalların sentezini yapabilmesi için harcaması gereken enerji miktarı artan tuzlulukla doğru orantılıdır varsayımı, tuz stresinin bitki gelişimini aksattığı ya da durdurduğu gözlemini en iyi açıklayan hipotezdir (Rhoades ve ark., 1992).

Bitki metabozlizmasında en önemli rollerden birini potasyum yüklenmektedir (Dibb ve ark., 1985). Enzimlerin aktivitesini ve turgor basıncının ayarlanması, stoma hareketlerinin düzenlenmesi ve benzeri fizyolojik aktivitelerde bitki hücrelerinde mevcut potasyumunun görevleri vardır (Grattan ve Grieve, 1994).

Tuzluluk bitki verimini besin elementlerinin etkinliğine, bitki bünyesine alınmaları konusunda rekabet, taşınmaları ve dağılımları şeklinde olumsuz yönde etkiler. Örneğin tuz nedeniyle potasyum alımındaki azalma veya nitrat alımındaki azalma şeklinde besin elementi noksanlıklarına sebep olabilir. Tuz stresinin besin elementi alımını olumsuz yönde etkilemesine yönelik yapılan pek çok çalışmada gözlemlenmiş olmasına rağmen tuzsuz ortamda optimum olarak kabul edilen besin elementi seviyelerinin artırılmasının bitki verimini arttırdığına dair veriler az sayıdadır. Aynı şekilde besin elementi uygulanması sodyum nedeniyle oluşan kalsiyum eksikliğinin yeterli düzeyde Ca ilave edilmesiyle düzeltilmesinde olduğu gibi stres faktörlerini azaltıp verimi artırması açısından daha başarılıdır (Grattan ve Grieve 1999).

2.2. Bitkilerin tuza adaptasyonu ve savunma mekanizmaları

Tuza karşı gösterdikleri dayanım konusunda bitkiler halofit ve glikofit olarak iki gruba ayrılırlar. Tuza yüksek derecede dayanım gösterebilen bitkilere halofitler, halofitlere göre dayanım dereceleri daha düşük olan yani daha hassas olan bitkilere ise glikofitler adı verilir. Halofit bitkiler 300 mM NaCl dozundan yüksek konsantrasyondaki tuzlulukta bile yaşamlarını sürdürebilirlerken Glikofitik bitkiler 200 mM'den daha düşük miktarlarda bile olumsuz etkilenebilirler (Zhu, 2007).

Halofit bitkiler doğal döngülerini tuzlu topraklarda tamamlayabilen bitkilerdir. Bu bitkilerin büyük birçoğu %2 ila %6 oranına kadar mevcut tuza dayanım gösterebilmektedir. Hatta bazı halofit bitkiler yaklaşık % 20 tuz oranına dahi dayanabilmektedir. Halofitlerin aksine glikofit bitkiler ise tuzlu ortamlarda gelişimini sürdürme konusunda daha başarısızdırlar (Yıldızıtugay, 2011). Glikofitler tuz konsantrasyonunun %0.01 den fazla olduğu bölgelerde ya sınırlı gelişim gösteriler ya da gelişimleri tamamen durur. Glikofitler ise, tuz alımını kısıtlarlar ve prolin, çözünür şekerler gibi çözünenlerin sentezlenmesiyle ozmotik basınç regülasyonunu sağlarlar(Greenway ve Munns, 1980).

Halofitler bitkiler sitoplazmalarındaki biriken iyonları, enerji kullanarak taşıma yolu ile vakuollerinde biriktirerek tuzlu koşullarda yaşamlarını sürdürebilirler. Halofitler sodyum ve klor iyonlarını, keseler ve salgı bezleri aracılığı ile dışarı atarlar (Hasegawa ve ark., 2000; Yeo, 1998). Halofitler ve glikofitler çözünenlerin birikimini matriks ve stromalarında, sitoplazmada ve organel lümenleri, ozmotik düzenlemeleri gerçekleştirebilir. Halofit türler vakuollerinde depolama yoluyla tuzun konsantrasyonunu kontrol altında tutarlar ve hücrelerinde potasyum/sodyum oranını gerektiği gibi ayarlayabilirler (Glenn ve ark., 1999). Her iki bitki çeşidi de tuza karşı dayanım seviyeleri dayanıklı, orta dayanımı ve hassas olarak sınıflandırılabilir (Waisel, 1972; Flowers ve ark., 1977; Greenway ve Munns, 1980). Glikofitler 100-200 mM NaCl oranındaki tuzlu topraklarda gelişimleri hızlı bir şekilde engellenip ölürken, halofit türler ise 300 mM NaCl'den yüksek orandaki tuzlu koşullarda dahi gelişimi sürdürebilmektedir (Zhu, 2007; Yıldızıtugay, 2011).

Yine halofitlerden *Salicornia europaea* L. türüne ait bitkiler, ise 1020 mM NaCl'de içeren topraklarda bile yaşayabilirken, *Atriplex vesicaria* Heward ex Benth. 700 mM NaCl'de bile yüksek verime sahip olabilmektedirler. Kültür bitkilerinin bir çoğu tuzlu koşullara karşı dayanımı yoktur. Bu bitkiler arasında limon, soğan, marul ve fasulye tuza çok duyarlı, pamuk ve mısır orta derecede dayanımlı, şeker pancarı ve palmyeler dayanımı yüksek kültür bitkileridir. Fasulye verimi, 50 mM tuzlu koşullarda ise tamamen engellenmektedir(Zhu, 2007).

Bitkiler maruz kaldıkları strese karşı farklı savunma sistemleri geliştirmişlerdir. Bu sistemler sayesinde hayatta kalmayı başarırlar. Stres faktörünün yoğunluğuna süresine ve tipine göre bitkiler farklı dirençler gösterebilmektedirler. Buna bağlı olarak bitkiler ya gelişimlerini sürdürebilmekte yada gelişimleri yavaşlamakta veya tamamen durmaktadır. Tuzlu koşullar altında osmotik basınç sonucu bu sistem

aksamakta, fakat sisteme potasyumun takviyesi ile bozulmuş olan hücrel elektrolit dengesi düzelir. Sodyum ile rekabet edecek potasyum miktarı arttıkça bozulmuş olan hücre içi sodyum/potasyum dengesi ayarlanmış olur ve metabolik faaliyetler düzene biner. (Bar-Tal ve ark., 1991).

Tuzluluğa dayanımı yüksek bitkiler bu sayede hücrelerinin düşük geçirime sahip olmasına ve hücrelerine aldıkları sodyum iyonunu hücre dışına çıkarabilirler. Sodyum pompaları aracılığıyla sodyum iyonlarının dışarıya atımı, alınan sodyum miktarının bitki tarafından tolere edilebilir seviyelerde olmasına olanak sağlamaktadır (Yang ve ark., 1990). Kök hücrelerinin tuzu almayışı “pasif uzak tutma” olarak isimlendirilir. Hızlı büyüme yöntemide birim hacimde biriken tuzu seyreltmedir. Bitki hücresinde biriken tuzlar vakuolde tutulup plasmadan uzaklaştırılmasıyla bitki tuzun zararından korunur (Tattini ve ark., 1994).

Tuza karşı toleranslı bitkiler, sodyum ve kloru köklerinden, gövdelerine ve yapraklarına taşınımını azaltarak tuzluluğa karşı dayanım gösterirler. Arpa bitkisi tuzluluğa karşı dayanımı yüksek olan bir türdür ve kökten gövde ve yapraklara tuzun gidişinde kısıtlamalar mevcuttur, köklerdeki bariyerler sayesinde pasif alım ile bünyesine aldığı Cl^- ile Na^+ ‘u yeşil aksamına iletilmemektedir. Tuza karşı başka bir dayanım şeklinde ise klor ve sodyum iyonları yaşlı yapraklarda tutulur ve genç yapraklara ulaşımı mümkün olduğunca engellenir. Bu bitki türlerinde yaşlı yapraklardaki potasyumun genç yapraklara taşınması sonucunda potasyum ve sodyum arasındaki dengenin sağlandığı rapor edilmiştir. (Wolf ve ark., 1991).

Stres altındaki bitkinin çözünebilir maddeleri bünyesinde biriktirmesi neticesinde su potansiyelini azaltmakta böylece su alım miktarını arttırıp tuzluluk stresine karşı dayanımını arttırmaktadır buna “Ozmotik uyum” denir (Turner ve Jones, 1980). Bu tuz stresine maruz kalan bitkilerin tuzu almaması ya da çözünen organik bileşiklerin sentezini arttırması ve bu bileşikleri bünyelerinde biriktirmesi sayesinde sağlamaktadır. Aynı zamanda organik iyonların ve inorganik bazı iyonların bünyede biriktirebilme özelliğine de osmotik uyum adı verilmektedir(Marschner, 1995).

Fazla tuzun oluşturduğu toksiteye karşı hassasiyet gösteren bitkilerde turgorun ayarlanması iyonların bünyede biriktirilmesiyle sağlanır. Meneguzzo ve ark. (2000), iki farklı buğday çeşidinde çalışmış her ik türde de iyonların biriktirilmesi yoluyla tuza dayanımının sağlandığını gözlemiş, yüksek tuz nedeniyle osmotik potansiyelin düştüğünü fakat bünyelerine aldıkları iyonlar aracılığıyla turgorlarını yeniden sağladıklarını ifade etmişlerdir. Tuza karşı hassas bitkilerde tuzun zararı iyon toksitesine sebep olmasından kaynaklanmaktadır ve bu toksite bitki gelişimini durdurmaktadır. Tuza karşı dayanıklı bitkilerde ise inorganik iyon biriktirme yetenekleri sayesinde tuzlu şartlarda turgorlarını aynı seviyede tutabilmektedirler.

2.3 Tuz stresine karşı yapılan bazı çalışmalar

Shannon ve Grieve (1999), yaptıkları araştırmalar sonucunda tuzluluk stresinin bitki besin elementlerinin alımlarını olumsuz yönde etkilediğini bunun yanı sıra bazı bileşiklerinde bünyelerinde birikmesine, fotosentezin baskılanmasına, aktif oksijen türevlerinin üretilmesine ve membran stabilitesinin bozulmasına sebep olduğunu bunun sonucunda ürün kalitesinde ve veriminde önemli ölçüde düşüş oluştuğunu belirtmişlerdir.

Bor ve ark. (2003), tuza dayanıklı Beta maritima TR 51196 ve Beta vulgaris L. cv. ansa'da tuzluluk stresine karşı dayanımındaki antioksidan sistemlerin birbirlerine benzerliğini ve lipid yıkımındaki değişimi araştırmıştır. Yaptıkları araştırma sonucunda her iki türde de lipid peroksidasyonunda artan tuz miktarına bağlı olarak yıkımların benzer şekilde gerçekleştiği ve farklı türlerde olsa gerek sakınım mekanizmalarında gerek tolere etme mekanizmalarındaki benzerliğe dikkat çekmişlerdir.

Özdemir ve ark. (2004), yapmış oldukları çalışmada tuza dayanımı düşük olan pirinçte 24- epibrassinolit'in etkilerini araştırmışlardır. Bitkide fide gelişimi, antioksidatif sistem, lipid peroksidasyonu, prolin ve çözünür protein içerikleri üzerine etkilerini gözlemlemiş, tuz stresi altında bitki gelişimi 24-epibrassinolit uygulamasıyla arttığını ifade etmişlerdir.

Wang ve ark. (2004), yaptıkları bir araştırmada bitkide potasyum eksiliği ve iki farklı dozda tuz stresinin Suaeda salsa L. bitkisinde tuzluluk ve osmotik stresin bitkide klorofil içerikleri, floresans verimi, malondialdehit (MDA), süperoksit dismutaz (SOD) seviyelerinde değişimleri araştırmışlardır. Bitkide tuz stresinin süresi ve şiddeti arttıkça salgılanan bazı enzim seviyelerin hızlı artışlar gözlemlemiş, klorofil içeriğinde artan tuz miktarına orantılı bir şekilde azalma fotosentez veriminde ise en büyük düşüşün en yüksek tuz içeriğinde gözlemlendiğini ifade etmişlerdir.

Ertürk ve ark. (2007), kiraz üzerinde yaptıkları araştırmada artan dozlarda tuz uygulamasıyla birlikte bitki köklerinin gelişimleri incelemişlerdir. Tuz uygulanan bitkinin sürgünlerinde küçülmeler, gelişimlerini ve klorofil içeriklerinde önemli düşüşler olduğunu ifade etmişlerdir.

Koca ve ark. (2007), yaptıkları bir çalışmada iki farklı susam üzerinde artan NaCl konsantrasyonlarının etkilerini araştırmışlardır. Bir buçuk aylık bir süre içinde besin solusyonu ile beslenmiş ve artan dozlarda tuz uygulaması yapılmıştır. İki ırk arasında büyüme parametreleri lipid peroksidasyonları ve antioksidant enzim miktarları karşılaştırılmıştır.

Yıldıztuğay (2011), endemik halofit Centaurea tuzgolensis'in tuz stresi altında verdiği fizyolojik ve biyokimyasal etkileri araştırmış ve gelişimini, lipid peroksidasyonunu incelemiştir. İki aylık fidelere artan dozlarda tuzu 14 gün süreyle

uygulamıştır. Fe-SOD un etkisiyle SOD, CAT, APX ve GR enzimlerinin aktivitelerindeki artış gözlemlenmiştir. Kontrol gruplarında prolin seviyelerinde herhangi bir değişim gözlemlenmezken *C. tuzgolensis*'te prolin seviyeleri kontrole göre sırasıyla 3.14 ve 8 kat, *C. lycaonica*'da ise 4.70 ve 7.48 kat artmıştır. Çalışmalarında her iki *Centaurea* türünde de uygulanan tuz konsantrasyonuna orantılı olarak prolin seviyelerinde artış meydana gelmiştir.

Katkat ve ark. (1999) yaptıkları bir araştırmada K iyonunun tuz stresi altında yetişen mısır bitkisinde mikro element miktarını ve dağılımını incelemiş, bitkilere artan dozlarda potasyum nitrat ve aran dozlarda tuz uygulaması yapmıştır. Bitkinin kuru ağırlığı üzerinde potasyum dozlarının etkisi önemli olarak görülmezken tuzdan kaynaklı kuru ağırlığının önemli düzeyde azaldığını belirtmişlerdir.

Çeltik bitkisi üzerinde yapılan bir araştırmada artan dozlarda tuz uygulanmasıyla genç yaprak ve yaşlı yapraklar olarak ayrılıp bitkinin bu kısımlarında MDA klorofil içeriği, protein ve membran zararlanması incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucuna göre oluşan stres yaprak sayısında farklılık meydana getirmemiş, sadece tuzlu koşullarda yetişen bitkinin yapraklarının daha küçük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tuz stresi klorofil miktarında ise genç yada yaşlı yapraklar arasında bir değişim oluşturmazken tüm bitkilere genel olarak bir düşüşe sebep olmuştur. MDA üretimi ve membran hasarlanmalarının ise bitkide yaşlı yapraklarda genç yapraklara oranla yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. (Lutts ve ark., 1996).

Potasyum bitkide su dengesini, besin maddelerinin taşınmasını, dağılımını, osmotik basıncı düşürerek turgor basıncını arttıran önemli bir elementtir (Marschner 1995). Tuzlu koşullar altında yetişen bitkiler için potasyumun yeterli düzeyde varlığı bitkinin gelişimi için şarttır. Bitkilerin sodyumun bulunduğu ortamda potasyumu seçip almalarına rağmen bu seçicilik bitkinin türüne ve hatta aynı çeşit içindeki cinslerine göre bile farklılıklar gösterebilirler (Grattan ve Grieve 1999).

Bitkide sodyum ve potasyum alımında bu iki element arasında bir rekabet söz konusudur. Na varlığı nedeniyle potasyum eksikliği domates bitkisinde (Song ve Fujiyama 1996, Lopez ve Satti, 1996), ıspanak bitkisinde (Chow ve ark., 1990) ve mısır (Botella, 1997) gelişim ve verimde önemli düşümlere sebep olmaktadır (Grattan ve Grieve 1999).

Poustini ve ark. (2007), farklı buğday çeşitleri üzerinde yürüttükleri çalışma sonucunda bitkinin yapraklarında meydana gelen prolin birikiminin tuz stresine bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Potasyum, kalsiyum ve magnezyum üzerinde antagonistik bir etkiye sahiptir bu etki tüm çevresel etmenlere bağlı olarak yüksek konsantrasyonlarda belirgindir. K konsantrasyonunun düşük olduğu durumlarda fosfor ve kalsiyum alımının artmasının potasyumun hareketli oluşu ve yüksek konsantrasyonlarda diğer elementlere baskın

olduğu düşünülmektedir. Potasyum seviyesinin artmasına bağlı olarak kalsiyum miktarının azalması aralarındaki rekabetten kaynaklanmaktadır (Fagaria, 2001).

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki Na iyonundan kaynaklanan K noksanlığı ile birlikte ortaya çıkan olumsuz etkiler ortama yeterli düzeyde potasyum ilavesiyle hafifletilebilir (Grattan ve Grieve 1999). Tuzlu koşullar altında yetiştirilen domates bitkisi, mısır bitkisi ayçiçeği ve fasulye ye potasyum takviyesi yapılması halinde K/Na oranındaki artışa bağlı olarak artmıştır. (Song ve Fujiyama 1996, Satti ve Lopez 1994, Botella ve ark.1997, Benloch ve ark. 1994)

Mizrahi ve ark. (1988) yaptıkları bir çalışmada artan tuz seviyelerinin meyvede çözünebilir madde içeriğinin arttığını ve orta düzeyde tuzun domates bitkisinde meyve kalitesinin artması konusunda etkili olabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Çakırlar ve Topçuoğlu (1987), yaptıkları bir çalışmada ayçiçeği bitkisine NaCl ve Na₂SO₄ tuzları uygulamış ve ayçiçeği bitkisinin yapraklarında artan tuz dozlarına bağlı olarak prolin birikimi olduğunu ifade etmişlerdir.

Agarwal ve Pandley (2004) yaptıkları bir araştırmada 1 haftalık bir süreyle artan dozlarda tuz uygulamasının bitki gelişimi üzerine ve fizyolojik etkileri üzerine etkilerini araştırmış, orta derecede tuza dayanıklı bitkilerde büyüme parametrelerinin etkilendiği ve bitki biyokütlesinde artan tuz miktarına paralel olarak bir azalma meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Azevedo Neto ve ark. (2006), tuza karşı hassas ve tuza dayanıklı bitki türleri üzerinde yaptıkları araştırmada tuzun neden olduğu lipid yıkımlarına meydana gelen değişiklikleri incelemişler ve dokularda oluşan hasarların göstergesi MDA miktarlarında herhangi bir değişim gözlemlenmezken tuz stresine hassas olan bitki türlerinde MDA miktarlarında artış gözlemlenmiştir. Bu artışın kontrol gruplarına oranı %25 civarında olduğunu ifade etmişlerdir.

Tuz stresi altında bitkilerde pigment içeriğinde önemli azalmalar meydana geldiği Ashrafuzzaman ve ark. (2000) tarafından ifade edilmiştir. Tuzluluk koşullarında K uygulanmasıyla klorofil içeriğinin arttığı bu artışın potasyumun klorofilin azalmasını yavaşlatmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Tuza karşı dayanıklı ve hassas olan iki farklı hıyar bitkisi üzerinde yapılan bir araştırmada tuz nedeniyle oluşan strese bağlı olarak her iki türde de büyümenin azaldığı hassas olan türde meydana gelen azalmanın ise daha belirgin olduğu, stres sonucunda iki türde de MDA, SOD, POX etkinliklerinde artış oluştuğunu, bu artışların tuza karşı hassas olan türde daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda stres altında aktivitesi artan prolin ve POX bitkinin kendisini oksidatif hasarlardan koruduğu sonucuna ulaşılmıştır (Zhu ve ark., 2008).

Satti ve ark. (1994) yaptıkları bir çalışmada farkı domates çeşitlerinde potasyum nitrat, kalsiyum nitrat ve tuz uygulaması yaparak domates bitkisinin Ca ve K'nın bitkinin çiçeklenesi üzerine etkilerini araştırmış, çiçeklenmenin ve meyvenin tuz stresinden olumsuz yönde etkilendiği, kontrol grubuna göre tuz uygulamasının çiçeklenmeyi %44 oranında azalttığı artan tuz miktarına bağlı olarak meyve veriminin daha şiddetle azaldığı sonucuna ulaşmışlardır.

Tuzluluk problemini önlemenin yollarından biri ise yıkanma yoluyla tuzları bitki kök bölgesinden uzaklaştırmaktır. Bu şekilde taban suyu ve azalan iyi kaliteli sukaynaklarından dolayı ekonomik olmamaktadır. Bunun yerine tuza karşı dayanıklı bitkilerin seçilmesi tuzun ve benzeri iyonların stres faktörü oluşturmasını azaltmak yada tamamen yok etmek için toprak ıslah yöntemlerinden faydalanılmalıdır. (Satti ve Lopez, 1994).

Dolatabadian ve ark (2008) yaptıkları bir araştırmada Kanola bitkisinde tuzun prolin miktarı, klorofil içeriği üzerine etkisi, köklerde ve yapraklarda oluşan lipit peroksidasyonunu araştırmış, stres süresince bitkide aktif oksijen türevlerinden kaynaklanan MDA'nın köklerde ve yapraklarda arttığını, klorofil içeriğinin ise stres süresi boyunca azalma gösterdiğini ifade etmişlerdir.

İki farklı mısır çeşidinde artan dozlarda tuz uygulanması sonucunda klorofilde meydana gelen yıkım osmotik potansiyel ile doğrusal bir ilişki göstermiştir. Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriği önemli derecede azalma göstermiştir. Prolin miktarının ise uygulanan tuz miktarına bağlı olarak paralel bir artış gözlemlenmiştir (Cha-Um ve Kirdmanee, 2009).

Satti ve Lopez (1994) domateste yaptıkları bir çalışmada tuzdan kaynaklanan stresin etkilerinin farklı dozlarda K uygulamasıyla azaltmayı amaçlamış, bu amaçla artan dozlarda (4, 8, 16mM) potasyum nitrat ve 50 mM tuz beş farklı domates çeşidinde uygulamışlardır. Potasyum seviyesi 4'ten 8mM'e çıktığı durumda %48 oranında yaş meyve verimi artarken aynı şekilde K seviyesi 16 mM'e çıktığı durumda %16 lık bir artış göstermiştir. Tuzdan kaynaklı bir şekilde meyve boylarında yaklaşık %30 luk bir azalma olduğunu belirtmişlerdir

Domates bitkisinde meyvelerin büyüklükleri ve sayıları tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte düşüş göstermiştir (Adams, 1991). Tuzlu ortam bitkilerin Ca ve K gibi iyonların bitki tarafından alınımını azalmasına yol açmaktadır ve buna bağlı olarak bitki-su ilişkisini etkilemektedir (Ho ve Adams, 1995; Satti ve Lopez 1994).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Toprak Özellikleri

Deneme topraklar Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesi tarımsal üretim yapılan bölgeden alınmış topraklarla yürütülmüştür. Deneme Harran üniversitesi ziraat fakültesi toprak bölümü ve bitki besleme ana bilim dalı cam serasında kurulmuştur. Denemede kullanılan toprakların özellikleri Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme kullanılan toprakların özellikleri

pH (Sat)	EC (dS/m)	OM (%)	Kireç (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)
7.9	2.72	1.33	24.3	2.8	167.4

3.1.2.Domates çeşidi

Kullanılan domatesin ticari ismi SC-2121-Oturak, olarak anılmaktadır. Sofralık olarak pazar değeri yüksek bir çeşit olup orta erkeci olgunlaşma özelliğine sahip, bitki örtüsü oturak olan meyve genel olarak basık yuvarlak, gelişme süresi ortalama üç ay olan tarla yetiştiriciliğine uygun standart domates çeşididir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin kurulması

Bu çalışma Haran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı serasında kurulmuş olup genç bitkilerle saksı ortamında yürütülmüştür. Kullanılan domatesin ticari ismi SC-2121-Oturak, olarak anılmaktadır.

Çalışmada gelişim ortamı olarak toprak kullanılmış olup bu amaçla 10 litrelik saksılar doldurulup her saksıda 100 mg/kg N (üre olarak) 50 mg/kg P (Triple süper fosfat), 100 mg/kg K (potasyum sülfat) tüm uygulamalara ekim öncesi toprağa homojen şekilde karıştırılarak verilmiştir. Deneme dört tekerrürlü olup üçer saksı olarak yürütülmüştür. Her saksıya 1 adet fide şaşırtılarak ekilmiştir. Bitkilerde tuz stresi oluşturmak amacıyla 100 mM NaCl içeren sulama suyuyla sulanmıştır. Sulama uygulaması tarla kapasitesinde olacak şekilde uygulanmış olup saksılar her iki günde bir tartılarak eksilen su saksılara ilave edilmiştir. Ölçülen parametreler: Bitki yaş ve kuru ağırlığı, yapraklardaki Na, N ve K içeriği, fotosentez verimi, klorofil miktarı

hücre zarı geçirgenliği, yapraktaki su düzeyi hücre özsuyunun osmotik basıncı belirlenmiştir.

Tuz ile K etkileşimi için yapılan uygulamalar aşağıdadır:

K: Kontrol NPK eşit miktarda verildi

T: 100 mM NaCl

T+K1: 100 mM NaCl+ 150 mg potasyum (K) potasyum nitrat olarak

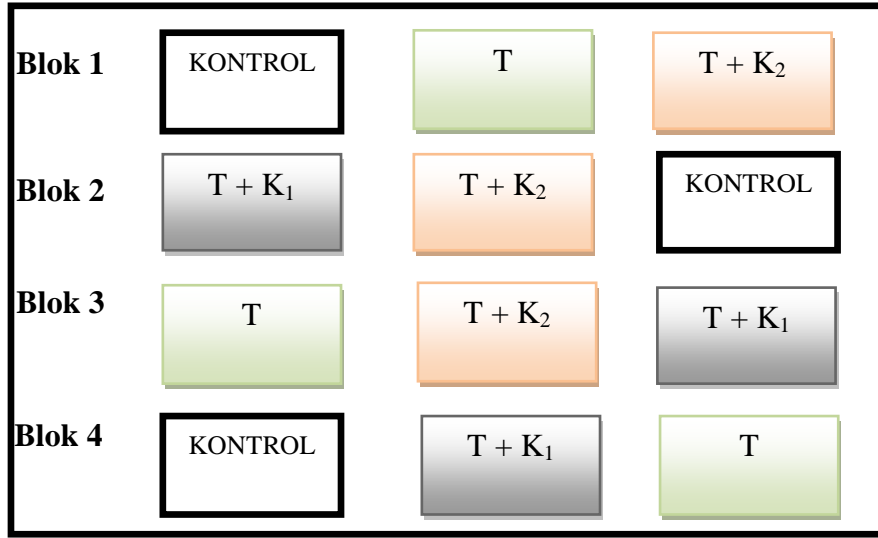
T+K2: 100 mM NaCl+ 300 mg potasyum (K) potasyum nitrat olarak



Şekil 3.1. Zamana bağlı bitki gelişimini gösteren görüntü



Şekil 3.2. Zamanabağılı bitki gelişimini gösteren görüntü



Şekil 3.3. Tesadüf blokları deneme deseni

Kontrol; N P K eşit şekilde uygulandı

(T): 100 mM NaCl uygulaması,

(T+K₁): 100 mM NaCl+ 150 mg potasyum (K) potasyum nitrat uygulaması,

(T +K₂): 100 mM NaCl+ 300 mg potasyum (K) potasyum nitrat uygulaması

3.2.2. Bitki analiz metotları

Çalışma süresince uygulamalar arasında fark gözlemlenene kadar (yaklaşık 5 hafta) bitkiler yettirilmeye devam edilmiştir, her uygulamanın tekerrüründen seçilen iki bitki aşağıda belirtilen analizler için kullanılıp diğer bir bitki ise verim için bırakılmıştır. Her uygulama dört tekerrürlü olup her tekerrürde üçer saksı kullanılmıştır. Saksı denemelerinde, bitkilerin kök ve gövdesi mineral elementlerce analiz edilip, bitki yaş ve kuru ağırlığının tespit edilmesi için iki saksıdaki iki bitki kullanılmıştır.

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

Hücre zarı geçirgenlik (%) belirlenmesi, Lutts vd. (1995) yöntemine göre yapılmıştır. Elektrolit sızıntısı EC (Elektriksel iletkenlik metresi) metre ile ölçülerek belirlenmiştir. Alınan bitki örnekleri 3 kez su ile yıkanarak temizlendikten sonra 10 mL su içinde laboratuvar sıcaklığında (25 °C) sarsma cihazında (100 devir/dak) 24 saat bekletildikten sonra solüsyonunun elektriksel iletkenliği (EC) belirlenmiştir (EC₁). Daha sonra aynı örnekler 120°C etüvde minimum 20 dakika bekletilerek oda sıcaklığında soğutulduktan sonra ikinci okuma (EC₂) yapılmıştır. Elektrolit sızıntısı 100 xEC₁/EC₂eşitliğinden hesaplanmıştır.

Klorofil tayini Strain ve Svec (1966)' göre yapılmıştır. Hasat sırasında yaklaşık 1 g yaprak örneği 5 ml aseton: su (%90 v/v) karışımında homojenize edilmiştir. Homojenizasyon daha sonra filtreden geçirilerek ve ışık geçirmeyen tüplere konulmuştur. Klorofil ekstraktları klorofil a için 663.5 nm, klorofil b için 645.0 nm de %90 aseton kontrolüne karşı okunmuştur.

$$\text{Chl. a (mg ml}^{-1}\text{)} = 11.64X(A663.5) - 2.16X(A645.0)$$

$$\text{Chl. b (mg ml}^{-1}\text{)} = 20.97 X(A645.0) - 3.94X(A663)$$

Bitkilerde fotosentez verimi mini-PAM fotosentez analiz aletiyle ölçülmüş olup, bitkinin su potansiyeli basınç kabini ile belirlenirken, osmotik basınç ise osmometer ile belirlenmiştir. Bitkinin su potansiyeli; mısır bitkisinin yukardan gelişimini tamamlamış genç yaprağından günün erken saatlerinde pressure chamber (basınç kabini, Model 600,PMS, USA) ile belirlenmiştir.

Yapraklardaki osmotik basıncın belirlenmesi amacıyla, sıvı azota -80°C 72 saat bekletilen yaprak örnekleri daha sonra çözündürülmüş, böylece hücre zarı geçirgenliği bozulduğundan dolayı hücredeki hücre özsuyu bir şırınga yardımıyla alınmıştır. Daha sonra alınan örnek 5,000g'de santrifüj edilmiştir. Bu örneklerdeki osmotik basınç (osmol/kg), osmometer (OSMOMAT 030, Genotec) ile ölçülmüştür.

Saksı araştırmada, biyomass belirlenmesi için saksıların her birinden iki adet bitki kullanılmıştır. Ayrıca kök ve gövde de mineral analizler yapılmıştır.

3.3. İstatistik Değerlendirme

Çalışma süresince incelenen parametreler tesadüf blokları deneme desenine göre SPSS istatistik paket programı aracılığı ile istatistik analizlere tabi tutulmuş olup ortalamalar arasında elde edilen farklılıklar % 5 önem seviyesinde değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Domates vejetatif aksamının yaş ve kuru ağırlıkları

Çizelge 4.1. Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarında yetişen domates bitkisinin yaş ve kuru ağırlıkları

	Yaş ağırlık (g/bitki)			Kuru ağırlık(g/bitki)		
	Gövde	Kök	Toplam	Gövde	Kök	Toplam
K	322,5a	50,2a	372,7a	62,1a	9,8a	71,9a
T	155,6d	35,2c	190,8d	32,6d	6,4c	39,0d
T+K1	200,5c	43,1b	243,6c	41,2c	8,5b	49,7c
T+K2	239,6b	44,2b	283,8b	49,3b	8,5b	57,8b

K: kontrol; T: 100 mM NaCl; K1: 150 mg KNO₃ ve K2 300 mg KNO₃ /kg toprak
Her sütündeki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı gösterir (P≤ 0.05).

Domates bitkisine tuz uygulanması sonucunda gövde ve kök ağırlıklarında hem yaş ağırlığında hemde kuru ağırlığında meydana gelen değişimler gözlemlenmiş ve yaş ağırlıkta olduğu gibi kuru ağırlığında da azalma oluşmuş, meydana gelen bu azalma tuzlu koşullarda yetişen domates bitkisine artan dozlarda potasyum uygulanması neticesinde artan potasyum dozuna bağlı olarak yaş ve kuru ağırlığında artış tespit edilmiştir. Gözlemlenen bu artışlar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. Tuzlu koşullarda yetişen domates bitkisine potasyumlu gübre uygulanması bitkinin gövde kısmında yaş ağırlık olarak kök kısmına oranla daha fazla artış göstermiştir. Toplamda yaş ağırlık olarak en yüksek artış 300mg KNO₃/kg toprak uygulamasında gözlemlenmiştir. Kuru ağırlık ölçümlerinde ise benzer şekilde hem kök hemde gövde ağırlıklarında tuz uygulanmasıyla kontrol grubuna oranla azalma meydana gelmiş oluşan azalma artan dozlarda potasyumlu gübre uygulamasına arttırılmıştır. Kuru ağırlıkta en yüksek artış gövde de gözlemlenirken kökte potasyumlu gübre uygulama dozları arasında farklılık gözlemlenmemiştir. Toplam kuru ağırlıklar üzerinde ise tuz uygulamasıyla beraber azalma meydana gelirken artan potasyumlu gübre dozlarına bağlı olarak kuru ağırlıkta artışlar meydana gelmiştir. Gözlemlenen bu toplam kuru ağırlıklar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.1).

4.2. Domates yapraklarının maksimum floresans ve klorofil ve hücre zarı geçirgenliği değerleri

Domates bitkisine topraktan tuz ve potasyumlu gübre uygulanması sonucunda; domates yapraklarının maksimum floresans (Fv/Fm) okumalarında kontrol grubuna oranla tuz uygulanması sonucunda azalmalar meydana gelmiş, gerçekleşen bu azalma artan dozlarda potasyumlu gübre uygulanması neticesinde uygulanan potasyum dozuna bağlı olarak artış meydana gelirken uygulamalar arasında meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Floresans okumalarında meydana gelen en yüksek artış ise 300 mg KNO_3/kg toprak uygulamasında gözlemlenmiştir. Benzer şekilde domates bitkisinde tuz uygulanması sonucunda klorofil içeriklerinde azalma meydana gelirken tuzlu koşullarda yetişen domates bitkisine potasyumlu gübre uygulanmasıyla birlikte uygulanan potasyum dozuna bağlı olarak klorofil içeriğinde önemli artışlar gözlemlenmiştir. Gözlemlenen bu artış istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Klorofil içeriğinde meydana gelen en yüksek artış ise 300 mg KNO_3/kg toprak uygulamasında gözlemlenmiştir. Domates bitkisine tuz uygulanması neticesinde bitkide hücre zarı geçirgenliğinde artış gözlemlenmiş, tuzlu koşullarda yetişen domates bitkisine topraktan potasyumlu gübre uygulanmasıyla artan potasyum dozlarına bağlı olarak hücre zarı geçirgenliğinde düzelmeler gözlemlenmiştir. Gözlemlenen bu artış istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Hücre zarı geçirgenliği değerlerinde meydana gelen en yüksek azalma ise 150 mg KNO_3/kg toprak uygulamasında gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarında yetişen domates bitkisinin klorofil miktarı (mg/kg), maksimum ışık verimi (Fv/FM) ve hücre zarı geçirgenliği (HZG: %)

	Fv/Fm	Klorofil a	Klorofil b	HZG(%)
K	0,795a	1150a	605	10,4d
T	0,644d	750d	355	25,6a
T+K1	0,705c	950c	435	18,9b
T+K2	0,752b	1020b	445	14,2c

K: kontrol; T: 100 mM NaCl; K1: 150 mg KNO_3 ve K2 300 mg KNO_3 /kg toprak
Her sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($P \leq 0.05$).

Bitki tuzun yapraklarda Na konsantrasyonunun arttırmasıyla klorofil yapısında görev alan magnezyum iyonlarıyla yer değiştirerek klorofilin yapısını bozduğu ve kloroza sebep olduğu bilinmektedir (Avcıoğlu ve Gürel, 2000).

Pek çok araştırmacı (Poljakof ve Gale, 1975) tuz stresi altında bitki hücrelerinde biriken tuz moleküllerinin iyonize olmasıyla klor iyonları ortamda asitliğini hızla arttırdığını ve bunun sonucunda hücre zarı yapısında bulunan hidrojen bağlarının hasar gördüğünü ve potasyum kalsiyum gibi iyonlarında ortama yayıldığını ifade etmişlerdir. Bu bilgiler doğrultusunda serbest kalan iyonların etkisiyle oluşan

elektriksel geçirgenlikte meydana gelen değişimlerin ölçülmesiyle hücre zarı yıkımı hakkında bilgi edinme olanağı olmaktadır (Demiroğlu ve ark., 2000).

Klorofil içeriği de, tuz stresi altındaki bitkilerde olumsuz etkilenmektedir. Tuz stresi altında genel metabolik faaliyetlerin aksamaması, başta Ca ve K olmak üzere N, P ve Mg gibi makro besin elementlerinin alınımında kısıtlanma gibi faktörler klorofil aktivasyonunu olumsuz etkiler. Bu çalışmada da NaCl uygulamasıyla beraber toplam klorofil ve karotenoid içerikleri önemli ölçüde azalmış, ancak besin çözeltisine eklenen Ca, K ve Mg bileşikleri NaCl'nin klorofil ve karotenoid miktarları üzerindeki olumsuz etkisini hafifletmişlerdir. Tuz stresi altında klorofil miktarlarında genel metabolik süreçteki aksamaya bağlı olarak azalma birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Çiçek ve Çakırlar, (2002) mısırdaki, Gadallah, (1999) ise bakla bitkisinde tuz stresi altında yaprakların klorofil içeriğinde azalmalar görüldüğünü bildirmişlerdir. 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).

Netto ve ark. (2005) yapraktan maksimum floresans okuması ve klorofil değerleri arasında önemli pozitif ilişki olduğunu, yaprakların klorofil içeriğinin artmasıyla birlikte maksimum floresans okuması değerlerinde arttığını belirtmişlerdir. Zivcak ve ark. (2014) buğday bitkisine artan miktarlarda azotlu gübre uygulaması sonrasında maksimum floresans değerlerinde değişme meydana gelmez iken, maksimum floresans değerleri ile hesaplanan performans indeks yaprak oranı değerinin arttığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da yaprakların maksimum floresans okumaları potasyumlu gübre uygulanması ile birlikte artmıştır. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre, azotlu gübre dozu uygulamasının artması ile birlikte yaprak klorofil içeriklerinde artışlar meydana geldiğini belirtmişlerdir (Hokmalipour ve Darbandi, 2011; Bragagnolo ve ark., 2013; Elli ve ark., 2015).

4.3. Yaprak su potansiyeli ve osmotik basınç

Çizelge 4.3. Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarında yetişen domates bitkisinin yapraktaki su potansiyeli (Ψ_l : MPa), osmotik basınç (YOB Osmol/kg)

	Ψ_l	OB Osmol/kg
K	-0,36a	0,042d
T	-1,52d	0,136a
T+K1	-1,34c	0,109b
T+K2	-1,15b	0,094c

K: kontrol; T: 100 mM NaCl; K1: 150 mg KNO₃ ve K2 300 mg KNO₃ /kg toprak
Her sütündeki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı gösterir ($P \leq 0.05$).

Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarında yetişen domates bitkisinin yapraktaki su potansiyeli (Ψ : MPa) tuz uygulanmasıyla birlikte kontrol grubuna oranla azalma göstermiş, gözlemlenen bu azalma artan dozlarda potasyumlu gübre uygulanmasıyla birlikte potasyum dozunun artışına paralel olarak artış göstermiştir. En yüksek artış 300mg KNO_3 /kg toprak uygulanan grupta gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Rascio ve ark. (1994)'da yaptıkları bir araştırma sonucunda K'un tuzlu koşullardaki bitkinin osmotik potansiyeli üzerindeki etkisinin farklı olduğunu ve bu etkinin yüksek potansiyel için en fazla yüksek K dozunda olduğunu en düşük değer için ise potasyum uygulamasının olmadığı grupta olduğunu belirtmişlerdir ve bunu sodyumun olumsuz etkisini suyun iletim demetleri içerisinde akışını arttırmak suretiyle potasyumun desteklemiş olabileceğini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda bitkinin su ile olan etkileşimi üzerinde potasyumun etkisinin büyük olduğunu bitki su içeriğinin ise potasyumun varlığına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bizim yürüttüğümüz çalışmada da benzer şekilde artan potasyum dozlarına bağlı olarak su içeriğinin arttığı gözlemlenmiştir. Yapılan uygulamalar neticesinde gözlemlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Osmotik potansiyelde ise tuz uygulanması neticesinde kontrol grubuna oranla yaprak osmotik potansiyelinde artış gözlemlenmiş, bu artış artan dozlarda potasyum uygulanmasıyla birlikte azalma göstermiştir. Meydana gelen azalma en fazla 150mg KNO_3 /kg toprak uygulanan grupta gözlemlenmiştir. Yapılan uygulamalar neticesinde gözlemlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

4.4. Domates yapraklarının sodyum, potasyum ve azot içerikleri

Tuzlu koşullarda yetişen domates bitkisinde; tuz uygulanması sonucunda potasyum ve azot içeriklerinde (N, K) kontrol grubuna oranla azalmalar meydana gelmiştir, Na içeriğinde ise artma gözlemlenmiştir. tuz ile birlikte artan dozlarda potasyumlu gübre uygulaması domates yapraklarının N ve K içeriklerinde artış, Na içeriğinde azalma göstermiştir topraktan potasyumlu gübre uygulanması sonucunda domates yapraklarının N, K ve Na içeriğinde meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunmuştur sodyum içeriğinde en yüksek azalma 300mg KNO_3 dozunda yapılan uygulamada gözlemlenmiş hem potasyum hemde azot içeriğinde ise en yüksek artış benzer şekilde 300mg KNO_3 dozunda yapılan uygulamada gözlemlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarda yetişen domates bitkisinin yapraktaki sodyum, potasyum ve azot (mMol/kg) içerikleri

Uygulamalar	Na	K	N
K	85d	688a	2035a
T	395a	425d	1552d
T+K1	342b	494c	1795c
T+K2	289c	605b	1925b

K: kontrol; T: 100 mM NaCl; K1: 150 mg KNO_3 ve K2 300 mg KNO_3 /kg toprak
Her sütündeki farklı harfler istatistiki olarak farklılığı gösterir ($P\leq 0.05$).

Grattan Ve Grieve ' in 1999 yılında yaptıkları bir çalışmada artan dozlarda Na stresine maruz bırakılan domates bitkisinde mineral madde içeriklerinde azalma gözlemlenmiş, Na iyonundan kaynaklanan olumsuz etkileri ise optimum düzeyde uygulanan K ile azaltılabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Song ve Fujiyama 1996 domateste tuz stresi üzerine yaptıkları bir araştırmada bitki kuru maddesi mineral madde içeriklerini incelediklerinde artan potasyum uygulamalarına bağlı olarak K/Na oranında artış buna bağlı olarak bitki veriminde artış gözlemlenmiştir.

Benzer olarak tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde potasyum uygulanmasının enzimler için kofaktör olduğunu ve tuzun bitki üzerindeki genel olumsuz etkilerini azaltabileceği de ifade etmiştir (Hasegawa ve Bressan, 2000).

Çiçek ve Çakırlar (2002) yaptıkları bir çalışmada tuz stresi altında yetişen bitkide yaş ve kuru ağırlında, bitki boyunda ve nispi nem içeriğinde azalma gözlemlerken prolin, sodyum ve sodyum/potasyum oranında ciddi artışlar rapor etmişlerdir.

Yine Azevedo Neto ve ark. (2004) tarafından yapılan, tuz stresi altında yetişen bitkilerde potasyum miktarlarının incelendiği bir çalışmada artan sodyum miktarına bağlı olarak yaprak ve köklerde potasyum miktarının azaldığını ifade etmişlerdir. Su potansiyelinin ve bununla birlikte transpirasyonunda tuz stresine karşı hassas bitki çeşitlerinde artan tuza bağlı olarak bozulduğunu belirtmişlerdir.

Tuz stresi altındaki bitkilere dışarıdan uygulanan Ca, K veya fosfor (P) içeren bileşiklerin, bitkinin yaprak ve köklerinde Na ile rekabete girerek onun alınımını azalttığı ve bitki bünyesinde Ca, K ve P iyonlarının strese karşı koyabilecek yeterli düzeylere ulaşmasıyla birlikte bitkinin strese karşı koyabilme kapasitesinin de arttığı bazı çalışmalarla bildirilmiştir. Kaya ve ark. (2001) ıspanak bitkisi kullanarak yaptıkları çalışmalarında, tuz stresi altındaki bitkiye KH_2PO_4 (Potasyum di Hidrojen Fosfat) uygulamışlardır. Araştırma sonucuna göre, bitkinin yaprak ve köklerinde K ve P içeriği artmış, buna bağlı olarak da bitkinin nispi su içeriği, membran geçirgenliği ve klorofil içeriğinde iyileşme gözlenmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Domates bitkisine; tuz uygulanması sonucunda azot ve potasyum içeriklerinde (N,K) kontrol grubuna kıyasla azalmalar meydana gelmiş, tuz ile birlikte artan dozlarda potasyumlu gübre uygulaması domates yapraklarının N, K, içeriklerinde artışlar göstermiştir. Sodyum içeriğinde en yüksek azalma 300mg KNO₃ dozunda yapılan uygulamada gözlemlenmiş hem potasyum hemde azot içeriğinde ise en yüksek artış benzer şekilde 300mg KNO₃/kg toprak dozunda yapılan uygulamada gözlemlenmiştir. Domates bitkisine topraktan tuz ve potasyumlu gübre uygulanması sonucunda; domates yapraklarının maksimum floresans (Fv/Fm) okumalarında kontrol grubuna kıyasla tuz uygulanması sonucunda azalmalar meydana gelmiştir. Floresans okumalarında meydana gelen en yüksek artış ise 300 mg KNO₃/kg toprak uygulamasında gözlemlenmiştir.

Benzer şekilde domates bitkisinde tuz uygulanması sonucunda klorofil içeriklerinde azalma meydana gelirken tuzlu koşullarda yetişen domates bitkisine potasyumlu gübre uygulanmasıyla birlikte uygulanan potasyum dozuna bağlı olarak klorofil içeriğinde önemli artışlar gözlemlenmiştir. Klorofil içeriğinde meydana gelen en yüksek artış ise 300 mg KNO₃/kg toprak uygulamasında gözlemlenmiştir. Domates bitkisine tuz uygulanması neticesinde bitkide hücre zarı geçirgenliğinde artış gözlemlenmiş, tuzlu koşullarda yetişen domates bitkisine topraktan potasyumlu gübre uygulanmasıyla artan potasyum dozlarına bağlı olarak hücre zarı geçirgenliğinde düzelmeler gözlemlenmiştir. Hücre zarı geçirgenliği değerlerinde meydana gelen en yüksek azalma ise 150 mg KNO₃/kg toprak uygulamasında gözlemlenmiştir.

Domates bitkisine tuz uygulanması sonucunda gövde ve kök ağırlıklarında hem yaş ağırlığında hemde kuru ağırlığında meydana gelen değişimler gözlemlenmiş ve yaş ağırlıkta olduğu gibi kuru ağırlığında da azalma oluşmuş, meydana gelen bu azalma tuzlu koşullarda yetişen domates bitkisine artan dozlarda potasyum uygulanması neticesinde artan potasyum dozuna bağlı olarak yaş ve kuru ağırlığında artış tespit edilmiştir. Tuzlu koşullarda yetişen domates bitkisine potasyumlu gübre uygulanması bitkinin gövde kısmında yaş ağırlık olarak kök kısmına oranla daha fazla artış göstermiştir. Toplamda yaş ağırlık olarak en yüksek artış 300mg KNO₃/kg toprak uygulamasında gözlemlenmiştir. Kuru ağırlık ölçümlerinde ise benzer şekilde hem kök hemde gövde ağırlıklarında tuz uygulanmasıyla kontrol grubuna oranla azalma meydana gelmiş oluşan azalma artan dozlarda potasyumlu gübre uygulamasıya arttırılmıştır. Kuru ağırlıkta en yüksek artış gövde de gözlemlenirken kökte potasyumlu gübre uygulama dozları arasında farklılık gözlemlenmemiştir. Toplam kuru ağırlıklar üzerinde ise tuz uygulamasıyla beraber azalma meydana gelirken artan potasyumlu gübre dozlarına bağlı olarak kuru ağırlıkta artışlar meydana gelmiştir.

Tuz ve tuzla birlikte farklı oranda toprağa uygulanan potasyum nitratın olduğu koşullarında yetişen domates bitkisinin yapraktaki su potansiyeli (Ψ : MPa) tuz uygulanmasıyla birlikte kontrol grubuna oranla azalma göstermiş, gözlemlenen bu azalma artan dozlarda potasyumlu gübre uygulanmasıyla birlikte potasyum dozunun artışına paralel olarak artış göstermiştir. En yüksek artış 300mg KNO_3 /kg toprak uygulanan grupta gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda da potasyumun yüksek dozlarında bitkinin su içeriği artmıştır. Osmotik potansiyelde ise tuz uygulanması neticesinde kontrol grubuna oranla yaprak osmotik potansiyelinde artış gözlemlenmiş, bu artış artan dozlarda potasyum uygulanmasıyla birlikte azalma göstermiştir. Meydana gelen azalma en fazla 150mg KNO_3 /kg toprak uygulanan grupta gözlemlenmiştir.

Bitkide tuz stresi sonucunda oluşan olumsuz etkilere karşı, topraktan bitkiye potasyum uygulanması sonucunda, tuzluluğun bitki üzerinde meydana getirdiği bu etkileri bir miktar iyileştirdiği belirlendi. Yapılan bu çalışma neticesinde tuzluluk sorununun gözlemlendiği alanlarda bitkiye potasyum uygulanmasının alternatif bir çözüm olarak önerilebilir. Ayrıca sera koşullarında yürütülmüş olan bu çalışma, arazi koşullarında yapılacak olan çalışmalar için veri tabanı oluşturma olanağı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- ADAMS, P., 1991. Effects of increasing the salinity of nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield quality and composition of tomatoes grown in rockwool. *J. Horti. Sci.*, 66:201- 207.
- AGARWAL, S., PANDEY, V., 2004, Antioxidant enzymes responses to NaCl stress in cassia angustifolia, *Biologia Plantarum*, 48 (4): 555-560.
- AHMADI, A., EMAM, Y., PESSARAKLI, M., 2009, Response of various cultivars of wheat and maize to salinity stress. *Journal of Food Agriculture Environment*, 7(1): 123-128.
- AKTAS, H., ABAK, K. ve CAKMAK, I. 2006. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. *Scientia Horticulturae*, 110: 260–266.
- ALBRECHT, V., WEINL, S., BLAZEVIĆ, D., D'ANGELO, C., BATIŠTIĆ, O., KOLUKİSAOĞLU, U., BOCK, R., SCHULZ, B., HARTER, K., AND KUDLA, J. 2003. The calcium sensor CBL1 integrates plant responses to abiotic stresses. *The Plant Journal*, 36(4): 457–470.
- AL-KARAKI, G.N., 2001. Germination, Sodium, and Potassium Concentrations of Barley Seeds as Influenced by Salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 24: 511-512.
- ASHRAF, M., 1994, Breeding for salinity tolerance in plants, *Crit. Rev. Plant Sci.*, 13: 17– 42.
- ASHRAF, M.Y. AND BHATTI, A.S., 2000. Effect of salinity on growth and chlorophyll content in rice, *Pak. J. Sci. Ind. Res.*, 43: 130–131.
- ASRAF, M. AND FOOLAD, M.R., 2007, Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance, *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206-216.
- AVCIOĞLU, R., GÜREL, A., 2000. Bitki Fizyolojisi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları Yayın No: 64/1. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Offset Basımevi, İzmir.
- AZEVEDO NETO, A.D., PRÍSCO, J.T., ENEAS-FÍLHO, J. 2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. *Braz. J. Plant Physiol.*, 16 (1): 31-38.
- BAR-TAL, A., FEİGENBAUM, S. and SPARKS, D.C., 1991. Potasyum_Salinenity Interactions in irrigated corn. *irrigation Science* 12: 25-35.
- BARTELS, D., AND SUNKAR, R. 2005. Drought and Salt Tolerance in Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24(1): 23–58.
- BENLLOCH, M., OJEDA, M.A., RAMOS, J., RODRİGES-NAVARRO, A., 1994. Salt sensitivity and low discrimination between potassium and sodium in bean plants. *Plant Soil*. 166: 117-123.
- BLUM, A., 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2: 199-237.
- BONİLLA, I., EL-HAMDAOUI, A., BOLANOS, L., 2004, Boron and calcium increase *Pisum sativum* seed germination and seedling development under salt stress, *Plant Soil*, 267 (1-2): 97-107.

- BOR, M., OZDEMİR, F., TURKAN, İ., 2003, The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritima* L., *Plant Science*, 164: 77-84.
- BOTELLA, M.A., MARTÍNEZ, V., PARDINES, J., and CERDA, A., 1997. Salinity Induced Potassium Deficiency in Maize Plants. *J Plant Physiol.*150: 200-205.
- BRAGAGNOLO, J., AMADO, T.J.C., da SILVEIRA NICOLOSO, R., JASPER, J., KUNZ, J. ve de GREGORI TEIXEIRA, T. 2013. Optical Crop Sensor For Variable-Rate Nitrogen Fertilization In Corn: I - Plant Nutrition And Dry Matter Production. *R. Bras. Ci. Solo*, 37: 1288-1298.
- CHA-UM, S. VE KİRDMANEE, C., 2009, Effects of salt stress on proline accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars, *Pak. J. Bot.*, 41(1): 87-98.
- CHINNUSAMY, V., AND ZHU, J.K. 2004. Plant salt tolerance. In: H. Hirt and K. Shinozaki (Ed), *Plant Responses to Abiotic Stress, Topics in Current Genetics*, ss 241–270. Springer Berlin / Heidelberg.
- CHOW, W.S., BALL, M.C., AND ANDERSON, J.M, 1990. Growth and Photosynthetic Responses of Spinac to Salinity: Implications of K Nutrition for Salt Tolerance. *Aust J Plant Physiol* 17: 563-578.
- CLIPSON, N.J.W., TOMOS, A.D., FLOWERS, T.J. AND WYN JONES, R.G., 1985, Salt tolerance in the halophyte *Suaeda maritima* L., *Dun. Planta*, 165: 392-396.
- CRAMER, G. R., LÄUHLI, A., AND EPSTEIN, E. 1986. Effects of NaCl and CaCl₂ on Ion Activities in Complex Nutrient Solutions and Root Growth of Cotton 1. *Plant Physiology*, 81(3): 792–797.
- CUARTERO, J. AND FERNANDEZ-MUNOZ, R., 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulture*. 78: 83-125.
- CUARTERO, J., BAENA J., Soria T., FERNANDEZ-MUNOZ R., Evolucion De La Dureza Del Fruto Del Tomate, Como Un Componente De La Calidad, En Cultivares De Larga Duracion Y Normales Cultivados En 5 Concentraciones Salinaz, *Actas de Horticultura*, 13: 59-65, (1996).
- ÇİÇEK, N., ÇAKİRLAR, H., 2002. The Effect of Salinity on Some Physiol. Parameters in two Maize Cult..*Bulg. J.Plant Physiol.*,28(1–2): 66– 74.
- DAŞGAN, H.Y., KOÇ, S., EKİCİ, B., AKTAŞ, H. ve ABAK K., 2006. Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. *Alatarım* 5: 23-31.
- DEMİROĞLU, G., M.A. KHALVATİ, R., AVCIOĞLU, 2001. Effect of different salt concentrations on the resistance of Maize cultivars (2) Some Physiological characteristics and ion accumulation in early growth ; *Turkish Journal of Field Crops*:6 Number: 2, 55. İzmir.
- DİBB, D.W. AND THOMPSON, W.R., JR., 1985. Interactions of potassium with other nutrients. In potassium in Agriculture; Munson, RD., (eds) ASA-CSSA-SSSA: Medison, WI. 515-533.
- DOLATABADİAN, A., SANAVY, S.A.M.M., CHASHMİ, N.A., 2008, The effects of application of ascorbic acid (vitamin c) on antioxidant enzymes activites, lipid peroxidant and proline accumulation of canola (*Brassica napus* L.) under conditions of salt stres, *J. Agronomy and Crop Science*, 931.
- EKMEKÇİ, E., APAN, M., KARA, T., 2005, Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi.*,2005,20(3): 118-125.

- ELLI, E.F., CARON, B.O., MEDEIROS, S.L.P., ELOY, E., MONTEIRO, G.C. and SCHMIDT, D. 2015. Effects of growth reducer and nitrogen fertilization on morphological variables, SPAD index, interception of radiation and productivity of wheat. *Rev. Ceres, Viçosa* / 62,(6): 577-582.
- ERTÜRK, U., SİVRİTEPE, N., YERLİKAYA, C., BOR, M., ÖZDEMİR, F. AND TÜRKAN, İ., 2007, Responses of the cherry rootstock to salinity in vitro, *Biologia Plantarum*, 51 (3): 597-600.
- FAGARÍA, V.D. 2001. Nutrient Interactions in Crop Plants. *Journal of Plant Nutrition* 24:1269-1290.
- FAO, 1995. *Production Year Book 1994*, vol.48
- FLOWERS, T., AND YEO, A. 1995. Breeding for Salinity Resistance in Crop Plants: Where Next? *Functional Plant Biolog.*, 22(6): 875–884.
- GADALLAH, M.A.A., 1999. Effect of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* responses to salt stress. *Biologia Plantarum*. 42:2, 249-257.
- GHASSEMI, F., JAKEMAN, A.J., NIX, H.A., 1995. *Salinisation of Land and Water Resource Human Causes Extent Management and Case Studies*. CAB International, Wallingford, Oxon, pp.526.
- GLENN, E.P., BROWN, J.J., BLUMWALD, E., 1999, Salt tolerance and crop potential of halophytes, *Crit. Rev. Plant. Sci.*, 18: 227–255.
- GRATTAN, S.R., and GRIEVE, C.M.,1999. Mineral Nutrient Acquisition and Response by Plants Grown in Saline Environments. *Handbook of Plant and Crop Stress*. 9: 203-229.
- GU, R., FONSECA, S., PUSKÁS, L. G., HACKLER, L., JR, ZVARA, A., DUDITS, D., AND PAÍS, M. S. 2004. Transcript identification and profiling during salt stress and recovery of *Populus euphratica*. *Tree Physiology*, 24(3): 265–276.
- GU, R., FONSECA, S., PUSKÁS, L. G., HACKLER, L., JR, ZVARA, A., DUDITS, D., AND PAÍS, M. S. 2004. Transcript identification and profiling during salt stress and recovery of *Populus euphratica*. *Tree Physiology*, 24(3): 265–276.
- GUPTA, N.K., MEENA, S.K., GUPTA, S. AND KHANDELWAL, S.K., 2002, Gas exchange, membrane permeability, and ion uptake in two species of Indian jujube differing in salt tolerance, *Photosynthetica*, 40: 535–539.
- HASEGAWA, M., BRESSAN, A., ZHU, J.K. AND BOHNERT, H.J., 2000, Plant cellular and molecular responses to high salinity, *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Bio.*, 51: 463-499.
- HO, L. C. AND ADAMS, P., 1995. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality. *Acta Horticulture*, 396: 33-44.
- HOKMALIPOUR, S. and DARBANDI, M.H. 2011.Effects of Nitrogen Fertilizer on Chlorophyll Content and Other Leaf Indicate in Three Cultivars of Maize (*Zea mays* L.). *World Applied Sciences Journal* 15 (12): 1780-1785, 2011.
- HOTH, S., MORGANTE, M., SANCHEZ, J.-P., HANAFEY, M. K., TINGEY, S. V., AND CHUA, N.-H. 2002. Genome-wide gene expression profiling in *Arabidopsis thaliana* reveals new targets of abscisic acid and largely impaired gene regulation in the *abi1-1* mutant. *Journal of Cell Science*, 115(24): 4891–4900.
- HU, J.P., 2007, Toward understanding plant peroxisome proliferation, *Plant Sig. Behav.*, 2: 308-310.

- KATKAT, V., TABAN, S., ÖZGÜVEN, N., AND ÇELİK, H., 1999. Effect of potassium on the distribution of microelements in maize grown under salt stress. *Dahlia Greidinger International Symposium*, 1-4 March. Haifa, Israel.
- KAYA C., HİGGS D., KİRNAK H., 2001. The effects of high salinity and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *Bulg. J. Plant Physiol.* 27(3-4): 47-59.
- KAYA, C., HİGGS, D., 2003. Supplementary KNO₃ Improves Salt Tolerance in Bell Pepper Plants, *J. of Plant Nutr.* 26,(7):1367-1382.
- KENDİRLİ, B., ÇAKMAK, B. VE UÇAR, Y., 2005. Salinity in the Southeastern Anatolia Project (GAP), Turkey: Issues and Options, *Irrigation and Drainage*, 54: 115-122.
- KOCA, H., BOR, M., ÖZDEMİR, F., TÜRKAN, İ. 2007, The Effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 60: 344-351.
- KOCA, H., ÖZDEMİR, F., TÜRKAN, İ., 2006, Effect of salt stress on lipid peroxidation and peroxidase activities of *Lycopersicon esculentum* and *L. pennellii*, *Biologia Plantarum*, 50 (4): 745-748.
- KREPS, J. A., WU, Y., CHANG, H.-S., ZHU, T., WANG, X., AND HARPER, J. F. 2002. Transcriptome changes for *Arabidopsis* in response to salt, osmotic, and cold stress. *Plant Physiology*, 130(4): 2129-2141.
- KUIPER, P.J.C., 1984. Functioning of Plant Cell Membranes under Saline Conditions: Membrane Lipid Composition and Atpases. *Salinity Tolerance in Plants*, pp. 77-91.
- LARCHER, W., 1995. *Physiological Plant Ecology*, Published by Springer, ISBN 0-387-09795-3, New York, 506p.
- LUNDERGARDH, H., 1934. Mineral nutrient of plants. *Annu. Rev. Biochem.* 3: 485-498.
- LUTTS, S., KINET, J.M., BOUHARMONT, J., 1996, NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance, *Annals of Botany*, 78: 389-398.
- Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J. 1995. "Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance", *Journal of Experimental Botany*, 46: 1843-1852.
- MAAS, E.V., AND HOFMANN, G.J., 1977. *Crop Salt Tolerance-Current Assessment and Management Manual* . K.K. Tanji (ed.) ASCE, Newyork, pp: 262-304.
- MAGGIÒ, A., BRESSAN, R. A., RUGGIERO, C., XIONG,, L., AND GRILLO, S. 2003. *Abiotic Stresses in Plants*. (B. Pawlik-Skowrońska and L. S. D. Toppi, Ed). Springer.
- MAHAJAN, S., AND TUTEJA, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444(2): 139-158.
- MANSOUR, M.M.F., 2000, Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress, *Biol. Plant.*, 43, 491-500.
- MARSCHNER, H., 1986, *Mineral nutrition in higher plants*, Academic Press, 477-542.
- MARSCHNER, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, London.

- MEİRİ, A., AND PLAUT, Z., 1985. Crop Production and management under saline conditions. *Plant and Soil* 89: 253-271.
- MİTTLER, R., 2002, Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance, *Trends in Plant Science*, 7: 405-410.
- MİZRAHİ, Y., TALEİSNİK, E., KAGAN-ZUR, V., ZOHAS, Y., OFFENBACH, R., MATAN, E., AND GOLAN, R., 1988. A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reductions yield. *J. Am. Soc. Horti. Sci.* 113: 202-205.
- MUNNS, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167(3): 645–663.
- MUNNS, R. AND TESTER, M., 2008, Mechanisms of salinity tolerance, *Annu. Rev. Plant. Bio.*, 59: 651-681.
- MUNNS, R., 2002, Comparative physiology of salt and water stress, *Plant Cell Environ.*, 25: 239–250.
- NERSON, H. AND PARİS, H.S., 1984. Effect of salinity on Germination Seeding Growth. and Yield of melons irrigation *Science*, 5: 265-273.
- NETTO, A.T., CAMPOSTRINI, E. de OLIVEIRA, J.G. AND BRESSAN-SMITH, R.E. 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae* 104 (2005): 199–209.
- ÖZDEMİR, C., DURAL, H., ERTUĞRUL, K., KÜÇÜKÖDÜK, M., BARAN, P. AND ŞANDA, M.A., 2008, Morphology and anatomy of endemic *Thermopsis turcica* Kit Tan, Vural & Küçüködük, *Bangladesh J. Bot.*, 37(2): 105-114.
- PESSARAKLİ, M., 1999. Mineral Nutrient Acquisition and Response by Plants Grown in Saline Environments. *Handbook of plant and crops stress* (2nd ed.) Chapter 9. Univ. of Arizona, Tucson, Arizona.
- PİTMAN, M.G. VE LÄUCHLİ, A., 2002. *Global Impact of Salinity and Agricultural Ecosystems, Salinity: Environment-Plants-Molecules*, Published by Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0492-3, Dordrecht, The Netherlands, 522p.
- POUSTİNİ, K., SİOSEMARDEH, A. AND RANJBAR, M., 2007, Proline accumulation as a response to salt stress in 30 wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance, *Genet. Resour. Crop. Evol.*, 54: 925-934.
- RASCIO, A., C. PLATANI, G., SCALFATI, A., TONTI AND N. D. FONZO., 1994. The accumulation of solutes and water binding strength in durum wheat. *Physiol. Plant.* 90: 715-721.
- REİD, R. J., AND SMİTH, F. A. 2000. The limits of sodium/calcium interactions in plant growth. *Functional Plant Biol.*, 27(7): 709–715.
- RENSİNK, W. A., IOBST, S., HART, A., STEGALKİNA, S., LİU, J., AND BUELL, C. R. 2005. Gene expression profiling of potato responses to cold, heat, and salt stress. *Functional and Integrative Genomics*, 5(4): 201–207.
- RHOADES, J.D., KANDİAH, A. AND MASHALİ, A.M., 1992. The use of saline waters for crop production. *Irrigation and Drainage Paper*, FAO 48. Rome.
- SAHİ, C., SİNGH, A., BLUMWALD, E., AND GROVER, A. 2006. Beyond osmolytes and transporters: novel plant salt-stress tolerance-related genes from transcriptional profiling data. *Physiologia Plantarum*, 127(1): 1–9.

- SATTI, S.M., LOPEZ, M., AND AL-SAİD, F.A., 1993. Salinity Induced Changes in Vegetative and Reproductive Growth in Tomatoes. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25: 5-16.
- SATTI, S.M.E, İBRAHİM, A.A., AND AL-KİNDİ, S.M., 1994. Enhancement of Salinity Tolerance in Tomato: Implications of Potassium and Calcium in Flowering and The Yield. *Commun. Soil Sci.Plant Anal.*25 (15&16): 2825-2840.
- SATTI, S.M.E. and AHMAD, R., 1992. Salinity Tolerance in Tomato. *Pak.J Bot.* 24: 35-39.
- SATTI, S.M.E. AND. LOPEZ, M, 1994. Effect of Increasing Potassium Levels for Alleviating Sodium Chloride Stress on The Growth and Yield of Tomato. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 25 (15&16): 2807- 2823.
- SCHWARZ, D., ROUPHAEL, Y., COLLA, G., VENEMA, J.H., 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stres, water stres and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, 127: 162-171.
- SEKİ, M., KAMEİ, A., YAMAGUCHİ-SHİNOZAKİ, K., AND SHİNOZAKİ, K. 2003. Molecular responses to drought, salinity and frost: common and different paths for plant protection. *Current Opinion in Biotechnology*, 14(2): 194–199.
- SHANNON, M.C., 1985, Adaptation of plants to salinity, *Adv. Argon*, 60: 75–119.
- SHANNON, M.C., GRIEVE, C.M., 1999, Tolerance of vegetable crops to salinity, *Scientia Hort.*, 78: 5-38.
- SHAO, H-B., CHU, L-Y., JALEEL, C.A. VE ZHAO, C-X., 2008. Water-deficit Stress-induced Anatomical Changes in Higher Plants, *Comptes Rendus Biologies*, 331(3): 215-225.
- SHEN, Q., CHEN, C.-N., BRANDS, A., PAN, S.-M., AND TUAN-HUA, D. H. 2001. The stress- and abscisic acid-induced barley gene HVA22: developmental regulation and homologues in diverse organisms. *Plant Molecular Biology*, 45(3): 327–340.
- SİBOLE, J.V., MONTERO, E., CABOT, C. AND POSCHENRIEDER, C.B., 1998, Role of sodium in the ABA–mediated long–term growth response of bean to salt stress, *Physiol. Plant*, 104: 299-305.
- SONG, J.Q. AND FUJİYAMA, H., 1996. Difference in Response of Rice and Tomato Subjected to Sodium Salinization to The Addition of Calcium. *Soil Sci Plant Nutr* 42: 503-510.
- SÖNMEZ, B., 2003, Türkiye çoraklık kontrol rehberi, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 33.
- STOREY, R., SCHACHTMAN, D. P., AND THOMAS, M. R. 2003. Root structure and cellular chloride, sodium and potassium distribution in salinized grapevines. *Plant, Cell and Environment*, 26(6): 789–800.
- STRAIN, H.H., SVEC, W.A. 1966. Extraction, separation, estimation and isolation of the Chlorophylls, Editores Vernon, L.P., Seely, G.R., *The Chlorophylls*, Academic Press, New York. 21-65.
- SULTANA, N., IKEDA, T. AND ITOH, R., 1999, Effect of NaCl salinity on photosynthesis and try matter accumulation in developing rice grains, *Environ. Exp. Bot.*, 42: 211– 220.
- SZABOLCS, I., 1994, Soils and salinization, In: Pessarakli, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*, 3-11, New York.

- TAÍZ, L., AND ZEİGER, E. 2002. *Plant Physiology*. Sunderland, MA, Sinauer Associates, Inc.
- TUTEJA, N., 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants, *Methods in Enzymology*, 428: 419-438.
- UNO, Y., FURİHATA, T., ABE, H., YOSHİDA, R., SHİNOZAKİ, K., AND YAMAGUCHİ-SHİNOZAKİ, K. 2000. Arabidopsis basic leucine zipper transcription factors involved in an abscisic acid-dependent signal transduction pathway under drought and high-salinity conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(21): 11632–11637.
- VAN HOORN, J.W., AND VAN ALPHEN, J. G., 1991. Salinity control, salt balanced and leaching requiremnt of irrigated soils. Course lectures, International center for advance Mediterranean agronomic studies of Bari. Italy.
- WALL, M. E., 1940. The role of potassium in plants. *Soil Sci.* 49: 393-408.
- WOLF, O., MUNNS, R., TONNET, M. AND JESCHKE, W. D., 1991, The role of the stem in the partitioning of Na⁺ and K⁺ in salt-treated barley, *J. of Exp. Bot.*, 42: 278-282.
- YANG, Y.W., NEWTON, R.J. AND MİLLER, F.R., 1990, Salinity tolerance in Sorghum. whole plant response to sodium chloride in *S.bicolor* and *S. halepense*. *Crop Sci.*, 30: 775-781.
- YAZICI, I., TÜRKAN, İ., SEKMEN, A.H. AND DEMİRAL, T., 2007, Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation, *Environ Exp Bot*, 61(1): 49-57.
- YEO, A.R., 1998, Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology, *J. Exp. Bot.*, 49: 915-929.
- YILDIZTUGAY, E., SEKMEN, A.H., TURKAN, I., KUCUKODUK, M., 2011, Elucidation of physiological and biochemical mechanisms of an endemic halophyte *Centaurea tuzgoluensis* under salt stress, *Plant Physiology and Biochemistry*, 49: 816-824.
- ZHU, J. K. 2001B. Cell signaling under salt, water and cold stresses. *Current Opinion in Plant Biology*, 4(5): 401–406.
- ZHU, J., BİE, Z., Lİ, Y., 2008, Physiological and growth responses of two different saltsensitive cucumber cultivars to NaCl stress, *Soil Science and Plant Nutrition*, 54: 400–407.
- ZHU, J.K., BİE, Z.L., 2007, Effects of NaCl stress on photosynthetic characteristics of three cucumber rootstock seedlings, *Acta Horticulturae Sinica*, 34(6): 1418- 1424.
- ZIVCAK, M., OLŠOVSKÁ, K., SLAMKA, P., GALAMBOŠOVÁ, J., RATAJ, V., SHAO, H., KALAJI, H.M. ve BRESTIČ, M. 2014. Measurements of chlorophyll fluorescence in different leaf positions may detect nitrogen deficiency in wheat. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101 (4): 437–444.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Mustafa GÜLTEKİN
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri :14.11.1989 Akçakale
Medeni hali : Evli
Telefon : 0542 262 3771
E -posta : mustafagultekin6363@gmail.com

EĞİTİM DURUMU

Derece: **il/ilçe** **Bitirme yılı**
Lise:Şanlıurfa Akçakale Şehit Astsubay Halil KANAT Anadolu Lisesi 2009
Üniversite: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi-Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 2014
Yüksek Lisans :Harran Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 2018

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014	Dost tarım Toprak analiz laboratuvarı	Mühendis
2015	Ornan ve Su İşleri bakanlığı Güzelyurt sulama birliği	Müdür

Yabancı Dil : Arapça