

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TUZLU KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MISIR BİTKİSİNE DİÜRE VE  
BUĞDAY BİTKİSİNE MANNİTOL UYGULAMASININ BİTKİ  
FİZYOLOJİSİ VE BESLENMESİNE ETKİLERİ**

**Muhammed Emin AVCI**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2015**

Prof. Dr. Cengiz KAYA danışmanlığında Muhammed Emin AVCI'nın hazırladığı **“Tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır bitkisine diüre ve buğday bitkisine mannitol uygulamasının bitki fizyolojisi ve beslenmesine etkileri”** konulu bu çalışma 04/06/2015 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. Ahmet ALMACA .....

Üye : Doç. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ .....

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

**Prof. Dr. Sinan UYANIK**  
Enstitü Müdürü

**Bu çalışma HÜBAK/TÜBİTAK TOVAG Tarafından Desteklenmiştir.**  
**TÜBİTAK-TOVAG Proje No: 112O375**  
**HÜBAK Proje No: 13106**

**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
2.1. Diüre Denemesi .....	5
2.1. Mannitol Denemesi .....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	11
3.1. Diüre Denemesi .....	11
3.1.1. Materyal .....	11
3.1.1.1. Deneme bitkileri .....	11
3.1.2. Yöntem .....	12
3.1.2.1. Klorofil tayini .....	12
3.1.2.2. Fotosentez verimi ölçümü .....	12
3.1.2.3. Serbest prolin içeriği .....	12
3.1.2.4. Hücre öz suyunun osmotik basıncının belirlenmesi .....	13
3.1.2.5. Yaprak su potansiyelinin belirlenmesi .....	13
3.1.2.6. Hücre zarı geçirgenliği .....	13
3.1.2.7. Kimyasal analizler .....	13
3.1.2.8. İstatistiksel analiz .....	14
3.2. Mannitol Denemesi .....	14
3.2.1. Materyal .....	14
3.2.1.1. Deneme bitkisi .....	14
3.2.1.2. Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar .....	15
3.2.2. Yöntem .....	15
3.2.2.1. Bitki gelişim aşamaları ve yapılan uygulamalar .....	15
3.2.2.2. Fotosentez verimi ölçümü .....	18
3.2.2.3. Hücre zarı geçirgenliği .....	18
3.2.2.4. Hücre öz suyunun osmotik basıncının belirlenmesi .....	18
3.2.2.5. Yaprak su potansiyelinin belirlenmesi .....	18
3.2.2.6. Klorofil tayini .....	19
3.2.2.7. Yaş ve kuru ağırlığın belirlenmesi .....	19
3.2.2.8. Kimyasal analizler .....	19
3.2.2.9. İstatistiksel analizler .....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	20
4.1. Diüre Denemesi .....	20
4.1.1. Yaş ve kuru ağırlık, fotosentez verimi, hücre zarı geçirgenliği ve toplam klorofil .....	20
4.1.2. Yapraktaki su potansiyeli, osmotik basınç ve prolin .....	21
4.1.3. Bitkilerin sodyum, azot, fosfor ve kalsiyum konsantrasyonu .....	22
4.2. Mannitol Denemesi .....	26
4.2.1. Yaş ve kuru ağırlık .....	26
4.2.2. Klorofil içeriği .....	26
4.2.3. Hücre zarı geçirgenliği .....	27
4.2.4. Yapraktaki su potansiyeli .....	27
4.2.5. Fotosentez verimi .....	28
4.2.6. Bitkilerde osmotik basınç .....	29
4.2.7. Bitkilerde Na, Ca ve K konsantrasyonu .....	29
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....	35
5.1. Sonuçlar .....	35
5.1.1. Diüre denemesi .....	35
5.1.2. Mannitol denemesi .....	36
5.2. Öneriler .....	38

5.2.1. Diüre denemesi.....	38
5.2.2. Mannitol denemesi .....	38
KAYNAKLAR .....	39
ÖZGEÇMİŞ .....	45

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TUZLU KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MISIR BİTKİSİNE DİÜRE VE BUĞDAY BİTKİSİNE MANNİTOL UYGULAMASININ BİTKİ FİZYOLOJİSİ VE BESLENMESİNE ETKİLERİ

Muhammed Emin AVCI

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

Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAYA  
Yıl: 2015, Sayfa: 45

Tarım arazilerinde meydana gelen tuzluluk problemi karşısında bitkiler strese girmektedir. Stres koşullarında bitkilerde osmotik basınç, hücre zarı geçirgenliği, fotosentez gibi bazı fizyolojik özellikler olumsuz yönde etkilenmekte ve netice olarak verimlilik düşmektedir. Bu kapsamda (100 mM) NaCl uygulanarak oluşturulan tuzlu koşullar altında yetiştirilen; mısır bitkisine, tohum ve yaprak (400 ve 500 mM) diüre uygulamasının etkisi, buğday bitkisine ise yaprak ve kök bölgesine besin solüsyonu ile (5 ve 10 mM) mannitol uygulamasının etkisi incelenmiştir. Yapılan iki çalışma neticesinde tuz stresi bitkilerin yaş ve kuru ağırlığı, toplam klorofil, yaprak su potansiyeli, Ca, K, N, P alımı ve fotosentez miktarında düşüş gösterirken, osmotik basınç, prolin miktarı, hücre zarı geçirgenliği ve Na alımında artış meydana getirmiştir. Mısır bitkisine diüre uygulaması ile yaş ve kuru ağırlıklar, tuzluluğun meydana getirdiği olumsuzluklar kısmen iyileştirilmiştir. Ancak farklı uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Fotosentez, toplam klorofil, osmotik basınç, N, P ve Ca miktarlarındaki en iyi sonuç tohumda 500 mg/L diüre uygulamasından elde edilmiştir. Hücre zarı geçirgenliği, prolin, yaprak su potansiyeli ve Na miktarındaki en iyi sonuç tohumdan 500 mg/L ve yaprakta 400 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir. Buğday bitkisine mannitol uygulaması ile toplam klorofil, yaprak su potansiyeli, hücre zarı geçirgenliği ve osmotik basınç gibi parametrelerde tuzluluğun meydana getirdiği olumsuzluklar kısmen iyileştirilmiştir. Ancak farklı uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Bitki yaş ve kuru ağırlığında, Na, Ca ve K miktarındaki en iyi sonuç yaprakta 5mM mannitol uygulamalarından elde edilmiştir. Fotosentez miktarındaki en iyi sonuç ise besin solüsyonu ile kök bölgesine 5 mM mannitol uygulamasından elde edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** tuzluluk, diüre, mannitol, buğday, mısır

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **EFFECTS OF THIOUREA APPLICATION TO MAIZE AND MANNITOL APPLICATION TO WHEAT PLANT GROWN AT SALINE CONDITIONS ON THE PLANTS PHYSIOLOGICAL AND NUTRITION**

**Muhammed Emin AVCI**

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

**Supervisor: Prof. Dr. Cengiz KAYA  
Year: 2015, Page: 45**

Salinity problem in agricultural lands cause to stress on plants. Stress conditions have negative effects on plants such as osmotic pressure, cell wall permeability, photosynthesis etc. physiological features and increasing of yield eventually. For this purpose, effect of thiourea application (400 and 500 mM) on seed and leaf of the corn under salt conditions (100 mM) besides effect of mannitol application as nutrient solution (5 and 10 mM) on leaf and root of the wheat under salt conditions (100 mM) were evaluated in the present research. Results of the mentioned two researches showed that salt stress cause to decrease on fresh and dry weight of plants, total chlorophyll, leaf water potential, absorption of Ca, K, N and P, photosynthesis while an increase was determined on osmotic pressure, prolin content, cell wall permeability and absorption of Na. Application of thiourea on corn partially resolved the negative effects of salinity on fresh and dry weight. Despite these, statistical analysis showed that differences among the applications were non-significant. Application dose of 500 mg/L thiourea on seeds showed the best results by view of photosynthesis, total chlorophyll, N, P and Ca content. Application dose of 500 mg/L thiourea on seeds and application dose of 500 mg/L thiourea on leaves showed the best results by view of cell wall permeability, prolin, leaf water content and Na content. Application of mannitol on wheat partially resolved the negative effects of salinity on total chlorophyll, leaf water content, cell wall permeability and osmotic pressure. On the other hand, statistical analysis showed that differences among the applications were non-significant. Application dose of 5mM mannitol on leaf showed the best results by view of fresh and dry weight, Na, Ca and K content. Application dose of 5mM mannitol on root showed the best results by view of photosynthesis activity.

**KEY WORDS:** salt, thiourea, mannitol, wheat, corn

## TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Cengiz Kaya'ya, yüksek lisans öğrencileri olan Ali BİÇER ve Havva ŐAHİN'e, tez yazımında yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Dr. Ali KAHRAMAN ve Dr. Fatma GÖKMEN YILMAZ'a, hayatımın her aşamasında olduğu gibi yüksek lisans aşamasında da desteklerini esirgemeyen babam Ali AVCI ve annem AyŐe Fatma AVCI'ya teşekkür ederim. Ayrıca TUBİTAK'a 1120375 nolu projede burslu öğrenci olarak görev yaptığım için teşekkür ederim.

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 3.1. Besin çözeltisinin hazırlanmasında kullanılan besin tuzları ve miktarları .....	16
Çizelge 3.2. Bitkilerin gelişim aşamalarında yapılan uygulamalar .....	17
Çizelge 4.1. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan diüre ile yetiştirilen mısır bitkilerinin toplam yaş ve kuru ağırlıkları (g/bitki), maksimum ışık verimi (Fv/FM), hücre zarı geçirgenliği (%), toplam klorofil miktarı (mg/kg) .....	21
Çizelge 4.2. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan diüre ile yetiştirilen mısır bitkilerinin yapraktaki su potansiyeli (MPa), osmotik basınç (Osmol/kg), prolin (µmol/g) miktarları .....	22
Çizelge 4.3. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan diüre ile yetiştirilen mısır bitkilerinin Na, N, P, Ca (mmol/kg) konsantrasyonu .....	22
Çizelge 4.4. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkisinin gövde, kök ve toplam yaş ve kuru ağırlıkları (mg/bitki) ....	26
Çizelge 4.5. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin klorofil içerikleri (mg/kg).....	27
Çizelge 4.6. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin hücre zarı geçirgenlikleri (%).....	27
Çizelge 4.7. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin yapraktaki su potansiyeli (MPa).....	28
Çizelge 4.8. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin maksimum ışık verimi (Fv/FM) .....	28
Çizelge 4.9. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin osmotik basıncı (Osmol/kg) .....	29
Çizelge 4.10. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin kök ve gövdelerindeki Na, Ca, K (mmol/kg) konsantrasyonu .....	30



## SİMGELER DİZİNİ

B	Bor
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	Kalsiyum Nitrat Tetra Hidrat
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	Bakır Sülfat Penta Hidrat
dS/m	Desisimens/Metre
EC	Elektriksel İletkenlik
Fv/Fm	Maksimum fotosentez verimliliği
G	Gram
GAA	Asetik Sirke Asidi
HCl	Hidro Klorik Asit
HZG	Hücre Zarı Geçirgenliği
H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	Molibdik Asit
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Borik Asit
K	Potasyum
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Potasyum Di Hidrojen Sülfat
Kg	Kilogram
KNO <sub>3</sub>	Potasyum Nitrat
KOH	Potasyum Hidroksit
M	Molar
ml	Mililitre
mM	Mili Molar
MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	Mangan Klorür Tetra Hidrat
mtLD	Mannitol-1-Fosfat Dehidrojenaz
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
NaFe-EDTA 1,5H <sub>2</sub> O	Demir EDTA
Nm	Nanometre
OB	Osmotik Basınç
P	Fosfor
pH	Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)
ppm	Milyonda Bir Değer
Pro	Prolin
TK	Toplam Klorofil
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	Çinko Sülfat
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
Ψl	Yapraktaki Su Potansiyeli

## 1. GİRİŞ

Mısır bitkisi, dünyada 177 milyon hektar arazide üretilirken, bu alandan yılda yaklaşık 886 milyon ton mısır elde edilmektedir (Taşdan, 2013). Ülkemizde mısır, buğday ve arpadan sonra en çok üretilen bitkidir. Yaklaşık 660 bin hektar arazide üretimi yapılmakta olup, bu alandan yaklaşık 5.9 milyon ton mısır elde edilmektedir (TUİK, 2013).

Deneme materyali olarak kullanılan bir diğer bitki ise buğdaydır. Buğday geniş adaptasyon özelliğinden dolayı hemen her ülkede üretimi yapılan önemli bir bitkidir. Dünyada yaklaşık 220 milyon hektar alanda buğday ekimi yapılıyorken, ekim yapılan bu alanda yılda yaklaşık 705 milyon ton buğday üretilmektedir (USDA, 2013). Ülkemizde yaklaşık 7.8 milyon hektar arazide buğday üretimi yapılmaktadır. Bu alandan yılda yaklaşık olarak 22 milyon ton buğday elde edilmektedir (TUİK 2013).

Toprakta meydana gelen tuzluluk, kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bitki gelişimini kısıtlayan önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir (Shannon, 1998; Allakhverdiev ve ark., 2000). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de tuzluluk giderek önemli bir problem haline gelmiştir. FAO (2005) verilerine göre dünyada 800 milyon hektarın üzerinde arazi tuzluluk ve alkalilikten etkilenmektedir. Ülkemizde ise 1.5 milyon hektar arazi tuzluluk etkisi altındadır (TUİK, 2004). Topraklarda meydana gelen tuzluluk probleminin, bitkisel üretime olan olumsuz etkisini en aza indirmek için, bitkilerin stres şartlarından korunma amacıyla geliştirdikleri mekanizmayı anlamak ve bu mekanizmayı kullanabilen çeşitleri kullanmak önemlidir.

Bitki büyüme düzenleyicilerinin, çeşitli stres koşulları altında bitkilerin büyümesini ve gelişmesini sağladığı bilinmektedir. Diüre iki işlevsel grubu ile stresi hafifletmek için gerekli olan bileşikler arasında önemli bir moleküldür. Diüredeki tiyol grubu oksidatif strese tepkisi ile imino grubu ise kısmen N ihtiyacını karşılamada önemlidir. Stres koşulları altında hücrenin redoks durumunun korunup,

düzenli işleyişi için tiyollerin iyi olduğu bilinmektedir (Sahu ve ark., 2005; Nathawat ve ark., 2007). Diüre suda çözünür ve bitkilerce kolay emilir (Anjum ve ark., 2011). Tuz stresi altında yetişen bitkilere uygulanan diüre oksidatif hasarı minimize etmede önemli bir role sahiptir.

Diüre uygulamasının, hardal (Sahu ve ark., 2005), buğday (Sahu ve ark., 2006), taze fasulye (Mathur ve ark., 2006) ve patates (Mani ve ark., 2012) gibi bitkilerde, stres toleransını geliştirdiği ve verime olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir.

Diüre çeşitli fizyo-kimyasal etkiler sonucu bitki büyümesinde artış sağlamaktadır (Pandey ve ark., 2013). Yapılan bazı çalışmalarda bitkilere verilen diürenin, biyokütlede meydana getirdiği artışın, bitki yapraklarında C ve N kaynağı olarak işlev görmesinden kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir (Mitoi ve ark., 2009; Anjum ve ark., 2011).

Diürenin bitkide biyokütle üretimindeki meydana getirdiği artışın hücrel osmotik ayarlama rolü nedeniyle olabileceği belirtilmiştir (Burman ve ark., 2004; Seçkin ve ark., 2009). Diürenin hücrel iyon taşımacılığında da rolü olduğu bilinmektedir (Sud ve Sharma, 1992).

Bitkilerin tuz stresinden korunmak için geliştirdikleri stratejilerinden biri uyumlu çözünenlerin sentezlenmesidir. Düşük molekül ağırlıklı bu bileşikler, vakuollerde iyonik dengeyi sağlamak için, sitoplazmada birikerek, normal biyokimyasal reaksiyonları engellemeden, reaksiyonlarda su ile yer değiştirirler (Ashihara ve ark., 1997; Hasegawa ve ark., 2000; Zhifang ve Loescher, 2003). Bitki türüne bağlı olmak üzere bu bileşiklerin osmotik ayarlama, hücrel makro moleküllerin korunması (Holmberg ve Bülow, 1998; Smirnoff, 1998), azotun depolanması, hücrel pH'nın sürdürülmesi, serbest radikallerin temizlenmesi gibi olaylarda da fonksiyonlarının olduğu ileri sürülmüştür.

Uyumlu çözünenlerin bir çeşidi olan polioller bitkilerde hem siklik formda (ononitol ve pinitol) hem de asiklik formda (mannitol, gliserol ve sorbitol) bulunan

polihidrik şeker alkolleridir (Clark ve ark., 2003). Bir şeker alkolü olan mannitol bitkiler tarafından primer fotosentetik ürün olarak sentezlenmektedir (Conde ve ark., 2007).

Buğday bitkisi mannitolü kendisi sentezleyememektedir (Yıldız ve ark., 2010). Mannitol, *Oleaceae* ve *Scrophulariaceae*'deki bitkilerde doğal olarak bulunur. Ticari olarak mannozdan üretilen mannitol, bakteri, mantar ve alglerin asimilasyon ürünü olarak da oluşmaktadır (Baytop, 1986).

Mannitolün kullanım alanı geniştir. Kimyacılar 20. Yüzyılın başından beri borat çözeltilerinin asitliğini artırmak amacıyla gliserol ve mannitol gibi polioller kullanmaktadır (Çamaş, 2006).

Mannitolün hoş bir tadı vardır, higroskopik özelliği yoktur ve yüksek sıcaklıklarda renk kaybına uğramaz, yüksek erime sıcaklığına sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı mannitol eczacılıkta, bazı besin tabletlerinde, diyabet hastalarında gıda tatlandırıcısı olarak, tıpta bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Anonim, 2007).

Bitkilerde yapılan çalışmalarda mannitolün abiyotik stres faktörlerinin zararını azalttığı anlaşılmıştır. Bazı bitkiler mannitolü sentezleyebilmelerine karşın ticari açıdan önemli olan birçok bitki mannitolü sentezleyememektedir (Yıldız ve ark., 2010). Bu konuda genetik mühendisliğince yapılan çalışmalarda bitkilere hem yüksek verimlilik hem de tuzluluğa ve kuraklığa dayanıklılık özelliği kazandırılmaktadır. Transgenik bitkilere mannitol miktarını artıran genlerin transferi ile bitkilerin tuz stresine dayanıklılığı artmaktadır (Kumlay ve Dursun., 2003).

Yapılan çalışmalarda mannitolün stres koşullarında meydana gelen serbest oksijen radikallerinin özellikle de hidroksil radikalının, bitki hücrelerine zarar vermesini engellediği ileri sürülmüştür (Gutteridge, 1984; Gutteridge, 1987).

Stres şartlarında daha ekonomik, kolay ve güvenli bir şekilde, verimi artırmak ve fide çıkışı sağlamak için aralarında mannitolün de bulunduğu polyethylene glycol ve sodyum klorür gibi çeşitli ortamlarda ve suda tohumların olgunlaştırılması etkili bir yol olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Bu durumun sebebi ise, olumsuz koşullarda hızlı kök gelişimi, güçlü bitki oluşturma, daha iyi dayanıklılık, erken çiçeklenme, erken hasat ve yüksek tane verimidir (Amzallag ve ark., 1990; Cayuela ve ark., 1996; Lee-Suskoon ve ark., 1998; Passam ve Kakouriotis, 1994).

Bu nedenle sera koşullarında yapılan çalışmaların amacı, tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır bitkisine dışarıdan diüre ve buğday bitkisine dışarıdan mannitol; uygulayarak, tuzlu koşulların neden olduğu olumsuzluklara, diürenin ve mannitolün iyileştirici etkisinin test edilmesidir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Diüre Denemesi

Anjum ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada buğday bitkisinde yapraktan diüre (10 mM) uygulamasının, tuz stresine (120 mM NaCl) ve sıcaklık stresine etkileri incelenmiştir. Yapraktan diüre uygulaması, farklı aşamalarda çeşitlerde tuz toleransı eşiğinde %6-11, yüksek sıcaklık toleransında %4-10 iyileştirme sağladığı bildirilmiştir. Fide ve başaklanma öncesi dönem de, dane dolumu ve hasat indeksi de, büyüme korelasyonu ve verim özellikleri diürenin yapraktan uygulanmasının etkililiğini kanıtladığı belirtilmiştir. Yapraktan diüre püskürtülmesinin tuzluluk ve yüksek sıcaklığın olumsuz etkilerini azaltmak için büyük bir potansiyele sahip olduğu, yüksek sıcaklık ve orta tuzluluğa sahip arazilerde buğday üretiminde kullanılması için tavsiye edilebileceği belirtilmiştir.

Khan ve Ungar (2001) yaptıkları çalışmada diüre uygulamasının *Halopyrum mucronatum* bitkilerinde tohumların çimlenmesini teşvik ettiğini, bitkinin daha sonraki gelişme aşamalarında su ve tuz stresine dayanıklılığını artırdığını bildirmişlerdir. Ancak diüre ve diğer bitki gelişmesini düzenleyicilerin etkinliğinin bitki türüne, iklime ve topraktaki tuzluluk düzeyine bağlı olduğu belirtilmiştir.

Asthir ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada diürenin ekmeklik buğdayın terminal ısı direncini artırma potansiyelini değerlendirmişlerdir. Isıya duyarlı iki buğday çeşidi ile ısıya dayanıklı iki buğday çeşidini Kasım (normal) ve Aralık (geç) aylarında ekip sıcaklık stresine maruz bırakarak tane dolum esnasında biçmişlerdir. Sıcaklığı normal ekilen buğdaylarda tane dolumu döneminde 25.6 °C, geç ekilen buğdaylarda 29.4 °C olarak ayarlamışlardır. Ekimden önce buğday tohumlarını 6 saat 6.6 mM diüre solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. Diüre ayrıca çiçeklenme döneminde de yapraktan sprey (6.6 mM) olarak uygulanmıştır. Tane dolumu döneminde sıcaklık stresi, lipid peroksit ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile artan membran yaralanma indeksi neticesinde hücre zarı bozulmasına neden olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte

ısıya dayanıklı çeşitlerde antioksidanların sayesinde, lipit peroksidasyonu ve membran yaralanmasının daha düşük seviyede olduğu bildirilmiştir. Diüre uygulamasının antioksidan aktivitesini uyarıp lipit peroksidasyonu ve membran hasarını azaltarak ısı kaynaklı zararları iyileştirdiği belirtilmiştir. Diüre uygulaması ile tüm çeşitlerde toplam çözünebilir proteinler, aminoasitler ve klorofil içeriğinin arttığı, bu artışlar sayesinde bitki boyu, çiçek sapı uzunluğu, çiçek sapı ağırlığı ve tane ağırlığında önemli artış meydana geldiği bildirilmiştir. Buğday bitkisinde tohum ve yaprağa kombine olarak uygulanan diürenin, membran yapısının korunmasında, antioksidan potansiyeli ve verim bileşenlerinin artırılmasında daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Burman ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada saksı ortamında yetiştirdikleri fasulye bitkisini, çiçeklenme öncesi ve sonrasında kesintili sulama ile su stresine maruz bırakarak, fosfor ve diüre uygulamalarının (yalnız ya da kombine olarak) etkilerini incelemişlerdir. Su stresin, bitinin büyüme aşamalarında, su potansiyeli, yaprakların oransal su içeriği, net fotosentez oranı, toplam klorofil, nişasta ve çözünebilir protein içeriğinin yanı sıra nitrat redüktaz aktivitesini de önemli ölçüde düşürdüğü belirtilmiştir. Fosfor ve diüre yalnız veya kombine uygulamaları ile bu parametrelerin çoğunda artış meydana geldiği bildirilmiştir. Su stresi altında, net fotosentez, yaprak alanı, klorofil içeriği ve azot metabolizmasını artırarak bitki büyümesine ve tohum verimine, diüre ile fosforun sinerjik olarak olumlu etki yaptığı bildirilmiştir.

Mani ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada patates bitkisinin maksimum ışık verimi (Fv/Fm), klorofil içeriği, yumru çapı, yumru sayısı ve toplam yumru verimi gibi parametreleri üzerinde hidrojen peroksit ve diürenin etkisini araştırmışlardır. Hidrojen peroksit konsantrasyonlarını: 0, 20, 40, 60, 80 mM ve diüre konsantrasyonlarını: 0, 250, 500, 750,1000 mM olarak belirlemişlerdir. Uygulamalar arasında ve tekerrürler arasında yumru çapında önemli bir fark görülmemiş, ancak diüre 250 mM uygulamasında yumru veriminin %20 gibi önemli bir artış gösterdiği belirtilmiştir. Maksimum toplam verimin de 810 g/bitki ile diüre 250 mM konsantrasyonundan elde edildiği bildirilmiştir. Bitkilere 20 mM hidrojen peroksit uygulamasının klorofil içeriğini düşürdüğünü, bitkide gerilemeye neden olduğunu,

diüre uygulamalarının, özellikle 250 mM diüre uygulamasının maksimum ışık verimi ve toplam klorofil içeriğinde artış meydana getirdiği belirtilmiştir.

Mathur ve ark. (2006) iki maş fasulyesi genotipi ile yaptıkları çalışmada tohum (500 mg/L) diüre uygulamasının ardından yapraktan (1000 mg/L) diüre uygulamasının yaprak metabolizması ve fotosentez oranına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda diüre uygulamasının maş fasulyesinin kuru madde miktarında ve tohum veriminde olumlu etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Maş fasulyesine diüre uygulamasının tohum verimine etkisi, kontrol bitkileri kıyaslandığında bir çeşitte %15.3, diğer çeşitte %24.0 artış gösterdiği belirlenmiştir. Diüre uygulamasının net fotosentez ve yaprak metabolitlerinin seviyelerine yani; toplam klorofil, nişasta, indirgenmiş şekerler ve çözünebilir proteinin yanı sıra nitrat redüktaz aktivitesi üzerine olumlu etki yaptığı bildirilmiştir. Maş fasulyesinde ekim öncesi tohum 500 ppm diüre uygulamasının ardından, çiçeklenme öncesi aşamada yapraktan 1000 ppm diüre uygulanmasının bitki büyümesi, tohum verimi, fotosentez verimi ve yaprak metabolizmasını önemli ölçüde geliştirdiği bildirilmiştir.

### 2.1. Mannitol Denemesi

Brown ve Hu (1996), yaptıkları çalışmada, bazı meyve ağaçlarında bor elementinin, fotosentez sonucu oluşan mannitol ve sorbitol gibi şeker alkollerini kompleks yaparak, floem yoluyla taşındığını, bu sebeple yapraktan uygulanan borun floem yoluyla bitkinin farklı organlarına rahatlıkla taşınabildiğini belirtmişlerdir.

Perica ve ark. (2001), zeytin ağaçlarında yaptıkları çalışmada, mannitol ve glikoz konsantrasyonlarının çeşitli organlardaki bor taşınması üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda analiz yapılan organlarda, en yaygın olan şekerlerin mannitol ve glikoz olduğunu, bor taşınması sağlayacak miktarda yapraklarda mannitol olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaya göre araştırmacılar borun mannitol ile mannitol-B kompleksi yaparak borun floemde taşınmasına yardımcı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmayı yapanlar zeytin ağaçlarına boru



yapraktan uyguladığında glikozun genç yapraklardaki miktarının azaldığını ve bu yapraklarda mannitol miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Karaalp (2007) yaptığı çalışmada bakteriyel selüloz üretimi için *A.xylinum* 2325 türünü kullanarak farklı karbon kaynaklarını değerlendirmiştir. Çalışmada Hastrin ve Schramm besi yerindeki glikoz aynı miktarda mannitol, fruktoz, sakaroz ve laktoz ile değiştirilmiş ve 10 gün fermantasyona tabi tutulmuş. Çalışma sonunda bakteriyel selüloz üretiminde karbon kaynağı olarak en yüksek verim fruktoz, ikinci sırada ise mannitol bulunmuştur.

Ramana ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada *A.xylinum* türü ile bakteriyel selüloz üretiminde farklı azot ve karbon kaynaklarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada optimum azot kaynağının karbon kaynağıyla yakın ilişkisi olduğunu görmüşlerdir. Yapılan çalışma sonucunda araştırmacılar uygun karbon kaynaklarının mannitol ve sakaroz, azot kaynaklarının ise kazein hidrolizat, pepton, glutamat ve amonyum sülfat olduğunu bildirmişlerdir.

Parera ve Cantliffe (1994) pırasada yaptıkları çalışmada 15 °C'de 10 gün polyethylene glycol, potasyum nitrat ve mannitol uygulanmıştır. Bu uygulamadan sonra tohumlar 15 °C'de %30 oransal nemden %6.2'ye kadar kurutulup, 10 °C'de %45 oransal nemde çimlendirme zamanına kadar depolanmıştır. Tohumlar 26 °C, 30 °C ve 35 °C'de çimlendirilmiştir. Çalışma sonucunda mannitol ve polyethylene glycol uygulamaları, potasyum nitrat ve kontrole göre daha iyi sonuç verdiği anlaşılmıştır. Çalışmada çimlenme sıcaklığı arttıkça uygulamalarla kontrol arasındaki farkın da arttığı belirtilmiştir. 26 °C'de mannitol uygulanan tohumlarda %90, kontrolde %35 çimlenme olurken, 35 °C'de mannitol uygulanan tohumlarda %76, kontrolde %6 çimlenme olduğu bildirilmiştir.

Georghiou ve ark. (1987) yaptıkları çalışmada, biber tohumlarına mannitol uygulaması yaptıktan sonra 35 °C'de 6 ay depolanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar uygulamanın çimlenme hızı ve gücünü artırarak, yaşlanmanın geciktiğini tespit etmişlerdir.

Thanos ve ark. (1989) yaptıkları çalışmada, biber tohumlarına mannitol uygulaması yaptıktan sonra 5 °C ve 25 °C’de 3 yıl depolanmıştır. Çalışma sonucunda bu tohumlarda yaşlanmanın olumsuz etkilerinin görüldüğü fakat 25 °C’de depolanan tohumların çimlenme hızını ve gücünü artırarak olumlu etkinin devam ettiği bildirilmiştir.

Kaur ve ark. (2002a) nohutta yaptıkları çalışmada polyethylene glycol ve sodyum klorür ile oluşturulan kuraklık ve tuz stresi altında tohuma 24 saat süreyle su ve mannitol (%4) uygulanmıştır. Çalışma sonucunda uygulama yapılan tohumlarda, uygulama yapılmayanlara göre fide gelişiminin arttığı, kök ve gövde uzunluğunun 3-4 kat, toplam ağırlığın 2-3 kat arttığını bildirmişlerdir.

Kaur ve ark. (2002b) sulu şartlarda nohut bitkisinde yaptıkları çalışmada tohumlara 24 saat su ve mannitol (%4) uygulanmıştır. Çalışma sonucunda uygulama yapılan tohumların fide uzunluğu %17, fide ağırlığı 2 kat artış göstermiştir. Araştırmacılar bu çalışmada bitkideki bakla sayısının, kontrolde 17, mannitol (%4) uygulamasında 38, su uygulamasında 39 olduğunu belirtmiştir.

Kaur ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada nohut tohumları mannitol ve su ile ön işleme tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda kontrole göre, ekim öncesi olgunlaştırma işlemi tohum sayısı ve tohum verimini artırmıştır. Bitkide ortalama tohum verimi kontrolde 3.86 g bulunurken, su ile olgunlaştırılarda 5.47 g, mannitol ile olgunlaştırılanlarda ise 6.86 g olarak bulunmuştur. Yine bu çalışmada araştırmacılar verimde, su ile osmo olgunlaştırmanın %41, mannitol ile hydro olgunlaştırmanın %77 artış sağladığını belirtmiştir.

Abebe ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada buğdaya mtlD geni transfer edilerek mannitol biyosentezi sağlayıp, buğdayın tuz ve su stresine toleransına etkisine bakılmıştır. Buğday *Escherichia coli* ile transforme edilmiştir. Tuz ve su stresi toleransı kalluslar ile mtlD geni aktarılmış ve aktarılmamış, gen transferi yapılmış bitkiler kullanılarak değerlendirilmiştir. Gen transferi yapılmış bitkilerde oluşan stres stopaj su uygulaması veya besin ortamına 150 mM NaCl (sodyum klorür)

uygulaması ile oluşmuştur. Polietilen glycol ve %37 NaCl varlığında mtID kallusların taze ağırlıkları %40 oranında azalmıştır. mtID kallusların büyümesi stresten etkilenmemiştir. Çalışma sonucunda kalluslar ve yaşlı yapraklarda mannitol birikmesi ile bitkinin stresten korunduğunu belirtmişlerdir.

Seçkin ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, mannitolün rolünü, osmoprotektant, radikal süpürücü, protein ve membran yapısını dengeleyici ve abiyotik stres altında fotosentez koruyucu olarak tarif etmiştir. Yapılan çalışmada, normalde mannitol sentezleyemeyen buğday bitkisi, tuz stresine maruz bırakılmıştır. Daha sonra bitkiye, dışarıdan mannitol uygulanmıştır. Uygulama sonucunda bitkide antioksidan enzim aktivitelerinin arttığı ve tuz toleransının geliştiği saptanmıştır. 3 günlük buğday fideleri 24 saat boyunca 100 mM mannitollü ortamda yetiştirilmiş. Daha sonrasındaki beş günlük bir periyotta da 100mM NaCl'ye tabi tutulmuştur. Eksojen olarak uygulanan mannitolün bitkilerin tuz toleransının gelişmesi, lipid peroksidasyon düzeyleri ve bitki köklerindeki enzim aktiviteleri tuza karşı duyarlı buğday bitkisine mannitol vererek veya vermeyerek incelenmiştir. Tuz stresi altında kök büyümesi azalmış olsa da, bu etki mannitol ile ön işleme tabi tutularak azaltılabileceği vurgulanmıştır. Buğdayda tuz stresi altında peroksidaz ve askorbat peroksidaz faaliyetleri artarken, süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon redüktaz aktiviteleri azalmıştır. Ancak mannitol ile ön işleme süperoksit dismutaz, peroksidaz, katalaz, askorbat peroksidaz ve glutatyon redüktaz gibi antioksidan enzim aktiviteleri tuz stresi altında artmıştır. Tuz stresi koşulları altında lipid zarlarında gelişmiş peroksidasyon, mannitol ile ön işleme tabi tutularak indirgenmiştir. Yapılan çalışmada tuza duyarlı buğday çeşidinin köklerine dışarıdan mannitol uygulanarak antioksidan enzim aktivitelerini geliştirip, tuzun yol açtığı hasarı hafifletilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Diüre Denemesi

##### 3.1.1. Materyal

DK 5783 mısır çeşidi ile iki diüre dozu uygulanmıştır. Diüre 400 ve 500 mg/L olarak tohumla uygulandıktan sonra aynı dozlar yapraklardan püskürtme ile uygulanmıştır. Deneme Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma İstasyonunda, bir cam serada, 2013 Mayıs döneminde yapılmıştır. İçerisinde 10 kg hava kuru toprak bulunan her saksıya 5'er tohum ekilmiştir. Kullanılan toprağın kimyasal karakteri; pH: 7.3, EC: 0.45 dS/m, N: 1.25 g/kg ve K: 1.40 g/kg. Toprağa N, P, K sırasıyla 100, 50 ve 120 mg/kg oranlarında ilave edilmiştir. Çimlenme sonrası her kaptaki aynı boyutta 3 fide  $27\pm 2$  °C ve %60- 70 nemde 35 gün boyunca büyümeye bırakılmıştır. Bitki gereksinimine bağlı olarak her saksıya 50 ml su uygulanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseni şeklinde yapılmış, her uygulama 3 yinelemeli olarak ve her yinelemede 3 saksı kullanılmıştır.

##### 3.1.1.1. Deneme bitkileri

Denemede kullanılan bitki DK 5783 mısır çeşididir. FAO 500 olum grubunun en çok talep gören çeşidi olan DK 5783; sap ve gövde yapısı oldukça sağlam, olgunlaşma döneminden sonra içindeki nemini çok hızlı bir şekilde atan, sıcaklık ve kuraklıktan kaynaklı stres koşullarına karşı oldukça toleranslı bir bitkidir. Danelerinin yapısı bakımından, daneleri at dişi yapıda çok derin ve dane koçan oranı çok yüksektir. Çok yüksek verim potansiyeline sahip olan bu çeşit aynı zamanda geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olduğundan hem birinci hem de ikinci ürün olarak tercih edilmektedir (Anonim, 2005).

### 3.1.2. Yöntem

Tuz stresi, kontrol bitkileri dışında diğer bitkilerin kök bölgelerine her kg toprağa 58.5 g NaCl ilave edilerek, toprağın tuzluluk seviyesi 100 mM yapılmıştır. Tohumlar çimlenme öncesi sodyum hipoklorit çözeltisi ile dezenfekte edildikten sonra distile su ile yıkanmıştır. Tohumlar ekim öncesi bir gün (24 saat) boyunca 400 ve 500 mg/L diüre çözeltisi içerisinde bekletilmiştir. Püskürtme ile uygulanan ve %0.01 Tween-20 içeren diüre çözeltisi çimlenmeden 10 gün sonra başlayıp yaklaşık 35 gün devam etmiştir. Daha sonra her tekerrürden iki bitki toprak seviyesinde kesilip yaş ağırlıklar belirlenmesinde kullanılmıştır. Yaş ağırlıklar belirlendikten sonra bitkiler kuru ağırlığın belirlenmesi için kurutulmuştur. Kalan bitkiler diğer parametrelerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

#### 3.1.2.1. Klorofil tayini

Tamamen genişlemiş 1 g genç yaprak aseton çözeltisi (% 90) içerisinde öğütülmüştür. Yüzen kısmın emiciliği kullanılarak spektrofotometrede (Shimadzu UV-1201 V, Japan) ölçüm yapılmış ve toplam klorofil içeriği Strain ve Svec (1966) hesaplama yöntemine göre belirlenmiştir.

#### 3.1.2.2. Fotosentez verimi ölçümü

Fotosentez verimi bitki yapraklarında mini-PAM fotosentez ölçüm aletiyle ölçülmüştür. 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.

#### 3.1.2.3. Serbest prolin içeriği

Bu ölçümde Bates ve ark. (1973) tarafından belirlenen yöntem 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 sokuldu.

Karışım 60 dakika boyunca 100 °C'ye tabi tutulduktan sonra her örneğe 4 ml ilave edilerek 520 nm okuma değerleri kaydedilmiştir.

#### **3.1.2.4. Hücre öz suyunun osmotik basıncının belirlenmesi**

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

#### **3.1.2.5. Yaprak su potansiyelinin belirlenmesi**

Alınan bitki örneğinin su potansiyeli, basınç kabini (PMS model 600, USA) aracılığıyla ölçülmüştür.

#### **3.1.2.6. Hücre zarı geçirgenliği**

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

#### **3.1.2.7. Kimyasal analizler**

Farklı iyonların analizleri için kurutulmuş bitki numuneleri kullanıldı. Toplam N Kjelhahl metodu kullanılarak tespit edildi. Diğer besin maddelerinin analizi için kurutulup öğütülen örnekler kül fırınına 6 saat boyunca 550 °C bırakılarak kül edildi. Yanma sonucu elde edilen beyaz kül 5 ml 2 M HCl içerisinde çözüldükten sonra üzeri 50 ml'ye saf su ile tamamlandı. Fosfor miktarının belirlenmesi için vanadat-molibdat metodu ile analiz yapılırken, Na, Ca ve K miktarları ICP cihazı ile belirlenmiştir.

### 3.1.2.8. İstatistiksel analiz

Varyans analizi ve çok değişkenli varyans analizi, iki çeşit arasında ve uygulamalar arasında farklılıkların incelenmesi için ( $P \leq 0.05$ ) SAS ve GLM prosedürü kullanılarak yapıldı.

## 3.2. Mannitol Denemesi

### 3.2.1. Materyal

Bu proje serada, genç bitkilerle, içerisinde perlit olan saksı ortamında yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme deseni şeklinde yapılmış, her uygulama 3 yinelemeli olarak ve her yinelemede 3 saksı kullanılmıştır. Bölgede bulunan ve verim düzeyi yüksek buğday çeşidi olan Fuatbey-2000'in tuzluluğa (0 ve 100 mM NaCl) dayanımı test edilmiştir. Kökten uygulamalar için mannitol besin çözeltisine katılarak bitki köküne uygulanmıştır. Yapraktan mannitol uygulaması için mannitol, yapraklara püskürtme ile uygulanmıştır.

#### 3.2.1.1. Deneme bitkisi

Bu deneme de kullanılan bitki; Fuatbey-2000 buğday çeşididir. Fuatbey-2000 buğday çeşidi Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait 2000 yılında tescil edilmiş bir makarnalık buğday çeşididir. Orta erkenci, yazlık, yatmaya dayanıklı bir çeşittir. Dane verimi dekara ortalama 623 kg iken maksimum verimi 783 kg'dır. Protein oranı %10-11, bin dane ağırlığı 35-40 gram ve hektolitreye ağırlığı 77-81 kilogramdır (Anonim, 2011).

Hatay, Antalya, Adana, Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa, Adıyaman, Diyarbakır, Batman, Mardin illerinde sulu arazilerde başarı ile yetiştirilmektedir.

### 3.2.1.2. Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar

Denemede 2 litrelik plastik saksılardan yararlanılmıştır. Toplam 18 adet saksı kullanılmıştır. Besin solüsyonu ve tuz çözeltisi için 10 litrelik plastik bidonlardan yararlanılmıştır. Deneme için gerekli olan kimyasal maddelerin (tuz ve mannitol) tartımı için hassas dijital terazi kullanılmıştır. Ayrıca beher, balon joje, ölçü silindiri, erlen, makas, deney tüpü, havan gibi laboratuvar aletlerinin yanında, pH ve EC metre, etüv, çalkalayıcı, mini-PAM fotosentez analiz cihazı, yaprak su potansiyeli için basınç kabini (Model 600 PMS, USA), osmometre (Osmomat 030) gibi cihazlardan yararlanılmıştır.

### 3.2.2. Yöntem

#### 3.2.2.1. Bitki gelişim aşamaları ve yapılan uygulamalar

Bu deneme Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü araştırma serasında yürütülmüştür. 2 litrelik saksılara eşit miktarda perlit konulmuştur. Her saksıya 35 tane tohum ekilmiş çimlenme sonrası eşit boyda 25 tane bırakılarak diğer bitkiler seyreltilmiştir. Uygulamalar aşağıdaki gibidir:

1. Besin Çözeltisi (Kontrol)
2. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi (50-100 mM NaCl); (T)
3. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi+5mM Manitol (Besin çözeltisine)
4. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi+10mM Manitol (Besin çözeltisine)
5. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi (Kökten)+5mM Manitol (Yapraktan)
6. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi (Kökten)+10mM Manitol (Yapraktan)

Ekimle beraber tüm saksılara 100 ml besin solüsyonu uygulanmıştır. Besin solüsyonu, bitki büyümesine bağlı olarak 3 günde bir 250-300 ml arasında verilmiştir.

Besin solüsyonu Hoagland çözeltisi şeklinde gelişme ortamına verilmiştir. Besin solüsyonunun pH'sı 5.5'e minimum miktarda kullanılan 0.1 mM KOH



ayarlanmıştır. Besin çözeltisinin hazırlanmasında kullanılacak besin tuzları ve miktarları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Besin çözeltisinin hazırlanmasında kullanılan besin tuzları ve miktarları

Besin çözeltisine kullanılan tuzlar	Stok çözelti (gl/l)	Besin çözeltisini hazırlamak için stok çözeltilerden alınan miktar (ml/l)	Besin çözeltisinde kullanılan tuzlar	Stok çözelti (gl/l)	Besin çözeltisi hazırlamak için stok çözeltilerden alınan miktar (ml/l)
KNO <sub>3</sub>	101.11	5.0	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2.86	1.0
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 4HO	236.15	5.0	MnCl <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	1.86	1.0
MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	246.48	2.0	CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	0.08	1.0
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	136.09	1.0	H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	0.09	1.0
ZnSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	0.22	1.0	NaFe- EDTA 1,5H <sub>2</sub> O	19.71	1.0

Mannitol ve tuz (NaCl) uygulamalarına ekimden 17 gün sonra başlanmıştır. Kontrol bitkilerine yalnızca besin solüsyonu verilmeye devam edilmiştir. Uygulamalara geçilmeden önce stok çözeltiler aşağıdaki gibi hazırlanmıştır.

100 mM NaCl için

1000 ml x 58.5 mg = 58.5 g/l = 1 M NaCl stok çözeltisi hazırlanmıştır.

Stoktan alınan 100 ml, 1000 ml’ye besin çözeltisi ile tamamlanarak 100 mM tuz içeren besin çözeltisi elde edilmiştir. İlk tuzlu uygulamalar 50 mM tuz içeren besin solüsyonu ile başlamıştır. Bunun için de stoktan alınan 50 ml 1000 ml’ye besin solüsyonu ile tamamlanarak çözelti hazırlanmıştır. Bu çözelti tuz + besin solüsyonu, yapraktan 5 mM mannitol ve yapraktan 10 mM mannitol uygulanan saksılara verilmiştir.

Kökten mannitol uygulamaları için stok çözeltilerin hazırlanışı:

1000ml x 45.5g = 250 mM Mannitol stok çözeltisi hazırlanmıştır.

Kökten 5 mM mannitol uygulamaları için, her saksıya verilecek besin solüsyonu miktarı göz önünde bulundurularak, stok çözeltilerden alınan 2 ml, 100 ml'ye tuzlu besin solüsyonu ile tamamlanmıştır.

Kökten 10 mM mannitol uygulamaları için, her saksıya verilecek besin solüsyonu miktarı göz önünde bulundurularak, stok çözeltilerden alınan 4 ml, 100 ml'ye tuzlu besin solüsyonu ile tamamlanmıştır.

Deneme sürecinde, bitkilerin gelişim aşamalarında yapılan uygulamalar Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Bitkilerin gelişim aşamalarında yapılan uygulamalar

Birinci hafta	Ekim yapıldı ve besin solüsyonu uygulanmaya başladı
İkinci hafta	Çimlenme tamamlandı, besin solüsyonu uygulamaya devam edildi
Üçüncü hafta	Tuz (50 mM NaCl) ve mannitol uygulamasına (yapraktan 10 ml) başlandı
Dördüncü hafta	Tuz (100 mM NaCl) ve mannitol uygulamasına (yapraktan 20 ml) devam edildi
Beşinci hafta	Tuz (100 mM NaCl) ve mannitol uygulamasına (yapraktan 20 ml) devam edildi ve fotosentez verimi ölçümü yapıldı
Altıncı hafta	Tuz (100 mM NaCl) ve mannitol uygulamasına (yapraktan 20 ml) devam edildi, klorofil tayini yapıldı, yapraktaki su potansiyeli düzeyi, hücre zarı geçirgenliği ve hücre öz suyunun osmotik basıncı belirlendi.
Yedinci hafta	Bitkiler hasat edilerek kuru ve yaş ağırlıklarına bakıldı.

Yapraktan 5 mM mannitol uygulamaları için, hazırlanan mannitol stok çözeltilerinden 2 ml alınıp 100 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Yapraktan 5 mM mannitol uygulanacak olan saksılara başlangıçta 10 ml daha sonra 20 ml olacak şekilde püskürtme ile haftada iki defa yapraklara uygulanmıştır.

Yapraktan 10 mM mannitol uygulamaları için, hazırlanan mannitol stok çözeltilerinden 4 ml alınıp 100 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Yapraktan 10 mM

mannitol uygulanacak olan saksılara başlangıçta 10 ml daha sonra 20 ml olacak şekilde püskürtme ile haftada iki defa yapraklara uygulanmıştır.

#### 3.2.2.2. Fotosentez verimi ölçümü

Fotosentez verimi bitki yapraklarında mini-PAM fotosentez ölçüm aletiyle ölçülmüştür. 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.

#### 3.2.2.3. Hücre zarı geçirgenliği

Önceden alınan 2 g taze yaprak örneği 10 ml saf su içine yerleştirildikten sonra 2 saat boyunca 25 °C sıcaklıkta su banyosunda inkübe edilmiş ve elektriksel iletkenliği ( $EC_1$ ) ölçülmüştür. Aynı örnekler 20 dakika boyunca 121 °C sıcaklığa maruz bırakıldıktan sonra 25 °C sıcaklığa düşene kadar beklenip  $EC_2$  değeri belirlenmiştir. Bulunan değerler Dionisio-Sese ve Tobita (1998)'e göre hesaplanmıştır.

#### 3.2.2.4. Hücre öz suyunun osmotik basıncının belirlenmesi

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

#### 3.2.2.5. Yaprak su potansiyelinin belirlenmesi

Alınan bitki örneğinin su potansiyeli, basınç kabini (PMS model 600, USA) aracılığıyla ölçülmüştür.

**3.2.2.6. Klorofil tayini**

Tamamen genişlemiş 1 g genç yaprak aseton çözeltisi (% 90) içerisinde öğütülmüştür. Yüzen kısmın emiciliği kullanılarak spektrofotometrede (Shimadzu UV-1201 V, Japan) ölçüm yapılmış ve toplam klorofil içeriği Strain ve Svec (1966) hesaplama yöntemine göre hesaplanmıştır.

**3.2.2.7. Yaş ve kuru ağırlığın belirlenmesi**

Saksılardaki bitkiler sayılarak toprak seviyesinde kesilip kök ve gövde yaş ağırlıkları belirlendi. Bitkilerin yaş ağırlıkları belirlendikten sonra kurutularak kuru ağırlıklar belirlendi.

**3.2.2.8. Kimyasal analizler**

Diğer besin maddelerinin analizi için kurutulup öğütülen örnekler kül fırınına 6 saat boyunca 550 °C bırakılarak kül edildi. Yanma sonucu elde edilen beyaz kül 5 ml 2 M HCl içerisinde çözüldükten sonra üzeri 50 ml'ye saf su ile tamamlandı. Na, Ca ve K miktarları ICP cihazı ile belirlenmiştir.

**3.2.2.9. İstatistiksel analizler**

İstatistiksel analizler için SAS 9.1. paket programı kullanıldı (SAS Institute Inc., NC, USA).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Diüre Denemesi

#### 4.1.1. Yaş ve kuru ağırlık, fotosentez verimi, hücre zarı geçirgenliği ve toplam klorofil

Kontrol bitkilerine kıyasla tuz ve diüre uygulamaları sonucunda bitkilerde meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.1. de görüldüğü gibidir. Bitki yaş ve kuru ağırlıkları tuz uygulaması sonucunda düşüş göstermiştir. Tohum ve yapraktan yapılan farklı dozlardaki diüre uygulamaları neticesinde tuzun bitki yaş ve kuru ağırlığında meydana getirdiği düşüş kısmen azaltılırken, farklı dozlar arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir.

Bitkilerde, maksimum ışık veriminde, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında düşüş gözlemlenmiştir. Tohum ve yapraktan yapılan farklı dozlardaki diüre uygulamaları neticesinde, tuzluluktan kaynaklanan maksimum ışık verimindeki düşüş kısmen iyileştirilmiştir. En iyi sonuç ise tohum ve yapraktan uygulanan diüre 500 mg/L'den elde edilmiştir.

Tuz uygulaması neticesinde kontrol bitkilerine kıyasla, bitkilerin hücre zarı geçirgenliğinde artış gözlenmiştir. Bu artış tohumdan ve yapraktan verilen farklı dozlardaki diüre uygulamaları ile kısmen azaltılmıştır. Bu azalmayı sağlayan en iyi uygulamalar tohumdan 500 mg/L ve yapraktan 400 mg/L diüre uygulamalarıdır.

Çizelge 4.1. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan diüre ile yetiştirilen mısır bitkilerinin toplam yaş ve kuru ağırlıkları (g/bitki), maksimum ışık verimi (Fv/FM), hücre zarı geçirgenliği (%), toplam klorofil miktarı (mg/kg)

Uygulamalar	YA	KA	Fv/FM	HZG	TK
K	16.3 a	1.86 a	0.62 a	16 d	1256 a
T	9.7 c	1.11 d	0.58 c	24 a	1056 e
tDU400	13.2 b	1.32 c	0.61 ab	20 bc	1146 d
tDU500	13.4 b	1.39 b	0.62 a	18 cd	1196 b
yDU400	13.5 b	1.40 b	0.61 ab	18 cd	1175 c
y DU500	13.2 b	1.36 bc	0.60 b	20 bc	1185 bc

K: kontrol; T: 100 mM NaCl; t: tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması (mg/L); DU: diüre; YA: yaş ağırlık; KA: kuru ağırlık; Fv/FM: maksimum ışık verimi; HZG: hücre zarı geçirgenliği; TK: toplam klorofil miktarı.

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

Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında toplam klorofil miktarlarında düşüş meydana gelmiştir. Yapraktan ve tohuma uygulanan farklı dozlardaki diüre uygulamaları ile bu düşüşü kısmen iyileştirmiştir. En iyi sonuç ise tohuma 500 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir.

#### 4.1.2. Yapraktaki su potansiyeli, osmotik basınç ve prolin

Kontrol bitkilerine kıyasla tuz ve diüre uygulamaları sonucunda bitkilerde meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.2. de görüldüğü gibidir. Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında yapraktaki su potansiyelinde düşüş meydana gelmiştir. Yapraktan ve tohuma uygulanan farklı dozlardaki diüre uygulamaları ile bu düşüş kısmen iyileştirmiştir. En iyi iyileşmeyi sağlayan uygulamalar tohumdan 500 mg/L ve yapraktan 400 mg/L diüre uygulamalarıdır.

Bitkilerin osmotik basınç değerleri, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında artış gözlemlenmiştir. Tohuma ve yapraktan yapılan farklı dozlardaki diüre uygulamaları neticesinde, tuzluluktan kaynaklanan osmotik basınçtaki artış kısmen iyileştirilmiştir. En iyi sonuç ise tohuma uygulanan diüre 500 mg/L'den elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan diüre ile yetiştirilen mısır bitkilerinin yapraktaki su potansiyeli (MPa), osmotik basınç (Osmol/kg), prolin ( $\mu\text{mol/g}$ ) miktarları

Uygulamalar	$\Psi\text{l}$	OB	Pro
K	-0.35 a	0.045 d	1.09 d
T	-1.45 e	0.126 a	2.89 a
tDU400	-1.34 d	0.102 b	2.34 b
tDU500	-1.05 b	0.092 c	2.25 c
yDU400	-1.05 b	0.106 b	2.28 c
yDU500	-1.14 c	0.112 b	2.41 b

K: kontrol; T: 100 mM NaCl; t:tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması (mg/L); DU: diüre;  $\Psi\text{l}$ : yapraktaki su potansiyeli; OB: osmotik basınç; Pro: Prolin miktarı  
Aynı sütundaki farklı harfler istatiki olarak farklılığı gösterir ( $P \leq 0.05$ )

Bitkilerin prolin değerlerinde, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında artış gözlemlenmiştir. Tohuma ve yapraktan yapılan farklı dozlardaki diüre uygulamaları neticesinde, tuzluluktan kaynaklanan prolindeki artış kısmen iyileştirilmiştir. En iyi sonuç ise tohumdan 500 mg/L ve yapraktan 400 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir.

#### 4.2.3. Bitkilerin sodyum, azot, fosfor ve kalsiyum konsantrasyonu

Besin çözeltisiyle ve yapraktan yapılan farklı miktarlardaki mannitol uygulamaları ile bitkilerin sodyum (Na), azot (N), fosfor (P), kalsiyum (Ca) konsantrasyonundaki farklılıklar Çizelge 4.3. de görülmektedir.

Çizelge 4.3. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan diüre ile yetiştirilen mısır bitkilerinin Na, N, P, Ca (mmol/kg) konsantrasyonu

Uygulamalar	Na	N	P	Ca
K	34 e	1150 a	66 a	172 a
T	325 a	885 e	34 d	110 d
tDU400	265 c	1020 d	40 c	138 c
tDU500	220 d	1100 b	49 b	152 b
yDU400	225 d	1020 d	48 b	141 c
yDU500	280 b	1052 c	46 b	140 c

K: kontrol; T: 100mM NaCl; t:tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması (mg/L); DU: diüre; Na: sodyum; N: azot; P: fosfor; Ca: kalsiyum  
Aynı sütundaki farklı harfler istatiki olarak farklılığı gösterir ( $P \leq 0.05$ )

Tuz uygulanan bitkiler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, Na miktarında artış gözlenirken, N, P ve Ca miktarında azalma görülmektedir. Bitkilerin Na değerlerinde, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında artış gözlemlenmiştir. Tohuma ve yapraktan yapılan farklı dozlardaki diüre uygulamaları neticesinde, tuzluluktan kaynaklanan Na miktarındaki artış kısmen iyileştirilmiştir. En iyi sonuç ise tohumdan 500 mg/L ve yapraktan 400 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir.

Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında N, P ve Ca miktarlarında düşüş meydana gelmiştir. Yapraktan ve tohuma uygulanan farklı dozlardaki diüre uygulamaları ile bu düşüş kısmen iyileştirmiştir. N miktarında en iyi sonuç tohuma 500 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir. P miktarlarında farklı diüre uygulamaları neticesinde genel olarak fark gözlenmemiştir. Ca miktarında en iyi sonuç ise tohumdan 500 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir.

Bitkilere kimyasal bileşiklerin yapraktan veya tohumdan uygulanması, stres koşullarında yetişen bitkilerde etkileri farklı olabilir (Athar ve ark., 2009; Khan ve ark., 2006; Plaut ve ark., 2013). Bu nedenle diürenin tohumdan ve yapraktan uygulamaları arasındaki farkı görebilmek için deneme bitkilerinin vejetatif büyüme aşamasında ayrıntılı bir çalışma yapılmıştır. Dk 5783 mısır çeşidine tohumdan ve yapraktan 400 ve 500 mg/L diüre verilerek, tuz stresi altında yetiştirilmiştir. Ancak 500 mg/L diürenin tohum uygulaması ile 400 mg/L diürenin yapraktan uygulaması, tuza duyarlı ve tuza dayanıklı mısır çeşitlerinde, tuz stresinin zararlı etkilerini azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir. Diüre uygulamasının Hardal (Sahu ve ark., 2005), buğday (Sahu ve ark., 2006), taze fasulye (Mathur ve ark., 2006) ve patates (Mani ve ark., 2012) gibi bitkilerde stres toleransını geliştirdiği ve verime olumlu etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada tuz stresi (100 mM sodyum klorür) altındaki DK 5783 mısır çeşidine, tohumdan veya püskürtme ile yapraktan yapılan



diüre uygulamaları, bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları ile bitki büyümesini geliştirmiştir. Benzer şekilde Anjum ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada tuz stresi (120 mM NaCl) altında yapraktan diüre (10 mM) uygulaması ile iki farklı buğday çeşidinin büyümesinde ve gelişmesinde olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Pandey ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, diürenin neden olduğu büyümedeki artışın, çeşitli fizyo-kimyasal etkiler sonucu olduğunu bildirmişlerdir. Daha önce farklı çalışmalardan da bildirildiği üzere bu gelişim, dışarıdan diüre uygulamasına bağlı biyokütle üretiminde diüre, yapraklarda kullanılmış bir C ve N kaynağı olarak da işlev görmüş olabilir (Mitoi ve ark. 2009; Anjum ve ark. 2011). Çünkü bu çalışmada diüre uygulaması ile yapraklarda N pozitif olarak önemli ölçüde artmış, mısır bitkisinin biyokütle oranını artırmıştır. Ayrıca, uygulamaya bağlı olarak diürenin mısır bitkisinde biyokütle üretimindeki meydana getirdiği bu artış hücrel osmotik ayarlama rolü nedeniyle olabilir (Burman ve ark., 2004; Seckin ve ark., 2009), çünkü bu çalışmada diüre uygulaması mısır bitkisinin biyokütle üretimini önemli ölçüde artırması ile bağlantılı olarak yapraktaki su potansiyelini de ( $\Psi$ ) artırmıştır.

Farklı bitkilerle yapılan bazı çalışmalarda, tuz stresinin yapraklardaki ışık veriminde değişikliğe neden olduğu görülmüştür; ayçiçeği (Akram ve ark., 2009), bamya (Saleem ve ark., 2011), buğday (Habib ve ark., 2013; Perveen ve ark., 2013) ve patlıcan (Shaheen ve ark., 2012). Bu çalışmada, tuzlu koşullar altında uygulanan diüre her iki mısır çeşidinde de maksimum ışık verimini ( $F_v/F_m$ ) artırmıştır. Bu sonuç Pandey ve ark. (2013) bulgularına paralellik göstermektedir, Hint hardalı bitkisinde tuz stresinin klorofile etkisi, dışarıdan değişik düzeylerde uygulanan diüre yüksek derecede PSI ve PSII değerlerinde gelişim gösterdiği bildirilmiştir. Diüre uygulaması mısır bitkisinde fotosentez açısından aktif yaprak alanını genişletmiş hem de fotosentez oranını artırmıştır. Bunun yanı sıra fotosistemdeki bu iyileşmenin diüreden kaynaklandığı belirlenmiştir (Sahu ve ark. 1993). Şimdiye kadar farklı bitkilerle, stres altında diüre uygulamasının fotosentez üzerindeki etkisiyle ilgili bir çok çalışma yapılmış; fasulye (Burman ve ark., 2004), buğday (Nathawat ve ark., 2007) ve mısır (Sahu ve ark., 1993), fakat diürenin fotosistem üzerindeki etkisi görmezden gelinmiştir. İyi fotosistem etkinliği ile fotosentez hızı birbiri ile yakından

ilişkilidir (Misra ve ark., 2006; Geissler ve ark., 2009; Ashraf ve Harris, 2013). Genel olarak bir bitkinin yüksek biyokütle üretimi, yaprakların fotosentez hızına, yani stoma iletkenliğine ve toplam klorofil içeriği olan fotosentez pigmentlerinin miktarına bağlıdır. Tuzluluk sonucu oluşan olumsuz çevre koşulları sonucunda, klorofil içeriğinin bozulması ile indirgenmiş fotosentez hızı ve bitki biyokütle verimi azalmaktadır. Bazı çalışmalarda belirtildiği üzere dışarıdan uygulanan organik bileşikler, tuz stresinin etkileri üzerine gelişmiş biyokütle üretimi ve yaprakların fotosentez pigmentlerinin iyileştirilmesinde yararlı olmuştur (Ali ve ark., 2007; Nawaz ve Ashraf 2010; Ali ve Ashraf 2011). Benzer şekilde yürütülen bir çalışmada dışarıdan uygulanan diürenin mısır bitkisinin yapraklarındaki klorofil içeriğinin iyileştirilmesinde etkili olmuştur. Bu etki sonucunda yüksek fotosentez hızı sağlanmış ve sonucunda daha yüksek biyokütle verimi sağlanmıştır. Bitkide tuz toleransını sağlayan önemli bir bileşeni iyon homeostaz mekanizmasıdır. Tuz stresi farklı bitki parçalarında toksik iyonların birikmesine yol açar (Munns ve Tester 2008). Bu çalışmada tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkilerinin yapraklarında N, P, K<sup>+</sup> ve Ca<sup>+2</sup> besin mineralleri azalırken, Na<sup>+</sup> birikiminde artış görülmüştür. Bununla birlikte tuzlu koşullar altında yetiştirilen iki mısır çeşidine yapılan her iki uygulama ve uygulamalardaki her iki diüre dozunda da bitkilerin N, P, K<sup>+</sup> ve Ca<sup>+2</sup> içeriği artmış, Na<sup>+</sup> içeriği azalmıştır. Na<sup>+</sup> miktarındaki bu azalma diüre alımına bağlı olarak tuzdan kaçınma stratejisine bağlı olduğunu göstermektedir (Srivastava ve ark., 2011). Bu çalışma, diüre uygulaması ile hücrel iyon homeostazının etkin rol oynadığını, N, P, K<sup>+</sup> ve Ca<sup>+2</sup> tutulmasında artış sağladığını göstermiştir. Bu bulgular daha önceki bazı çalışmalara benzerlik göstererek diürenin hücrel iyon taşımacılığında rolü olduğunu göstermektedir (Sud ve Sharma 1992).

## 4.2. Mannitol Denemesi

### 4.2.1. Yaş ve kuru ağırlık

Kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında, tuz stresi bitki kuru ve yaş madde ağırlığında düşüğe sebep olmuştur. Hem besin çözeltisiyle, hem de yapraktan yapılan mannitol uygulamaları ile bitkilerin yaş ve kuru madde ağırlıklarında kısmen artış olmuştur (Çizelge 4.4). Tuzlu ortamda yetişen bitkilerin yaş ve kuru maddelerindeki en yüksek artışlar yapraktan 5 mM mannitol uygulamalarıyla sağlanmıştır.

Çizelge 4.4. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkisinin gövde, kök ve toplam yaş ve kuru ağırlıkları (mg/bitki)

Uygulamalar	Gövde YA	Kök YA	Toplam YA	Gövde KA	Kök KA	Toplam KA
K	820 a*	650 a	1470 a	152 a	65 a	217 a
T	680 d	550 d	1230 e	122 c	50 c	172 c
T+b5mM Ma	720 b	590 bc	1310 c	130 b	59 b	189 b
T+b10mM Ma	720 b	585 c	1305 c	131 b	59 b	190 b
T+y5mM Ma	740 c	605 b	1345 b	135 b	60 b	195 b
T+y10mM Ma	710 b	560 d	1270 d	129 b	58 b	187 b

K: Kontrol; T: 100 mM NaCl; bmM Ma: Tuz+besin çözeltisine uygulanan mannitol (mM) ; ymM Ma: Yapraktan uygulanan mannitol (mM); YA: yaş ağırlık; KA: kuru ağırlık  
Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiki olarak farklıdır ( $p \leq 0.05$ ).

### 4.2.2. Klorofil içeriği

Bitkilerin, tuz uygulaması sonucunda, kontrol bitkilerine kıyasla klorofil konsantrasyonlarında düşüş gözlemlenmiştir. Hem besin çözeltisiyle, hem de yapraktan yapılan mannitol uygulamaları ile klorofil içeriği artmış olsa da bu artış kontrol bitkilerinin klorofil konsantrasyonuna ulaşamamıştır (Çizelge 4.5.). Farklı metotla uygulanan mannitol uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.5. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin klorofil içerikleri (mg/kg)

Uygulamalar	TK (a+b)
K	1369 a
T	1063 c
T+b5mM Ma	1225 b
T+b10mM Ma	1215 b
T+y5mM Ma	1231 b
T+y10mM Ma	1229 b

K: Kontrol; T: 100 mM NaCl; bmM Ma: Tuz+besin çözeltisine uygulanan mannitol (mM) ; ymM Ma: Yapraktan uygulanan mannitol (mM); TK: Toplam klorofil  
Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiki olarak farklıdır ( $p \leq 0.05$ ).

#### 4.2.3. Hücre zarı geçirgenliği

Tuz stresinde yetişen bitkilerde hücre zarı geçirgenliği artmıştır. Hem besin çözeltisiyle, hem de yapraktan yapılan mannitol uygulamaları ile bitkilerin hücre zarı geçirgenliği azalmış olsa da kontrol bitkilerinin hücre zarı geçirgenliğine ulaşamamıştır. Çizelge 4.6. dan da anlaşılacağı üzere mannitol uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.6. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin hücre zarı geçirgenlikleri (%)

Uygulamalar	HZG
K	19.62 c
T	30.87 a
T+b5mM Ma	22.99 b
T+b10mM Ma	22.45 b
T+y5mM Ma	21.53 b
T+y10mM Ma	22.25 b

K: Kontrol; T: 100 mM NaCl; bmM Ma: Tuz+besin çözeltisine uygulanan mannitol(mM) ; ymM Ma: Yapraktan uygulanan mannitol(mM); HZG: Hücre zarı geçirgenliği  
Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiki olarak farklıdır ( $p \leq 0.05$ ).

#### 4.2.4. Yapraktaki su potansiyeli

Yapraktaki su potansiyeli, tuz uygulaması sonucunda, kontrol bitkilerine kıyasla diğer bitkilerde azaldığı saptanmıştır. Hem besin çözeltisiyle, hem de yapraktan yapılan mannitol uygulamaları ile bitkilerin yapraktaki su potansiyeli

artmış olsa da kontrol bitkilerinin yapraktaki su potansiyeli değerine ulaşamamıştır. Çizelge 4.7. den de anlaşılacağı üzere mannitol uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.7. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin yapraktaki su potansiyeli (MPa)

Uygulamalar	$\Psi_l$
K	-0.36 a
T	-1.62 c
T+b5mM Ma	-1.26 b
T+b10mM Ma	-1.35 b
T+y5mM Ma	-1.39 b
T+y10mM Ma	-1.32 b

K: Kontrol; T: 100mM NaCl; bmM Ma: Tuz+besin çözeltisine uygulanan mannitol(mM) ; ymM Ma: Yapraktan uygulanan mannitol(mM);  $\Psi_l$ : Yapraktaki su potansiyeli Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiki olarak farklıdır ( $p \leq 0.05$ ).

#### 4.2.5. Fotosentez verimi

Maksimum ışık verimi, tuz uygulaması sonucunda, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında azalmıştır. Hem besin çözeltisiyle, hem de yapraktan yapılan mannitol uygulamaları ile maksimum ışık veriminde artış görülmüştür. Kontrol bitkileri ile kıyaslandığında ise bu değerlerin kontrol bitkilerinin maksimum ışık verimi değerine ulaşmadığı görülmüştür. Çizelge 4.8. den de anlaşılacağı üzere, uygulamalar sonucunda kontrol bitkilerine en yakın sonuç tuz ve besin çözeltisinde 5 mM mannitol uygulamalarında gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin maksimum ışık verimi (Fv/FM)

Uygulamalar	Fv/FM
K	0.56 a
T	0.40 d
T+b5mM Ma	0.50 b
T+b10mM Ma	0.47c
T+y5mM Ma	0.48c
T+y10mM Ma	0.48 c

K: Kontrol; T: 100mM NaCl; bmM Ma: Tuz+besin çözeltisine uygulanan mannitol(mM) ; ymM Ma: Yapraktan uygulanan mannitol(mM); Fv/FM: Maksimum ışık verimi Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiki olarak farklıdır ( $p \leq 0.05$ ).

#### 4.2.6. Bitkilerde osmotik basınç

Osmotik basınçla ilgili yapılan ölçümler Çizelge 4.9. da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin osmotik basıncı (Osmol/kg)

Uygulamalar	O.B.
K	0.056 c
T	0.136 a
T+b5mM Ma	0.105b
T+b10mM Ma	0.114 b
T+y5mM Ma	0.109 b
T+y10mM Ma	0.112 b

K: Kontrol; T: 100mM NaCl; bmM Ma: Tuz+besin çözeltisine uygulanan mannitol(mM) ; ymM Ma: Yapraktan uygulanan mannitol(mM); O.B.: Osmotik basınç  
Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiki olarak farklıdır ( $p \leq 0.05$ ).

Osmotik basınç, tuz uygulanan bitkiler ile kontrol bitkileri karşılaştırıldığında, tuz uygulanan bitkilerde arttığı belirlenmiştir. Hem besin çözeltisiyle, hem de yapraktan yapılan mannitol uygulamaları ile bitkilerin osmotik basıncı azalmış olsa da kontrol bitkilerinin osmotik basınç değerine ulaşamamıştır. Çizelge 4.9. dan da anlaşılacağı üzere mannitol uygulamaları arasında istatistiki olarak bir fark gözlenmemiştir.

#### 4.2.7. Bitkilerde Na, Ca ve K konsantrasyonu

Besin çözeltisiyle ve yapraktan yapılan farklı miktarlardaki mannitol uygulamaları ile bitkilerin kök ve gövdelerindeki sodyum (Na), kalsiyum (Ca), potasyum (K) konsantrasyonları Çizelge 4.10. da görülmektedir.

Çizelge 4.10. Tuzlu ve tuzla birlikte besin çözeltisine ve yapraktan farklı dozda uygulanan mannitol ile yetiştirilen buğday bitkilerinin kök ve gövdelerindeki Na, Ca, K (mmol/kg) konsantrasyonu

Uygulamalar	Na		Ca		K	
	Gövde	Kök	Gövde	Kök	Gövde	Kök
Kontrol	222 e	152 e	165 a	365 a	1556 a	998 a
T	2456 a	286 d	132 d	163 c	764 e	665 c
T+b5mM Ma	1956 c	305 c	144 bc	185 b	1153 c	912 b
T+b10mM Ma	1989 c	325 a	146 bc	186 b	1124 c	924 b
T+y5mM Ma	1850 d	319 b	153 b	156 c	1215 b	925 b
T+y10mM Ma	2105 b	302 c	142 c	162 c	1105 d	926 b

K: Kontrol; T: 100mM NaCl; bmM Ma: Tuz+besin çözeltisine uygulanan mannitol(mM) ; ymM Ma: Yapraktan uygulanan mannitol(mM); Na: Sodyum; Ca: Kalsiyum; K: Potasyum Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiki olarak farklıdır ( $p \leq 0.05$ ).

Tuz uygulanan bitkiler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, kök ve gövdelerindeki Na miktarında artış gözlenirken, Ca ve K miktarında azalma görülmektedir. Bitkilerin gövde kısımlarındaki Na miktarında meydana gelen değişikliklere bakıldığında; 5 mM mannitol uygulamalarında, yapraktan 5 mM mannitol uygulaması, besin çözeltisi ile verilen 5 mM mannitol uygulamasına göre daha düşük bulunmuştur. Bitkilerin gövde kısımlarındaki Na miktarında 10 mM mannitol uygulamalarına bakıldığında ise besin çözeltisi ile verilen 10 mM mannitol uygulaması yapraktan verilen 10 mM mannitol uygulamasına göre daha düşük bulunmuştur. Bitkilerin gövde kısmında, besin çözeltisi ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamalarının Na miktarlarında meydana getirdiği fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bununla beraber bitkilerin gövde kısmında, yapraktan verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamalarının Na miktarlarında meydana getirdiği fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Besin çözeltisiyle ve yapraktan yapılan farklı miktarlardaki mannitol uygulamaları ile bitkilerin gövde kısımlarında, Na miktarındaki artış kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında yeterli olmamakla birlikte en iyi sonuç yapraktan 5mM mannitol uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bitkilerin gövde kısmındaki Na değerleri göz önüne alındığında bütün mannitol uygulamaları, tuzun Na miktarında meydana getirdiği olumsuzluğu azaltıcı etki yapmıştır. Bitkilerin kök kısımlarındaki Na miktarlarında meydana gelen değişikliklerde ise mannitol uygulamaları Na'nın gövde kısmına iletilmesini engelleyerek kökte

tutulmasını sağlamıştır. En iyi sonuç ise besin çözeltisiyle 10 mM mannitol uygulamasından elde edilmiştir.

Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen 5 mM mannitol uygulamalarında bitkilerin gövde kısmındaki Ca miktarlarında meydana gelen fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen 10 mM mannitol uygulamalarında da bitkilerin gövde kısmındaki Ca miktarlarında meydana gelen fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bitkilerin gövde kısmında, besin çözeltisi ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamalarının Ca miktarlarında meydana getirdiği fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bununla beraber bitkilerin gövde kısmında, yapraktan verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamalarının Ca miktarlarında meydana getirdiği fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Besin çözeltisiyle ve yapraktan yapılan farklı miktarlardaki mannitol uygulamaları ile bitkilerin gövde kısımlarında, Ca miktarındaki azalma kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında yeterli olmamakla birlikte en iyi sonuç yapraktan 5 mM mannitol uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bitkilerin gövde kısmındaki Ca değerleri göz önüne alındığında bütün mannitol uygulamaları, tuzun Ca miktarında meydana getirdiği olumsuzluğu azaltıcı etki yapmıştır. Bitkilerin kök kısımlarında ise besin çözeltisi ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamaları ile tuz uygulaması arasındaki Ca miktarlarında meydana gelen farklar istatistiki olarak önemli bulunurken yapraktan yapılan farklı dozlardaki mannitol uygulamaları ile tuz uygulaması arasındaki Ca miktarlarında meydana gelen farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Besin çözeltisiyle ve yapraktan verilen 5 mM mannitol uygulamalarında bitkilerin gövde kısmındaki K miktarlarında meydana gelen fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen 10 mM mannitol uygulamalarında da bitkilerin gövde kısmındaki K miktarlarında meydana gelen fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitkilerin gövde kısmında, besin çözeltisi ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamalarının K miktarlarında meydana getirdiği fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bununla beraber bitkilerin gövde kısmında, yapraktan verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamalarının K



miktarlarında meydana getirdiği fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Besin çözeltisiyle ve yapraktan yapılan farklı miktarlardaki mannitol uygulamaları ile bitkilerin gövde kısımlarında, K miktarındaki azalma kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında yeterli olmamakla birlikte en iyi sonuç yapraktan 5mM mannitol uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bitkilerin gövde kısmındaki K değerleri göz önüne alındığında bütün mannitol uygulamaları, tuzun K miktarında meydana getirdiği olumsuzluğa azaltıcı etki yapmıştır. Bitkilerin kök kısımlarında ise yapraktan ve besin çözeltisi ile yapılan mannitol uygulamalarının K miktarlarında meydana gelen farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bitkilerin kök kısmındaki K değerleri göz önüne alındığında bütün mannitol uygulamaları, tuzun K miktarında meydana getirdiği olumsuzluğa azaltıcı etki yapmıştır.

Tuz uygulamaları neticesinde bitki kök ve gövdelerinin yaş ve kuru ağırlıklarında kontrol bitkilerine kıyasla azalma görülmüştür. Bitki yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen bu azalma, daha önce yapılmış olan Tarczynski ve ark. (1992) , Kaur ve ark. (2002a), Kaur ve ark. (2002b), Ababe ve ark. (2003), Topaloğlu (2010), Kuşvuran (2011) çalışmaları ile paralellik göstermiştir. Yaptığımız çalışmada bitki kök ve gövdelerinin yaş ve kuru ağırlıklarında, tuz uygulamalarının meydana getirdiği olumsuz etkiye, yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamaları kısmi olumlu etki yapmıştır. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz mannitolün bu olumlu etkisi Seçkin ve ark. (2009) çalışmaları ile de paralellik göstermiştir. Tuzluluğun bitki ağırlıklarında yaptığı bu olumsuz etkiyi azaltmada, tüm mannitol uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda yapraktan 5 mM mannitol uygulaması en iyi sonucu vermiştir.

Bitkilerin toplam klorofil miktarları tuz uygulamaları ile beraber düşüş göstermiştir. Tuz uygulamaları ile toplam klorofil miktarında meydana gelen bu düşüş Yaşar (2003), Binici (2005), Topaloğlu (2010) yaptıkları çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Yapraktan ve besin solüsyonu ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamaları ile tuzun toplam klorofil miktarında meydana getirdiği olumsuz etki kısmen azaltılmıştır. Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen farklı

dozlardaki mannitol uygulamalarının sonucunda elde edilen klorofil miktarları arasındaki farklar önemli bulunmamıştır.

Yaptığımız çalışmada tuz uygulamaları neticesinde bitkilerin hücre zarı geçirgenlikleri artmıştır. Tuz uygulamaları ile hücre zarı geçirgenliğinde meydana gelen bu artış Kaya ve ark (2003), Binici (2005) ile paralellik göstermektedir. Yapraktan ve besin solüsyonu ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamaları neticesinde tuzun, bitkilerin hücre zarı geçirgenliğinde meydana getirdiği olumsuz etki kısmen azaltılmıştır. Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamalarının sonucunda elde edilen klorofil miktarları arasındaki farklar önemli bulunmamıştır.

Tuz uygulamaları neticesinde bitkilerin yaprak su potansiyellerinde düşüş gözlenmiştir. Tuz uygulamaları ile yapraktaki su potansiyelinde meydana gelen bu düşüşler Binici (2005), Baykal (2006), Kuşvuran (2011) çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Yapraktan ve besin solüsyonu ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamaları neticesinde tuzun, bitkilerin yaprak su potansiyelinde meydana getirdiği olumsuz etki kısmen azaltılmıştır. Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamalarının sonucunda elde edilen yapraktaki su potansiyeli değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır.

Bitkilerde maksimum ışık verimi tuz uygulamaları sonucunda düşüş göstermiştir. Bitkilerde tuz uygulamaları ile meydana gelen maksimum ışık verimindeki bu düşüş Yaşar (2003), Baykal (2006), Kuşvuran ve ark. (2007), Daşgan ve Koç (2009), Kuşvuran (2011), çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Yapraktan ve besin solüsyonu ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamaları neticesinde tuzun, bitkilerin maksimum ışık veriminde meydana getirdiği olumsuz etki kısmen azaltılmıştır. Bununla birlikte en iyi sonuç besin solüsyonu ile verilen 5 mM mannitol uygulamalarından elde edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada tuz uygulamaları ile bitkilerde osmotik basıncın arttığı belirlenmiştir. Bitkilerde tuz uygulamaları ile osmotik basınç değerinde meydana

gelen bu artış Topaloğlu (2010) yaptığı çalışma ile paralellik göstermektedir. Yapraktan ve besin solüsyonu ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamaları neticesinde tuzun, bitkilerin osmotik basıncında meydana getirdiği olumsuz etki kısmen azaltılmıştır. Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamalarının sonucunda elde edilen osmotik basınç değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır.

Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında tuz uygulanan bitkilerin kök ve gövdelerinde Na miktarında artış gözlenirken Ca ve K miktarlarında azalma görölmüştür. Bu sonuçlar, Binici (2005), Kuşvuran ve ark. (2007), Topaloğlu (2010), Kuşvuran (2011) çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Yapraktan ve besin solüsyonu ile verilen farklı dozlardaki mannitol uygulamaları neticesinde tuzun, bitkilerin gövde kısmındaki Na, Ca ve K miktarlarında meydana getirdiği olumsuz etki kısmen azaltılmıştır. Bitkilerin kök kısmında ise mannitol uygulamaları ile K miktarında olumlu sonuç alınırken Na ve Ca miktarlarında tam bir sonuç elde edilememiştir. Farklı mannitol uygulamalarının tamamı göz önünde bulundurulduğunda en iyi sonuç yapraktan 5 mM mannitol uygulamalarında görölmüştür.

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

#### 5.1.1. Diüre denemesi

Yaptığımız çalışma neticesinde tuz uygulamaları sonucu bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında düşüş meydana gelmiştir. Tuz uygulanan bitkilere, farklı dozlarda yapılan diüre uygulamaları, bitkilerin yaş ve kuru ağırlığında artış sağlamıştır. Farklı diüre uygulamaları arasında bitki yaş ve kuru ağırlıklarında meydana getirilen iyileştirme bakımından istatistiki olarak fark görülmemiştir.

Bitkilerde, maksimum ışık veriminde, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında düşüş gözlemlenmiştir. Tohuma ve yapraktan yapılan farklı dozlardaki diüre uygulamaları neticesinde, tuzluluktan kaynaklanan maksimum ışık verimindeki düşüş kısmen iyileştirilmiştir. En iyi sonuç ise tohuma uygulanan diüre 500 mg/L'den elde edilmiştir.

Tuz uygulaması neticesinde kontrol bitkilerine kıyasla, bitkilerin hücre zarı geçirgenliğinde ve prolin değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu artış tohumdan ve yapraktan verilen farklı dozlardaki diüre uygulamaları ile kısmen azaltılmıştır. Bu azalmayı sağlayan en iyi uygulamalar tohumdan 500 mg/L ve yapraktan 400 mg/L diüre uygulamalarıdır.

Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında toplam klorofil miktarlarında düşüş meydana gelmiştir. Yapraktan ve tohuma uygulanan farklı dozlardaki diüre uygulamaları ile bu düşüş kısmen iyileştirmiştir. En iyi sonuç ise tohuma 500 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir.

Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında yapraktaki su potansiyelinde düşüş meydana gelmiştir. Yapraktan ve tohuma uygulanan farklı

dozlardaki diüre uygulamaları ile bu düşüş kısmen iyileştirmiştir. En iyi iyileşmeyi sağlayan uygulamalar tohumdan 500 mg/L ve yapraktan 400 mg/L diüre uygulamalarıdır.

Bitkilerin osmotik basınç değerleri, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında artış gözlemlenmiştir. Tohuma ve yapraktan yapılan farklı dozlardaki diüre uygulamaları neticesinde, tuzluluktan kaynaklanan osmotik basınçtaki artış kısmen iyileştirilmiştir. En iyi sonuç ise tohuma uygulanan diüre 500 mg/L'den elde edilmiştir.

Tuz uygulanan bitkiler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, Na miktarında artış gözlenirken, N, P ve Ca miktarında azalma görülmektedir. Bitkilerin Na değerlerinde, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında artış gözlemlenmiştir. Tohuma ve yapraktan yapılan farklı dozlardaki diüre uygulamaları neticesinde, tuzluluktan kaynaklanan Na miktarındaki artış kısmen iyileştirilmiştir. En iyi sonuç ise tohumdan 500 mg/L ve yapraktan 400 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir

Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında N, P ve Ca miktarlarında düşüş meydana gelmiştir. Yapraktan ve tohuma uygulanan farklı dozlardaki diüre uygulamaları ile bu düşüş kısmen iyileştirmiştir. N miktarında en iyi sonuç tohuma 500 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir. P miktarlarında farklı diüre uygulamaları neticesinde genel olarak fark gözlenmemiştir. Ca miktarında en iyi sonuç ise tohumdan 500 mg/L diüre uygulamalarından elde edilmiştir.

### 5.1.2. Mannitol denemesi

Yaptığımız çalışma neticesinde, bitki yetişme ortamında meydana gelen tuzluluk ile bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında düşüş meydana gelmiştir. Yapraktan ve bitki kök bölgesinden besin çözültisi ile verilen mannitol uygulamaları neticesinde bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında artış meydana gelmiştir. Yaş ve kuru ağırlıklarda,

kontrol bitkilerine göre tuzluluğun meydana getirdiği olumsuzluğu, diğer uygulamalara göre yapraktan 5 mM mannitol uygulaması kısmen daha çok gidermiştir.

Tuz uygulamaları neticesinde kontrol bitkilerine göre bitkilerin toplam klorofil miktarı ve yapraktaki su potansiyelinde düşüş gözlenmiştir. Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen mannitol uygulamaları neticesinde bitkilerin toplam klorofil miktarında ve yapraktaki su potansiyelinde artış sağlanırken farklı mannitol uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda hücre zarı geçirgenliğinde ve osmotik basınçta kontrol bitkilerine kıyasla tuz uygulanan bitkilerde artış gözlenmiştir. Bu artış yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen mannitol uygulamaları ile kısmen azaltılmıştır. Farklı mannitol uygulamalarının yaptığı olumlu etkiler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Tuz uygulamaları neticesinde kontrol bitkilerine göre bitkilerin maksimum ışık veriminde düşüş gözlenmiştir. Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen mannitol uygulamaları neticesinde bitkilerin maksimum ışık veriminde artış sağlanırken en olumlu sonucu besin çözeltisi ile 5 mM mannitol uygulamaları vermiştir.

Tuz uygulamaları, kontrol bitkilerine kıyasla Na miktarında artış, Ca ve K miktarında azalma meydana getirmiştir. Yapraktan ve besin çözeltisi ile verilen mannitol uygulamaları neticesinde Na miktarındaki artış kısmen azalırken, Ca ve K miktarındaki azalma kısmen artmıştır. Tuzluluğun meydana getirdiği olumsuzlukları diğer mannitol uygulamaları ile karşılaştırıldığında en çok yapraktan 5mM mannitol uygulamaları gidermiştir.

Genel olarak bakıldığında hem yapraktan hem de besin çözeltisi ile verilen mannitol uygulamalarının bitkilerin hem fizyolojik, hem morfolojik, hem de besin elementlerinin alımı üzerine etkilerinin olduğu anlaşılmaktadır.

## 5.2. Öneriler

### 5.2.1. Diüre denemesi

Tuz stresinin bitkide meydana getirdiği olumsuzluklar karşısında, bitkiye dışarıdan diüre çözeltilisinin yapraktan ve tohuma uygulanması, bu olumsuzlukları kısmen iyileştirdiği belirlendi. Yaptığımız çalışma sonucunda tuz probleminin görüldüğü yerlerde bitkilere diüre uygulamasının alternatif bir uygulama olduğu önerilebilir.

Sera koşullarında yapmış olduğumuz bu çalışma, arazi koşullarında denemesi ile bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutabilir.

### 5.2.2. Mannitol denemesi

Hem yapraktan hem de besin çözeltilisi ile verilen mannitol uygulamalarının tuzluluğun bitkiler üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkileri tam olarak olmasa da kısmen azalttığı tespit edilmiştir. Yapmış olduğumuz bu çalışma neticesinde mannitolün, tuzluluk probleminin meydana getirdiği olumsuzlukları azaltma açısından alternatif bir uygulama olduğu önerilebilir.

Sera koşullarında yapmış olduğumuz bu çalışma, arazi koşullarında denemesi ile bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutabilir.

## KAYNAKLAR

- ABEBE, T., GUENZI, A.C., MARTIN, B. and CUSHMAN, J.C., 2003. Tolerance of Mannitol Accumulating Transgenic Wheat to Water Stress and Salinity. *Plant Physiol.* 131, 1748–1755.
- AKRAM, M.S., ASHRAF, M. and AKRAM, N.A., 2009. Effectiveness Of Potassium Sulfate In Mitigating Salt-Induced Adverse Effects On Different Physio-Biochemical Attributes In Sunflower (*Helianthus Annuus* L.). *Flora* 204: 471-483.
- ALİ, Q., ASHRAF, M. and ATHAR, H.R., 2007. Exogenously Applied Proline At Different Growth Stages Enhances Growth of Two Maize Cultivars Grown Under Water Deficit Conditions. *Pak J Bot*, 39: 1133-1144.
- ALİ, Q. and ASHRAF, M. 2011. Induction of Drought Tolerance in Maize (*Zea mays* L.) Due To Exogenous Application of Trehalose: Growth, Photosynthesis, Water Relations and Oxidative Defense Mechanism. *J Agron Crop Sci*, 197: 258-271.
- ALLAKHVERDIEV, S.I., SAKAMOTO, A., NISHIYAMA, Y., INABA, M. and MURATA, N., 2000. Inactivation of Photosystems I and II in Response to Osmotic Stress in *Synechococcus*, Contribution of Water Channels. *Plant Physiol.* 122, 1201–1208.
- AMZALLAG, G.N., LERNER H.R. and POLJAKOFF-MAYBER A., 1990. Exogenous ABA as Amodulator of the Response of Sorghum to High Salinity. *J. Exp. Bot.* 54: 1529–1534.
- ANJUM, F., WAHID, A., FAROOQ, M. and JAVED, F., 2011. Potential of foliar applied thiourea in improving salt and high temperature tolerance of bread wheat (*Triticum aestivum*). *Int J Agric Biol* 13: 251-256.
- ANONİM, 2005. DK 5783. <http://www.monsanto.com/global/tr/urunler/pages/dkc-5783.aspx>
- ANONİM, 2007. Şekerler ve Tatlandırıcılar Mannitol. [http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=73&Itemid=120&limitstart=10](http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=73&Itemid=120&limitstart=10)
- ANONİM, 2011. Fuatbey 2000. <http://kurantarim.com.tr/urunGoster.php?urunID=39>
- ASHIHARA, H., ADACHI, K., OTAWA, M., YASUMOTO, E., FUKUSHIMA, Y., KATO, M., SANO, H., SASAMOTO, H. and BABA, S., 1997. Compatible Solutes and Inorganic Ions in the Mangrove Plant *Avicennia marina* and Their Effects on the Activities of Enzymes. *Z. Naturforsch.* 52, 433–440.
- ASHRAF, M. and HARRIS, P.J.C., 2013. Photosynthesis Under Stressful Environments: An Overview. *Photosynthetica* 51: 163-190.
- ASTHIR, B., THAPAR, R., FAROOQ, M. and BAINS, N.S., 2013. Exogenous Application of Thiourea Improves the Performance of Late Sown Wheat by Inducing Terminal Heat Resistance. *Int J Agric Biol* 15: 1337-1342.
- ATHAR, H.U.R., ASHRAF, M., WAHID, A. and JAMIL, A. 2009. Inducing Salt Tolerance In Canola (*Brassica Napus* L.) By Exogenous Application Of Glycinebetaine And Proline: Response At The Initial Growth Stages. *Pak J Bot* 41: 1311-1319.



- BAYKAL, F., 2006. Tuz Stresinin Triticale ve Bazı Secale Taksonlarında Süperoksit Dismütaz (SOD; EC 1.15.1.1) Ve Peroksidaz (POD; EC 1.11.1.7) Aktiviteleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 92s.
- 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.
- BAYTOP, T., 1986. Farmakognozi ders kitabı, Cilt I, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3399, İstanbul, 126.
- BİNİCİ, S.A., 2005. Tuzlu Koşullarda Yetişen Buğday Bitkisinin Fizyolojik ve Bazı Besin Elementlerinin Alımı Üzerine Gibberellik ve Absisik Asitlerin Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 55s.
- BROWN, P.H., and HU, H., 1996. Phloem Mobility of Boron in Species Dependent Evidence For Phloem Mobility in Sorbitol-rich Species. *Annals of Botany*, 122 (3): 497-505.
- BURMAN, U., GARG, B.K. and KATHJU, S., 2004. Interactive Effects of Thiourea and Phosphorus on Clusterbean Under Water Stress. *Biol Plant* 48: 61-5.
- CAYUELA, E., PEREZ-ALFOCEA, A., CARO, M. and BOLARIN, M.C., 1996. Priming of Seeds With NaCl Induces Physiological Changes in Tomato Plants Grown Under Salt Stress. *Physiol. Plant.* 96: 231-236.
- CLARK, A.J., BLISSETT, K.J. and OLIVER, R.P., 2003. Investigating the Role of Polyols in *Cladosporium fulvum* During Growth Under Hyper Osmotic Stress and in Planta. *Planta* 216, 614-619.
- CONDE, C., SILVA, P., AGASSE, A., LEMOINE, R., DELROT, S., TAVARES, R. and GERÓS, H., 2007. Utilization and Transport of Mannitol in *Olea europaea* and Implications for Salt Stress Tolerance. *Plant Cell Physiol.* 48, 42-53.
- ÇAMAŞ, M., 2006. Borun Genotoksik Etkilerinin *Hordeum vulgare* L. Üzerinde İncelenmesi. Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97s.
- DAŞGAN, H.Y. and KOÇ, S., 2009. Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters. *Journal of Food, Agriculture Environment*, 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
- FAO, 2005. Global Network on Integrated Soil Management for Sustainable Use of Salt- Affected Soils. Rome, Italy: FAO Land and Plant Nutrition Management Service. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/sp>
- GEISLER, N., HUSSIN, S. and KOYRO, H.W., 2009. Interactive Effects of NaCl Salinity and Elevated Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentration on Growth, Photosynthesis, Water Relations and Chemical Composition of The Potential Cash Crop Halophyte *Aster tripolium* L. *Env Exp Bot* 65: 220-231.
- GEORGHIOU, K., THANOS, C. A. and PASSAM, H. C., 1987. Osmoconditioning as a Means of Counteracting the Ageing of Pepper Seeds During High Temperature Storage, *Annals of Botany*, 60; 279-285pp.
- GUTTERIDGE, J.M.C., 1984. Reactivity of Hydroxyl and Hydroxyl Like Radicals Discriminated by Release of Thiobarbituric Acid Reactive Material From

- Deoxy Sugars, Nucleosides and Benzoate, *Biochemical Journal*, 224, 761-767.
- GUTTERIDGE, J.M.C., 1987, Ferrous Salt Promoted Damage to Deoxyribose and Benzoate, *Biochemical Journal*, 243, 709-714.
- HABIB, N., ASHRAF, M. and SHAHBAZ, M., 2013. Effect Of Exogenously Applied Nitric Oxide On Some Key Physiological Attributes Of Rice (*Oryza sativa* L.) Plants Under Salt Stress. *Pak J Bot* 45: 1563–1569.
- HASEGAWA, P.M., BRESSAN, R.A., ZHU, J.K. and BOHNERT, H.J., 2000. Plant Cellular and Molecular Responses to High Salinity. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 51, 463–499.
- HOLMBERG, N. and BULOW, L., 1998. Improving Stress Tolerance in Plants by Gene Transfer, *Trends in Plant Science*, 3 (2); 61-66.
- KARAALP, T., 2007. Bakteriyel Selüloz Üretiminde Farklı Karbon Kaynaklarının Değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 51s.
- KAUR, S., GUPTA, A. K. and KAUR, N., 2002a. Effect of Osmo and Hydropriming of Chickpea Seeds on Seedling Growth and Carbohydrate Metabolism Under Water Deficit Stress. *Plant Growth Regul.* 37, 17—22.
- KAUR, S., GUPTA, A. K. and KAUR, N., 2002b. Effect of Osmo and Hydropriming of Chickpea Seeds on the Performance of Crop in the Field. *Int. Chickpea Pigeonpea Newslett*, 9, 15-17.
- KAUR, S., GUPTA, A. K. and KAUR, N., 2005. Seed Priming Increases Crop Yield Possibly by Modulating Enzymes of Sucrose Metabolism in Chickpea. *J. Agronomy & Crop Science* 191, 81-87. Blackwell Verlag, Berlin. ISSN 0931-2250.
- KAYA, C., HIGGS, D., İNCE, F., AMADOR, B.M., ÇAKIR, A. and SAKAR, E., 2003. Ameliorative Effects Of Potassium Phosphate On Salt Stressed Peper and Cucumber. *Journal Of Plant Nutrition*, 26:807-820.
- KHAN, M.A. and UNGAR, I.A., 2001. Alleviation of Salinity Stress and the Response to Temperature in Two Seed Morphs of *Halopyrum mucronatum* (Poaceae). *Aust J. Bot.*, 49: 777-783.
- KHAN, A., AHMAD, M.S.A., ATHAR, H.U.R. and ASHRAF, M., 2006. Interactive Effect Of Foliarly Applied Ascorbic Acid And Salt Stress On Wheat (*Triticum Aestivum* L.) At The Seedling Stage. *Pak J Bot* 38: 1407-1414.
- KUMLAY, A.M. ve DURSUN, A., 2003. Bitki Genetik Mühendisliği ve Ekonomik Öneme Sahip Bazı Bitkilerde Genetik Mühendisliği Uygulamaları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (2); 209-216.
- KUŞVURAN, Ş., ELLİALTIOĞLU, Ş., YAŞAR, F. ve ABAK, K., 2007. Bazı Kavun (*Cucumis* sp.) Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 13(4): 395-404.
- KUŞVURAN, Ş., 2011. Bamyada (*Abelmoschus esculentus* L.) da Tuz Stresine Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıklar ve Tarama Parametrelerinin Araştırılması. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(2); 55-70
- LEE-SUSKON, K.M., HYEUM, J., BEOM, K. H.S. Minkyong and P. Euiho, 1998. Optimum Water Potential, Temperature and Duration For Priming of Rice Seeds. *Korean J. Crop. Sci.* 43: 1–5.

- MANI, F., BETTAIEB, T., ZHENI, K., DOUDECH, N. and HANNACHI, C., 2012. Effect of Hydrogen Peroxide and Thiourea on Fluorescence and Tuberization of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *J Stress Physiol Biochem* 8: 61–71.
- MATHUR, N., SINGH, J., BOHRA, S., BOHRA, A. and VYAS, A., 2006. Improved Productivity of Mung Bean by Application of Thiourea Under Arid Conditions. *World J Agric Sci* 2: 185–187.
- MISRA, A.N., LATOWSKI, D. and STRZALKA, K., 2006. The Xanthophyll Cycle Activity in Kidney Bean and Cabbage Leaves Under Salinity Stress. *Russ J Plant Physiol* 53: 113-121.
- MITOI, E.N., HOLOBIUC, I. and BLINDU, R., 2009. The Effect of Mannitol on Antioxidative Enzymes In Vitro Long Term Cultures of *Dianthus tenuifolius* and *Dianthus Spiculifolius*. *Rom J Plant Biol* 54:25-30.
- MUNNS, R. and TESTER, M., 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annu Rev Plant Biol* 59: 651-681.
- NATHAWAT, N.S., NAIR, J.S., KUMAWAT, S.M., YADAVA, N.S., SINGH, G., RAMASWAMY, N.K., SAHU, M.P. and D'SOUZA, S.F., 2007. Effect of Seed Soaking With Thiols on the Antioxidant Enzymes and Photosystem Activities in Wheat Subjected to Water Stress. *Biol Plantarum* 51: 93–97.
- NAWAZ, K. and ASHRAF, M., 2010. Exogenous Application of Glycinebetaine Modulates Activities of Antioxidants in Maize Plants Subjected To Salt Stress. *J Agron Crop Sci* 196: 28-37.
- PANDEY, M., SRIVASTAVA, A.K., D'SOUZA, S.F. and PENNA, S., 2013. Thiourea, a ROS Scavenger, Regulates Source-To-Sink Relationship to Enhance Crop Yield and Oil Content in *Brassica juncea* (L.). *PLoS One*. 8: e73921
- PARERA, C. A. and CANTLIFFE, D.J. 1994. Presowing Seed Priming. *Horticulture Reviews*, 16: 109-141.
- PASSAM, H.C. and KAKOURIOTIS, D., 1994. The Effects of Osmoconditioning on the Germination, Emergence and Early Plant Growth of Cucumber Under Saline Conditions. *Scientia-Horticulture* 57:233–240.
- PERICA, S., BELLALOU, N., GREVE, C., HU, H., and BROWN, P.H, 2001. Boron Transport and Soluble Carbohydrate Concentrations In Olive. *J.Amer. Soc.Scip*, 126 (3); 291-296.
- PERVEEN, S., SHAHBAZ, M. and ASHRAF, M., 2013. Influence of Foliar-Applied Triaccontanol on Growth, Gas Exchange Characteristics, and Chlorophyll Fluorescence at Different Growth Stages in Wheat Under Saline Conditions. *Photosynthetica* 51: 541–551.
- PLAUT, Z., EDELSTEIN, M. and BEN-HUR, M., 2013. Overcoming Salinity Barriers to Crop Production Using Traditional Methods. *Crit Rev Plant Sci* 32: 250-291.
- RAMANA, K.V., TOMAR, A. and SINGH, L., 2000. Effect of Various Carbon and Nitrogen Sources on Cellulose Synthesis by *Acetobacter xylinum*, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16, 245-248.
- SAHU, M.P., SOLANKI, N.S. and DASHORA, L.N. 1993. Effects of Thiourea, Thiamine and Ascorbic Acid on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 171: 65-69.

- SAHU, M.P., KUMAWAT, S.M., D'SOUZA, S.F., RAMASWAMY, N.K. and SINGH, G., 2005. Sulphydryl bioregulator technology for increasing mustard production. *Res Bull RAU-BARC* 1–52.
- SAHU, M.P., KUMAWAT, S.M., D'SOUZA, S.F., RAMASWAMY, N.K. and SINGH, G., 2006. Sulphydryl Bioregulator Technology For Increasing Wheat Productivity. *Res Bull RAU-BARC* 1–56.
- SALEEM, M., ASHRAF, M. and AKRAM, N.A., 2011. Salt (NaCl)-Induced Modulation In Some Key Physio-Biochemical Attributes In Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *J Agron Crop Sci* 197: 202-213.
- SEÇKİN, B., SEKMEN, A.H. and TURKAN, I., 2009. An Enhancing Effect of Exogenous Mannitol on the Antioxidant Enzyme Activities in Roots of Wheat Under Salt Stress. *J Plant Growth Regul* 28: 12-20.
- SHAHEEN, S., NASEER, S., ASHRAF, M. and AKRAM, N.A., 2012. Salt Stress Affects Water Relations, Photosynthesis and Oxidative Defense Mechanisms In *Solanum melongena* L. *J Plant Interac* 8: 85-96.
- SHANNON, M.C., 1998. Adaptation of plants to salinity. *Adv. Argon.* 60, 75–119.
- SMIRNOFF, N., 1998. Plant Resistance to Environmental Stress, *Current Opinion in Biotechnology*, 9: 214-219.
- SRIVASTAVA, A.K., SRIVASTAVA, S., PENNA, S. and D'SOUZA, S.F., 2011. Thiourea Orchestrates Regulation of Redox State and Antioxidant Responses To Reduce The NaCl-Induced Oxidative Damage in Indian Mustard (*Brassica juncea* L. Czern). *Plant Physiol Biochem* 49: 676-686.
- STRAIN, H.H. and SVEC, W.A., 1966. Extraction, Separation, Estimation and Isolation of The Chlorophylls, in: Vernon, L.P., Seely, G.R. (Eds.), *The Chlorophylls*. Academic Press, New York, pp 21-65.
- SUD, K.C. and SHARMA, R.C., 1992. Effect of Thiourea on Nitrogen Use Efficiency By Potato in Shimla Hills. *Potato J.* 19: 139-143.
- TARCZYNSKI, M.C., JENSEN, R.G. and BOHNERT, H.J., 1992. Expression of a Bacterial mtlD Gene in Transgenic Tobacco Leads to Production and Accumulation of Mannitol. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 89, 2600–2604.
- TAŞDAN, K., 2013. Mısır Durum ve Tahmin:2013/2014. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, (222); 9-11, Ankara.
- TOPALOĞLU, K., 2010. Tuz Stresinin Chili Biberlerinin Pigment ve Kapsaisinoid Değişimi ile Peroksidaz Aktivitesi Arasındaki İlişki. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 144s.
- THANOS, C.A., GEORGHIOU, K., and PASSAM, H.C., 1989. Osmoconditioning and Ageing of Pepper Seeds During Storage, *Annals of Botany*, 63; 65-69pp.
- TÜİK, 2004. Tarımsal Yapı ve Üretim. Ankara.
- TÜİK, 2013. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alan ve Üretim Miktarları. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>
- USDA, 2013. PSD Tabloları. <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>
- YAŞAR, F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in Vitro ve in Vivo Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 139 sayfa.
- YILDIZ, M., TERZİ, H., CENKÇİ, S., TERZİ, S. A. ve URUŞAK, B., 2010. Bitkilerde Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik ve Biyokimyasal Markörleri. *Anadolu Üniversitesi Yaşam ve Bilim Dergisi*, 1(1); 1-33.

ZHIFANG, G. and LOESCHER, W.H., 2003. Expression of a Celery Mannose 6-Phosphate Reductase in *Arabidopsis thaliana* Enhances Salt Tolerance and Induces Biosynthesis of Both Mannitol and a Glucosyl-Mannitol Dimer. *Plant Cell Environ.* 26, 275–283.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Muhammed Emin AVCI  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Gaziantep/ 30.07.1989  
**Telefon** :  
**e-mail** : [m.emin.avci.89@gmail.com](mailto:m.emin.avci.89@gmail.com)

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Mimar Sinan Lisesi, Şahinbey, Gaziantep	2007
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2012
Yüksek Lisans:	Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Haliliye, Şanlıurfa	2015

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012-2014	Tarım Reformu Bölge Müdürlüğü	Bilgi İşlem
2015	Güven Toprak Analiz Laboratuvarı	Laboratuvar Sorumlusu