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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

# NİTRİK OKSİT VE PUTRESİNİN TUZLU KOŞULLARDA YETİŞEN MISIR BİTKİSİNİN GELİŞİMİNE VE BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

**Ali BİÇER**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA**
**2016**

Prof. Dr. Cengiz KAYA danışmanlığında Ali BİÇER'in hazırladığı **" Nitrik Oksit ve Putresinin tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisinin gelişimine ve bazı fizyolojik parametreleri üzerine etkisi"** konulu bu çalışma 23/03/2016tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Cengiz KAYA ……..

Üye : Doç. Dr. Osman SÖNMEZ …….

Üye :Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞENBAYRAM……..

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

**Prof. Dr. Şerafettin ÇELİK**
**Enstitü Müdürü**

**Bu çalışma HÜBAK/TÜBİTAK TOVAG Tarafından Desteklenmiştir.**
**TÜBİTAK-TOVAG Proje No: 112O375**
**HÜBAK Proje No: 13021**

**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 ..... 6
2.1. Nitrik Oksit ( NO) ile İlgili Yapılan Çalışmalar ..... 6
2.2. Putresin ile İlgili Yapılan Çalışmalar ..... 7
3. MATERYAL ve YÖNTEM ..... 13
3.1. Nitrik Oksit Denemesi ..... 13
3.1.1. Materyal ..... 13
3.1.1.1. Deneme bitkileri ..... 13
3.1.2. Yöntem ..... 14
3.1.2.1. Klorofil Tayini ..... 14
3.1.2.2. Fotosentez Verimi Ölçümü ..... 14
3.1.2.3. Serbest Prolin İçeriği ..... 15
3.1.2.4. Hücre Öz Suyunun Osmotik Basıncının Belirlenmesi ..... 15
3.1.2.5. Yaprak Su Potansiyelinin Belirlenmesi ..... 15
3.1.2.6. Hücre Zarı Geçirgenliği ..... 15
3.1.2.7. Yaş ve Kuru Ağırlığın Belirlenmesi ..... 16
3.1.2.8. Kimyasal Analizler ..... 16
3.1.2.9. İstatistiksel Analiz ..... 16
3.2.Putresin Denemesi ..... 16
3.2.1. Materyal ..... 16
3.2.1.1. Çimlenme Denemesi ..... 17
3.2.1.2.Sera Denemesi ..... 17
3.2.1.3.Denemede Kullanılacak Yardımcı Ekipmanlar ..... 19
3.2.2.Yöntem ..... 19
3.2.2.1. Bitki Gelişim Aşamaları ve Yapılan Uygulamalar ..... 19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA ..... 22
4.1.Nitrik Oksit Sera Denemesi ..... 22
4.1.1. Yaş ve Kuru Ağırlık, Fotosentez Verimi,Hücre Zarı Geçirgenliği ve Toplam Klorofil ..... 22
4.1.2. Yapraktaki Su Potansiyeli, Osmotik Basınç ve Prolin ..... 23
4.1.3. Bitkilerin Sodyum, Azot, Fosfor ve Kalsiyum Konsantrasyonu ..... 23
4.2. Putresin Denemesi ..... 26
4.2.1. Çimlenme Yüzdesi, Çimlenme İçin Geçen Gün Sayısı, Gövdecik + KökçükUzunluğu, Hipokotil Yaş Ağırlık ve Kuru Ağırlık ..... 26
4.2.2. Yaş ve Kuru Ağırlık ..... 28
4.2.3. Fotosentez Verimi, Hücre Zarı Geçirgenliği ve Toplam Klorofil ..... 29
4.2.4.Yapraktaki Su Potansiyeli, Osmotik basınç ..... 30
4.2.5. Bitkilerde Na, Ca ve K Konsantrasyonu ..... 30
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER ..... 35
5.1. Sonuçlar ..... 35
5.1.1. Nitrik Oksit Denemesi ..... 35
5.1.2.Putresin Denemesi ..... 36
5.2. Öneriler ..... 37
5.2.1. Nitrik Oksit Denemesi ..... 37
5.2.2. Putresin Denemesi ..... 37
KAYNAKLAR ..... 38
ÖZGEÇMİŞ ..... 47

# ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

**PUTRESİNİN
TUZLU KOŞULLARDA YETİŞEN MISIR BİTKİSİNİN GELİŞİMİNE VE BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ali BİÇER**

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

**Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAYA**
**Yıl: 2016, Sayfa: 47**

Tarım arazilerinde görülen tuzluluk sorunu yüzünden bitkiler strese girmektedir. Stres ortamlarında bitkilerde osmotik basınç, hücre zarı geçirgenliği, fotosentez gibi bazı fizyolojik özellikler olumsuz olarak etkilenir ve sonuçta verimlilik düşmektedir. Bu durumda (100 mM) NaCl uygulanarak oluşturulan tuzlu koşullarda yetiştirilen; mısır bitkisine, tohuma ve yapraktan (3 ve 6 mg/l) nitrik oksit ve (0,5 ve 1,0 mM) putresin uygulamasının etkisi araştırılmıştır. Yapılan iki çalışma sonrasında 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. Ancak Nitrik oksit ve putresin uygulamaların ise tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde test edilen parametreler üzerinde kısmi olarak olumlu etki yapmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** tuzluluk, nitrik oksit, putresin, mısır

## ABSTRACT

**MScThesis**

**EFFECTS OF PUTRESCINE
ON GROWTH AND SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF MAIZE PLANT
GROWN AT SALINE CONDITIONS**

**Ali BİÇER**

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

**Supervisor: Prof. Dr. Cengiz KAYA
Year: 2016, Page: 47**

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 nitric oxide application (3 ve 6 mg/l) on seed and leaf of the corn under salt conditions (100 mM) besides effect of putrescine application as nutrient solution (0,5 and 1,0 mM) on leaf (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. However, nitric oxide and putrescine partly improved the parameters tested of plants grown at saline conditions.



**KEY WORDS:** salt, nitric oxide,putrescine, maize

# TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Prof. Dr. Cengiz KAYA hocama, her zaman yanımda olan Emrah ASLAN'a, üniversitemizin toprak bölümündeki diğer tüm değerli hocalarıma ayrıca her zaman yanımda olan ve sevgilerini hiç zaman esirgemeyen aileme özelliklede ablam Fatma İNCETABAN'a ve anneciğim Atike BİÇER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım

# ÇİZELGELER DİZİNİ

**Sayfa No**

Çizelge 3.1. Besin çözeltisinin hazırlanmasında kullanılan besin tuzları ve miktarları ..... 18
Çizelge 3.2. Bitkilerin gelişim aşamalarında yapılan uygulamalar ..... 21
Çizelge 4.1. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan nitrik oksit (NO: mg/l) ile yetiştirilen mısır bitkisinin toplam yaş (YA)ve kuru ağırlıkları (KA) (g/bitki), maksimum floresan verim (Fv/FM), hücre zarı stabilitesi (HZG: %) ve toplam klorofil içerikleri TK (mg/Kg)..... 22
Çizelge 4.2. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan nitrik oksit (NO: mg/l) ile yetiştirilen mısır bitkisinin yapraktaki su potansiyeli (Ψl : MPa), osmotik basınç (YOB Osmol/kg) ve prolin (Pro, µmol/g) ..... 23
Çizelge 4.3. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan nitrik oksit (NO: mg/l) ile yetiştirilen mısır bitkisinin sodyum (Na), azot (N), fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) (mMol/kg) içerikleri ..... 23
Çizelge 4.4. Tuz stresinde ve tuz stresi ile birlikte farklı oranda putresin (Put mM), çözeltisinde bekletilen DK 5783 mısır çeşidinin tohumlarının Çimlenme Yüzdesi (ÇY),%50 Çimlenme için geçen gün sayısı (%50 ÇGGS), Gövdecik + kökçük (G+K) uzunluğu, hipokotil yaş ağırlık (HYA) ve Kuru Ağırlık (HKA) ..... 26
Çizelge 4.5. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan putresin (Put: mM) ile yetiştirilen mısır bitkisinin gövde, kök ve toplam yaş ve kuru ağırlıkları (g/bitki) ..... 28
Çizelge 4.6. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan putresin ile yetiştirilen mısır bitkisinin toplam klorofil içerikleri TK (mg/Kg), hücre zarı geçirgenliği (HZG: %), maksimum floresan verimi (Fv/FM), ..... 29
Çizelge 4.7. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan putresin ile yetiştirilen mısır bitkisinin yapraktaki su potansiyeli (Ψl : MPa), osmotik basınç (O.B. Osmol/kg)..... 30
Çizelge 4.8. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan putresin ile yetiştirilen mısır bitkisinin gövde ve köklerindeki Na, Ca ve K (mMol/kg ) ..... 31

# SİMGELER DİZİNİ

| | |
|---|---|
| ADC | Arjinin Dekarboksilaz |
| APX | Askorbat Peroksidaz |
| B | Bor |
| C | Karbon |
| Ca | Kalsiyum |
| $Ca(NO_3)_24HO$ | Kalsiyum Nitrat Tetra Hidrat |
| CAT | Katalaz |
| $CuSO_4$ $5H_2O$ | Bakır Sülfat Penta Hidrat |
| dS/m | Desisimens/Metre |
| DMFO | a-difluoromethilornithin |
| EC | Elektriksel İletkenlik |
| Fv/Fm | Maksimum fotosentez verimliliği |
| g | Gram |
| GAA | Asetik Sirke Asidi |
| HCl | Hidro Klorik Asit |
| HZG | Hücre Zarı Geçirgenliği |
| $H_2MoO_4$ | Molibdik Asit |
| $H_2O_2$ | Hidrojen Peroksit |
| $H_3BO_3$ | Borik Asit |
| K | Potasyum |
| $KH_2PO_4$ | Potasyum Di Hidrojen Sülfat |
| Kg | Kilogram |
| $KNO_3$ | Potasyum Nitrat |
| KOH | Potasyum Hidroksit |
| M | Molar |
| MDA | Malondialdehit |
| Ml | Mililitre |
| mM | Mili Molar |
| MM | Metilen Mavisi |
| $MnCl_2$ $4H_2O$ | Mangan Klorür Tetra Hidrat |
| mtlD | Mannitol-1-Fosfat Dehidrojenaz |
| N | Azot |
| Na | Sodyum |
| NaCl | Sodyum Klorür |
| NaFe-EDTA $1,5H_2O$ | Demir EDTA |
| Nm | Nanometre |
| OB | Osmotik Basınç |
| P | Fosfor |
| POD | Peroksidaz |
| pH | Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü) |
| ppm | Milyonda Bir Değer |
| Pro | Prolin |
| Put | Putresin |
| SOD | Süperoksid dismutaz |
| SNP | Sodyum Nitroprussid |
| TK | Toplam Klorofil |
| $ZnSO_4$ $7H_2O$ | Çinko Sülfat |
| ºC | Santigrat Derece |
| % | Yüzde |
| Ψl | Yapraktaki Su Potansiyeli |

# 1. GİRİŞ

Tuzluluk, iklimdeki değişmeler ve sulama amacıyla kullanılan suyun kalitesi ve miktarındaki azalma nedeniyle giderek önemli problem olmaya başlamıştır. Bu nedenle bitkilerin bu stres koşulları ile baş edebilmeleri için geliştirdikleri mekanizmayı anlamak ve ayrıca bu stratejileri geliştiren bitkilerin seçilerek kullanılması önemlidir. Bitkilerde bu osmotik strese karşı dayanıklılığın artırılması Bitki Metabolik Mühendisliğinin (Plant Metabolic Engineering) önemli amaçlarından biri olup bu amaç bu günlerde de devam etmektedir (Sakamoto ve Murata, 2001). Türkiye topraklarının önemli problemlerinden biri de tuzluluktur. Son yıllarda gelişen sulama sistemlerine bağlı drenaj sorununun ve sulama suyunun kalitesin nedeniyle giderek olumsuz bir hale gelmektedir (Taban ve ark., 1999). Yurtseven ve Baran (2000)' nın Brokkoli bitkisiyle yapmış oldukları bir çalışmada sulama suyuna tuz ilave edilmesi durumunda bitki gelişmesinin azaldığı rapor edilmiştir.

Bir serbest radikal olan nitrik oksit (NO) biyolojik açıdan önemlidir. Tıp ve fizyoloji alanında meme hücreleri tarafından üretilen biyoloik bir arabulucudur (Koshland, 1992). Nitrik oksitin bitkiler üzerindeki etkileri son zamanlarda birçok çalışma konusu olmuştur (Bolwell, 1999; Wojtaszek, 2000; Beligni ve Lamattina, 2001; Wendehenne ve ark., 2001; Neill ve ark., 2003; Lamattina ve ark., 2003). 1975 yılında ilk olarak soya bitkisinde nitrik oksitin salındığı görülmüştür (Klepper, 1979).

Nitrik oksitin bitkilerdeki sentezi farklı molekül ve biyokimyasallarla olmaktadır. Yapılan çalışmalarda nitrik oksitin enzimatik temelli olduğu görülmüştür. Bitkilerde nitrik oksit enzim üretiminin daha çok olduğu öngörülmektedir (Luis A. del Rı´oa ve ark., 2004). Bitkilerin büyümesindeki her aşamada nitrik oksitin önemli bir rol aldığı düşünülmektedir. Biyotik ve abiyotik etkilerden dolayı çevresel stres faktörlerinde, nitrik oksitin değişik bitkilerin organlarında üretildiği görülmüştür. Oksidatif stres koşullarındaysa bitkiye verilen

zararı çeşitli biyolojik yollarla koruduğu da tespit edilmiştir (Carlos ve Lorenzo, 2001).

Nitrik oksitin bitkiye yararı olabileceğigibi bitkiye zararı da oluşabilmektedir. Bu olumsuzluğun sebebi nitrik oksitin bitki varlığındaki miktarıyla alakalıdır. Bitkilerdeki nitrik oksitin hücredeki regülasyonu (Garcı´a-Mata ve ark., 2003), bitkinin hücre duvarındaki ligninleşme (Ferrer ve RosBarcelo, 1999), bitkinin yaşlı yapraklarındaki kloroplastik ve mitokondriyal fonksiyonlarında (Leshem, 1996; Leshem ve Haramaty, 1996; Hung ve Kao, 2003), demir birikiminde (Murgı´a ve ark., 2002) etkili olduğu görülmektedir.

Poliaminler bitki bünyelerinde serbest olarak, fenolik asitlere, nükleik asitlere ve proteinler gibi makromoleküllere ya da diğer düşük moleküllü bileşiklere bağlı bulunmaktadırlar (Evans ve Malmberg, 1989; Tassoni ve ark., 2000). Poliaminler, hücre gelişmesinde, hücre farklılaşmasında ve bölünmesinde düşük konsantrasyonlarda etkilerini gösterirler (Gallardo ve Matilla, 1996). Poliaminler farklı çeşitlerin dokusunda ve gelişim evrelerinde değişiklik gösterdiği ve bağlı bulundukları aminlerede kökte rastlandığı görülmektedir (Bonneau ve ark., 1994). Yapılan birçok çalışmada poliaminlerin vakuollerde, hücre duvarının kesitinde, kloroplastlarda ve mitokondride bulunduğu tespit edilmiştir (Slocum, 1991).

Bitkilerin büyümesini, gelişmesini ayrıca bitkilerin diğer fizyolojik olaylarını tek başlarına ya da diğer hormonların yardımıyla devam ettirirler. Olumlu olsun ya da olumsuz olsun bitkileri etkileyen ayrıca taşındıkları yerlerde ya da meydana geldikleri alanlarda da etkinlik gösterebilen organik maddelere de hormon denir. Bitkisel hormonları bitkilerin kendileri oluşturduğu gibi dışarıdan da alabilirler (Dobrew ve ark., 2005; Baktır ve ark., 1994).

Ticari olarak kullanılan ve çoğu kişi tarafından bilinen hormonlar şunlardır; Gibberellin, Oksin, Absisik asit, Sitokinin, Etilen olarak bilinen hormonlardır. Ayrıca son zamanlarda ortaya çıkan hormonlarsa; Jasmonik asit, Lunarik asit, Brassinosteroidler ve Poliaminler de bitki kökenli hormonlar içerisinde

araştırılmaktadır. Bitkisel kökenli hormonların temel görevleri bitkinin hücre bölünmesi ve farklılaşması, tohum dormansisi, organ oluşumu ve çimlenmesi gibi temel gelişme adımlarını ve fonksiyonlarını yerine getirmektir (Davies, 1995).

Mirza ve Bagni (1991), poliaminlerin çoğalan hücrelerde daha çabuk sentezlendiklerini ve kolayca iletilmeleri sebebiyle, Rosella ve ark. (1993) paliaminlerin, moleküllerinin düşük ağırlıklı olması ayrıca çok yönlü etkileri ve organizmalarda yüksek düzeyde bulunmaları sebebiyle hormonlara daha çok benzerlik gösterdiğini söylemişlerdir (Tekin ve Bozcuk, 1998).

Poliaminler bir aminoasit türevidir. Poliaminlerin; Kadaverin (Cad.), Putresin (Put.), Spermin (Spm.) ve Spermidin (Spd.) olmak üzere 4 farklı tipi yeralmaktadır. Putresin va Kadaverin bir Diamin olarak yer alırken, Spermidin Triamin olarak ve Spermin ise Tetraamin olarak yer alır (Smith, 1979; Liu ve ark., 2000).

Geleneksel ıslah metotları ve genetik modifikasyon programları çok zaman almakta ve elde edilen başarı, genetik olarak değiştirilmiş ürünler için garanti edilememektedir. Bu durumda, dışarıdan bitkiye uygulanan bitki büyümesini düzenleyiciler alternatif olmaktadır. Bu düzenleyicilerden biride bir poliamin olan putresindir.

Poliaminler Galston'a göre; hormon, ışık, stres, tozlanma ve yaşlanma gibi uyarılara karşı tepkileri ile taşınmaları ve dışardan uygulamalarıyla (Tekin ve Bozcuk, 1998) bitkilerin büyümesinde ve gelişmelerinde çok önemli bir düzenleyici olarak rol aldıklarını ifade etmişlerdir (Kaur-Shawhney, 1995; Altman ve Bachrach, 1981).

Poliaminler bitki bünyelerinde serbest olarak, fenolik asitlere, nükleik asitlere ve proteinler gibi makromoleküllere ya da diğer düşük moleküllü bileşiklere bağlıdırlar (Evans ve Malmberg, 1989; Tassoni ve ark., 2000).Düşük konsantrasyonlu poliaminler, hücrelerin değişmesinde, gelişmesinde ve bölünmesinde etki etmektedirle (Gallardo ve Matilla, 1996). Poliaminler değişik çeşitlerin dokusu ve gelişim evrelerinin farklılığına göre bağlı aminlerede kökte

görüldüğü ifade edilmektedir (Bonneau ve ark.,1994). Poliaminlerle ilgi yapılan çalışmalarda hücre duvarının kesitinde, hücredeki vakuollerde ve hücredeki mitokondride ayrıca da kloroplastlarda yer aldığı ortaya konmuştur (Slocum, 1991).

Poliaminlerin bitki sapının ve gövde kalınlaşmasının, bitkilerin çiçeklenmesinin, bitki kökünün gelişmesinin ve büyümesinin, bitkilerin yumrularının gelişiminin ayrıca meyvelerinin olgunlaşmasını da düzenlediği görülmüştür (Hanzawa ve ark., 2000; Antognoni ve ark., 2002; Fos ve ark., 2003; Couée ve ark., 2004). Putresin, poliaminler içerisinde genellikle en fazla bulunan türevidir (Kalac ve Karusava, 2004).

Poliaminlerdeki artışlar şu durumlarda ortaya çıkar; potasyum eksikliğinin olması, su eksikliğinin baş göstermesi, tuz stresi ile asit stresinin varlığı ayrıca oksijen noksanlığı ile çevresel streslerin oluşmasıdır (Flores ve ark., 1989). Çünkü poliaminler H kullanarak, aminoasitdekarboksilaz reaksiyonuyla pH'ı ayarlamaktadırlar (Flores ve ark., 1995). Genellikle poliaminler, aktif büyümeye sahip dokularda ve meristematik dokularda yüksek miktarda bulunurken senesensli dokularda ise düşük miktarda yer almaktadır (Neves ve ark., 2002).

Bitkilerde poliaminler, sürgünlerin oluşumunda, köklerin oluşumunda, çiçeklenmelerinde, ayrıca bitkilerin gelişmelerinde ve meyve olgunlaşmasında etkilidir. Bunun yanında bitkilerin yaşlanmasının kontrolündeki hücre bölünmesini, embriyo oluşumasında ve farklılaşmasında önemli rol oynar (Flores, ve ark., 1989; Slocum ve Flores, 1991; Kaur-Shawhney, 1995). Özellikle de doku kültüründeki hücrelerin, doğal bir şekilde büyüme ve farklılaşmasında da poliaminlere gereksinim duyarlar. Putresinin, spermidine dönüşümünde özelliklede hücre bölünmesinin oranını belirlemede çok önemlidir (Kaur-Shawhney, 1995).

Poliaminler bitkilerde serbest olarak (spermidin, spermin, putresin) bulunduğu gibi diğer aminlerede bağlı olarak bileşik formda olabilirler. Çiçeklenmenin başlangıç zamanında, yapraklardan genç dokulara taşınırlar taşındıktan sonra da çiçeğin farklı kısımlarıdeğişik bölgelerinde birikirler.

Bazı araştırmacıların poliaminler hakkında yaptıkları çalışmalarında, tuz stresi, Mg ve K noksanlığı ya da NH fazlalığı gibi stres ortamlarında bitkilerde biriktirildiğini görmüşlerdir (Tekin ve Bozcuk, 1998).

Bu çalışmanın amacı, tohumdan ve yapraktan uygulanan NO ve putresinin tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisinin gelişmesi, fizyolojisi ve beslenmesi üzerine etkisini araştırmaktır.

# 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

## 2.1. Nitrik Oksit ( NO) ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Çelik ve Erarslan (2015), yaptıkları çalışmada tuz stresine maruz kalan mısır bitkisinin nitrik oksit (NO) uygulamalarıyla bitki gelişimini, mineral beslenmesini ve bazı fizyolojik özellikleri üzerinde etkileri hakkında çalışma yapmışlardır. Kontrol grubu hariç tüm saksılara 40m M NaCl uygulamışlardır. NO kullanıcısı olarak sodyum nitroprussid (SNP) ayrıca NO yakalayıcı olarakta metilen mavisi (MM) 0. 5 ve 1 mM dozlarında uygulama yapılmıştır. Çalışma sonucunda NaCl ve SNP' in artan dozlarıyla kontrol bitkilerine oranla yaş ve kuru ağırlığında azalma olduğu görülmüştür. Nispi nem içeriğinde, membran geçirgenliğinde, yaprak su tutma kapasitesinde, prolin içeriğinde, total antioksidan aktivitesinde, stoma direncinde ve lipid peroksidasyonunda NaCl ve SNP uygulamalarının istatistik olarak etkilenmediği görülmüştür. K ve Ca içeriğinde uygulama sonrasında pek fazla etkilenmemişken, N, Na, Fe, Cl, Mg, Mn ve Zn içeriklerinde önemli ölçüde farklılıklar görülmüştür. Tuz stresine maruz kalan mısır bitkisinin stres faktörüne karşı tolerans göstermesinde NO vericisi olan SNP'nin dışarıdan 0.5 mM ve 1.0 mM uygulamalarının olumlu etki oluşturmadığı görülmüştür.

Yürekli (2015), yaptığı çalışmada; nohut bitkisinin kuraklık stresine bırakılması sonucunda bitkiye verilen absisik asit ve NO uygulamaların etkileri incelenmiştir. 15 gün iklim odalarında yetiştirilen bitkilere dışsal olarak uygulanan NO ve absisik asit 6 gün boyunca uygulanmıştır. Her iki güne bir örnekler alınmıştır. Çalışma sonrasında prolin miktarı, malondialdehit düzeyi, NO miktarı, lipoksigenez aktivitesi, toplam klorofil miktarı, oransal su içeriği ve toplam protein miktarı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda oransal su içeriği dışında diğer tüm parametrelerin duyarlı nohut bitkilerinde arttığı görülmüştür. Kuraklığa duyarlı çeşitte, stres faktörlerine karşı rol alan absisik asit, NO ve prolin gibi moleküllerin artışı tespit edilmiştir.

Esim ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada; civa toksisitesine maruz kalan mısır bitkisine, tohumdan NO uygulayarak çimlenme oranına ve bitki boyuna etkisi incelenmiştir. Kontrol, civa1, civa2, SNP1, SNP2 ve SNP+civa gibi gruplar meydana getirilmiştir. Her bir grupta 6 tekerrür oluşturulmuştur. Tohumlar petri kaplarında ve her bir petri kabında 15'er tohum konulmak suretiyle yapılmıştır. 25 °C ye ayarlanan petriler günlük olarak kontrol edilmiştir. 5 gün sonra çimlenme yüzdeleri, kök ve gövde uzunlukları hesaplanmıştır. NO uygulamaların mısır bitkisinde büyümeye, gelişmeye ve çimlenmeye olumlu etki ettiği belirlenmiştir.

Akar ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada marul fidelerinin yapraklarına 30 gün kontrollü şartlarda, 50 µM ve 100 µM sodyum ve NO uygulamışlardır. Uygulamadan 48 saat sonrasında fidelere 50 mM ve 150 mM NaCI verilmiştir. Tuz uygulamasından bir hafta sonra da marul bitkileri hasat edilerek bazı biyokimyasal farklılıklar olup olmadığı araştırılmıştır. Kontrol bitkileriyle karşılaştırıldıklarında hidrojen peroksit ($H_2O_2$) ve malondialdehit (MDA) miktarlarını, peroksidaz (POD), katalaz (CAT), ve süperoksid dismutaz (SOD) askorbat peroksidaz (APX), aktivitelerini yükselttiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan tuz uygulamasından sonra uygulanan nitrik oksitin $H_2O_2$ ve MDA miktarını azaltarak antioksidan enzimlerin aktivitelerini de artırdığı belirlenmiştir. Böylece uygulanan nitirk oksitin tuz stresinin sebep olduğu olumsuzlukları iyileştirdiği görülmüştür.

## 2.2. Putresin ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Costa ve Bagni (1983), $10^{-4}$M ve $10^{-5}$M yoğunluğunda ki putresin, spermin vespermidini meyve ağaçlarına püskürtmüşlerdir, meyve veriminde veürün artışında 9 gün sonra olumlu gelişmeler gözlemlemişlerdir. Böylece poliaminlerin hücre bölünmesini olumlu yönde etkileyerek ürün artışınıda sağladığını belirlenmiştir.

Sinka ve Lewandawska (1991), dormansi gösteren Malus domestica Borkh (Elma) tohumlarında çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada putresin ve spermidinin 0.1 ve 1 mM uygulanmasıyla tohumlarda çimlenmeyi uyardığını ancak 5 mM uygulandığında tohumun çimlenmede etkisiz kaldığını ayrıca yavaşlattığını

görmüşlerdir. Yapılan aynı çalışmada spermidinin ise değişik konsantrasyonlarındaçimlenmeyi engellediği görülmüştür ayrıca yüksek konsantrasyonda yavaşlatıcı etkisinin ise olduğu tespit edilmiştir.

Gallardo ve ark. (1992), yaptıkları çalışmada Cicer airetinum'un embriyonik eksen ve kotiledonlarında, çimlenmenin ilk 24 saatinde putresin, kadaverin, spermidin ve spermin miktarının değiştiğini gözlemlemişlerdir. Embriyonik eksen ve kotiledon içine büyük miktarda poliamin bağlanmaktadır. Bu eklenen poliaminler tohumun çimlenmesinden önce tükenir. Embriyonik kotiledonun tüm tohumdan fazla poliamin içerdiğini ve dolayısıyla embriyonik eksen için poliamin kaynağını oluşturduğunu RNA sentezi ve ayrıca embriyonik eksenin, DNA ile spermidin ve spermin birikiminin aynı zamana denk geldiğini ve embriyonik eksenin uç meristemlerinde putresin miktarının artığını da tespit etmişlerdir.

Novat ve ark. (1994), Spindle ağaçlarının embriyolarında yaptıkları çalışmada, Giberillik Asit verdikten sonra dormansinin azaldığı görülmüştür. Diğer yandan poliamin ve diğer enzimlerin faaliyetlerinde ise artış olduğu görülmüştür, özellikle de bu artış Arjinin Dekarboksilaz (ADC) aktivitesindedir. Spermin, Putresin, spermidin miktarı ve ADC miktarındaki artış ilk bir saat içinde görülmüştür. Bu artış ile birlikte dormansinin kırılmasının ve Tiramin miktarının azmasıyla bağlantılı olduğu ifade edilmiştir. Putresin sentez enzimi Giberillik Asitli ortam içinde α-DL-difloromet ilarjinin (DFMA) ile uygulanması sonucunda bozulmuş ve dormansi devam etmiştir.

Rueda ve ark. (1994), 30°C'de sıcaklığın yavaşlatma etkisi ile Cicerairetinum'da çimlenmenin ilk zamanlarında bitkinin kotiledonlarında Poliamin ne kadar meydana geldiğini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu yüzde de çimlenen tohumlarda embriyonik eksenleri ve kotiledonları ayırarak çalışmaya başlamışlardır. Embriyonik eksen ve kotiledonlar tohumların çimlenebilmesi için gerekli olan soğuklama ihtiyacı süresince (0-4°C ve 12 ay) yeterli sıcaklık dışında poliaminleri içermediği belirlenmiştir. Nohut tohumlarında serbest olan ya da bağlı olan spermidin ve putresin ile serbest spermidinin az oranlarda etkisiz kaldığı

görülmüştür. Embriyonik eksen tohumlardan izole edilince serbest poliamin yüksek tolere edilmiştir.

Laupasaki ve ark. (1995), yapılan çalışmada Partenokarpik meyve üzerine Çin'in Crete bölgesinde bir fidanlıkta meydana getirilmiş ve alana 6 yaş civarında avakadolar dikilmiştir. Fidanlıktaki ağaçların tamamına ya da sadece dallarına $10^{-4}$M spermidin, $10^{-3}$M putresin ve spermin ile 500 ppm aminoksiyatikasit uygulanmıştır. Diğer çalışmalarda ise ağaçlara 50, 100, 200 ve 400 ppm'lik Giberillik Asit ($GA_3$) 4 günde bir tekrarlanarak 10 gün boyunca uygulanmıştır. Ayrıca 200 ppm $GA_3$, 25 ppm BAP ve 10 ppm NAA bir karışım yapılarak ağaçlara uygulanmıştır. Sonuç olarak $10^{-4}$M veya $10^{-3}$M spermin ya da $10^{-3}$M putresin püskürterek uygulamasının çiçek ve meyve artışını sağladığı görülmüştür.

Sharma ve ark. (1994), patlıcan bitkisinde yaptıkları çalışmada (Solanum melongela) kök gelişimi ve farklılaşmasına poliaminlerin etkisini araştırmışlardır. Bitkiye poliamin dışında harici fitohormon vermeden poliaminlerin etkisini gözlemişlerdir. Çalışma sonrasında, bitkinin kök gelişimini 0,5 ve 1 mM putresin miktarının olumsuz olarak etkilediğini ayrıca 0,5 ve 1 mM Spermidin uygulamalarının da kök gelişimini, kök boyunu ve lateral köklerin sayısını artırdıklarını görmüşlerdir.

Le Guen-Le Saos ve Hourmant (2001), Cynara scolymus ile ilgili yaptıkları çalışmalarında 10µM $GA_3$ ilave ederek bitkinin köklenmeni ve gelişmesini iyileştirdiğini tespit etmişlerdir. Putresinin (0.5mM) dıştan uygulanmasıyla köklenme oranının artırdığını ve bitki kök sayısını azalttığını belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada $GA_3$ 'e putresin eklenmesiyle köklenmenin ve büyümenin olumlu yönde etkilendiği görülmüştür. Putresin miktarının $GA_3$'ün ilavesiyle kök ve yapraklarda fazlalaştırdığı görülmüştür.

Wolukau ve ark. (2003), labaratuar koşullarında değişik sıcaklıklarda (10, 25 ve 35ºC), polaminler (putresin, spermidin ve spremin) ve poliamin sentez inhibitörünün (MGBG) Prunus nume cv. 'Zaohua'da polen çimlenmesi ve polen tüp

gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Öncelikle polenler 24 saat karanlıkta ve sıvı bir ortamda bekletilmiştir. Çimlenmede sıcaklık değişiminde farklılıklar görülmüştür. Putresinin 25ºC'de polen çimlenmesini uyardığı da tespit edilmiştir. 0.25 mmol/l putresin 35ºC'de, konsantrasyon artışıyla çimlenmenin ve tüp gelişiminin yavaşladığını ifade edilmiştir.

Swamy ve ark. (2004), üç farklı bölgede yaptıkları çalışmada, Rhizophoraapiculata BI.'nın hipokotil gelişmesinin Arjinin dekarboksilaz aktivitesinin ve poliamin (putresin, spermidin ve spermin) içeriğini gözlemlemişlerdir. Çalışmada hipokotilin yaşlanmasına rağmen putresinin belirgin şekilde arttığı belirlenmiştir.

Tarenghi ve Martin- Tanguy (1995), yaptıkları çalışmada, kısa gün çilek *(*Fragaria X ananassa Duch.) bitkisinin çiçek oluşumunun öncesin ve çiçekartışında sürgünlerde, serbest poliaminlerin (putresin, spermidin, spermin) ve bağlı aminlerin (putresin ve spermidin) biriktirildiği tespit edilmiştir. Uzun gün bitkilerin sürgün uçlarında yer alan serbestpoliaminlerin (putresin, spermidin) ve bağlı poliaminlerin (putresin, spermidin) azaldığı tespit edilmiştir. Böylece poliaminlerin çiçek başlamasını tetiklediği ve düzenlediği görülmüştür.

Wang ve Galetta (1996), Colletotrichum'a hassaslığı farklı olan çilek meyvesinde kimyasal bileşimlerindeki farkları araştırmışlardır. Spermidin ve spermin ayrıca Putresinin dirençli genotiplerinin meyvesinde daha çok bulunduğu görülmüştür. Antraknoz bulaştırılmış dokularda spermidin miktarı fazlalaşmışputresin değerinin de azaldığı görülmüştür.

Smith (1970), tarafından yapılan çalışmada yüksek yapılı bitkilerin birçoğunda özellikle yapraklarında diamin putresin, poliaminleri ve spermidin, spermin, içeriği belirlenmiştir. 6 çeşitin potasyum noksanlığıyla büyütülmesi ile normal bitkilere oranla, putresin konsantrasyonunun 6–16 kat artırtırdığı tespit edilmiştir.

Schoonjans ve ark., (1989), Prunus cerasus L. (vişne) ağaçlarında poliaminler ve meyve tutumu ile bağlantısı araştırmışlardır. Verimli ağaçlarda putresin ve spermidin miktarının daha fazla olduğu görülmüştür. 16 gün sonrasında putresinin çiçeklenme ile miktarının 2-3 kat arttığı görülmüştür.

Rastogi ve ark., (1993) yaptıkları çalışmada, domatesin değişmiş genlerinin (Alcobaca) olgunlaşmayla birlikte putresin miktarındaki artışın normal meyvelerinkinden daha fazla olduğu görülmüştür.

Kao (1997), yaptığı çalışmada stres ortamlarında poliaminleri araştırmıştır. Poliamin miktarlarının, NaCl stresi ile putresin birikiminin, fosfat yoksunluğu ve potasyum noksanlığında olduğu tespit edilmiştir.

Serrano ve Martinez Madrid (1999), karanfil bitkisine uygulanmışaminotrizole ile poliamin ve ABA miktarları ayrıca etilen sentezi incelenmiştir. Çalışma sonrasında uygulamanın poliamin miktarında bir değişikliğe yol açmadığı belirlenmiştir. Karanfilde belirlenen poliaminlerin spermidin ve putresin olduğu ifade edilmiştir. Hasat ile karanfilde putresin miktarının (67,5 nmol $g^{-1}$ taze ağırlık) spermidin miktardan (454 nmol $g^{-1}$ taze ağırlık) daha az olduğu görülmüştür. Yaşlanmayla birlikte putresin miktarında bir artış olmazken, spermidin miktarında artış olmuştur.

Bais ve ark. (2000), Cichorium intybus L. cv. ‘Lucknow’ genotipinde, 40 mM (6.44 g/l) putrasinin in vitro sürgün sayısını 34,6 adede kadar artırdığı görülmüştür. Sonra da 40 mM putresin ile muamele edilmiştir. Hindiba sürgün kültüründe dışarıdan putresin eklenmesiyle etilen ürünleri azalmıştır.

Dumanoğlu ve ark. (2006), putresinin ayvada sürgün organogenesisi üzerine etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, putresinin 16 mg/l’lik dozu, 2,0 mg/l BA + 0,5 mg/l NAA ile birlikte uygulanmıştır, ancak hiçbir genotipte sonuç görülmemiştir.

Tekin ve Bozcuk (1998), ayçiçeği (Helianthus annuusL. var. Santafe) tohumları üzerinde kontrollü iklim ortamında, tohumların çimlenmesi ve bitkinin bazı büyüme durumlarının tuzlu (NaCl) ve putresinli (Put) koşullarda farklı dozlarda verilmesi ile araştırılmasına bakılmışlardır. 3 farklı tuz konsatrasyonu (50, 100, 200 mM) ve 3 farklı putresin (0.01, 1, 2 mM) uygulamışlardır. Tek başına tuz stresinin tohumların çimlenmesinde olumsuz etki yaptığını görmüşlerdir. Ayrıca çimlenme aşamasında tohumun radikula uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığını olumsuz yönde etkilediğinide belirlemişlerdir. Tek başına uygulanan putresinin bazı büyüme parametrelerinde önemsiz olduklarını görmüşlerdir. Tuz ve putresinin berener tohumlara uygulandığında tuz stresinin tohumlardaki olumsuz etkiyi azalttıklarını görmüşlerdir.

# 3. MATERYAL ve YÖNTEM

## 3.1. Nitrik Oksit (NO) Denemesi

### 3.1.1. Materyal

DK 5783 mısır çeşidi ile iki farklı NO dozu uygulanmıştır. Nitrik oksitte NO 3 ve 6 mg/l olarak tohuma uygulandıktan sonra aynı dozlar yapraktan püskürtme yoluyla uygulanmıştır. Kurulan bu deneme Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma İstasyonunda yapılmıştır. Yapılan bu çalışma, cam bir serada ve 2013 Mayıs döneminde olmuştur. Her birinin içine 5'er tohum ekilen saksılar 10 kg hava kuru toprak dolu saksılara ekilmiştir. Kullanılan toprağın kimyasal karakteri ise; EC: 0,45 dS/m, pH: 7,3, N:1,125, g/kg ve K: 1,40 g/kg. toprağa ayrıca N, P ve K sırasıyla 100, 50 ve 120 mg/kg ilave edilmiştir. Çimlenme olduktan sonrada boyutları her kapta aynı olan 3 fideye seyreltilerek 27±2 °C ve %60-70 nemde büyümeye 35 gün boyunca bırakılmıştır. Bitkinin gereksinim duyabileceği ölçüde her saksıya 50 ml su verilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme deseni olarak yapılmış olup, her uygulama 3 tekerrürlü olarak yapılmış ve 3 saksı kullanılmıştır. Deneme deseni ise; kontrol bitkileri, sadece tuz uygulaması, tohumdan uygulanan NO 3 ve 6 mg/l ve tuz uygulaması ayrıca yapraktan püskültülerek uygulanan iki faklı doz olan NO 3 ve 6 mg/l şeklindedir.

#### 3.1.1.1. Deneme Bitkileri

Deneme için kullanılan tohum DK 'nin 5783 mısır çeşitidir. FAO 500 olum grubunun en çok rağbet gören çeşitidir. Sap ve gövde yapısı oldukça sağlamdır. Olğunlaşma sonrasında içerisindeki nemi hızlı bir şekilde atmaktadır. Stres koşullarında özellikle sıcaklık ve kuraklıkta toleransı yüksektir. Daneleri at dişi yapısında olup çok derin ve dane koçan oranı oldukça yüksektir. Yüksek verim potansiyeline sahiptir. Geniş adaptasyonundan dolayıda hem birinci ürün hemde

ikinci ürün olarak tercih edilebilmektedir. Toprak seçiciliği bulunmamaktadır (Anonim, 2005). Bu tohum hem NO hemde putresin denemesi için kullanılmıştır.

### 3.1.2. Yöntem

Kontrol bitkileri ve tuz stresine maruz kalacak bitkiler dışında, her saksının kök bölgesine 58,5 g NaCl ilave edilerek toprağın tuzluluk seviyesini 100 mM haline getirilimiştir. Çimlenme öncesinde tohumlar sodyum hipoklorit ile dezenfekte edilmiştir ve distile su ile yıkanmıştır. Ekim öncesinde bir gün (24 saat) boyunca NO 3 ve 6 mg/l çözelti içerisinde bekletilmiştir. Kontrol ve tuz uygulanacak tohumlarsa saf su içerisinde bekletilmiştir. Püskürtme ile uygulanacak olan NO çözeltisi çimlenme başladıktan 10 gün sonra başlayıp yaklaşık olarak 35 gün devam etmiştir. Sonraki aşamada ise her tekerrürden 2 bitki toprak seviyesinde kesilip yaş ağırlıklarının tespitinde kullanılmıştır. Yaş ağırlıkları belirlenen bitkilerin tekrar kurutularak kuru ağırlıklarıda tespit edilmiştir. Kalan birkilerse diğer parametrelerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

#### 3.1.2.1. Klorofil Tayini

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

#### 3.1.2.2. Fotosentez Verimi Ölçümü

Fotosentez verimi bitkinin yapraklarında mini-PAM fotosentez ölçüm aleti ile yapılmıştır. Maksimum ışık verimi (Fm), minimum ışık verimi ($F_0$), değişken ışık verimi (Fv) ve maksimum verimlilik miktarı PSII (Fv/Fm) değerleri bulunarak kaydedilmiştir.

### 3.1.2.3. Serbest Prolin İçeriği

Serbest prolin değerinin ölçülmesinde Bates ve ark. (1973) tarafından yapılan yöntem baz alınmıştır. Taze yaprakların (500 mg) öğütülerek 10 ml sülfosalisilik asit (%3) içerisinde elde edilen süzüğün, ninhidrin asit ve GAA (asetik sirke asidi) ile reaksiyona sokulması sonucu, karışım 60 dakika boyunca 100 °C'ye tabi tutulduktan sonra her örneğe 4 ml ilave edilerek 520 nm okuma değerleri kaydedilerek değerlendirilmiştir. Putresin denemesi için serbest prolin içeriği belirlenmemiştir.

### 3.1.2.4. Hücre Öz Suyunun Osmotik Basıncının Belirlenmesi

Dondurulmuş yaprak örneklerinin presleyerek özsuyu çıkartılıp, çıkan özsuyu da 5 dakika santrifüj edilmiştir. Osmotik basıncın belirlenmesi için süzüntü osmometreyede (Osmomat 030) emdirilerek değerleri cihazda okunmuştur.

### 3.1.2.5. Yaprak Su Potansiyelinin Belirlenmesi

Yaprak su potansiyelinin belirlenmesi için alınan bitki örneğini, basınç kabini (PMS model 600, USA) aracılığıyla ölçülmüştür.

### 3.1.2.6. Hücre Zarı Geçirgenliği

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

### 3.1.2.7. Yaş ve Kuru Ağırlığın Belirlenmesi

Bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları için saksılardaki birkilerin toprak seviyesinden üst aksamları kesilerek kök ve gövde yaş ağırlıkları belirlendi. Bitkilerin kuru ağırlığında ise bitkiler tamamen kuruyana kadar etüvde bekletilerek kurutuldu. Kuruyan bu kısımlarıda tartılarak tespit edildi.

### 3.1.2.8. Kimyasal Analizler

Farklı iyonların tespiti için kurutulmuş bitki örnekleri kullanıldı. Toplam Nmiktarını Kjelhahl metodu kullanılarak tespit edildi. Diğer besin maddelerinin tespiti için kurutulup öğütülen örnekler kül fırınında 6 saat boyunca 550 °C bırakılarak kül edildi. Yanma sonucuyla 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 tespit edilmiştir.

### 3.1.2.9. 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 tespit edilmiştir.

## 3.2. Putresin Denemesi

### 3.2.1. Materyel

Bu proje laboratuarda çimlenme denemeleriyle, sera da ise genç bitkilerle saksı ortamında yürütülecektir.

### 3.2.1.1. Çimlenme Denemesi

Bölgede bulunan ve verim düzeyi yüksek mısır çeşidinin tuzluluğa (0 ve 100 mM NaCl) dayanımları test edilecektir. Bu denmeme laboratuarda (25°C sıcaklıkta ve %65-70 nem koşullarında) yapılacaktır. Ekim öncesi tohumlar 24 saat boyunca 5 farklı putresin dozu içeren çözeltide bekletilecek bu çalışma petri kaplarında yürütülecektir. Her bir petri kabına 15 tohum konacaktır. Tohumlar saf su (tanık uygulama) veya 100 mM NaCl içeren tuz çözeltisiyle zaman zaman ıslatılacaktır.

Çimlenme denemesinde test edilecek parametreler ise, çimlenme oranı, çimlenme yüzdesi, %50 çimlenme için geçen gün sayısı, plumula (plumule) ve kökçük (radicle) uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığı belirlenecektir.

### 3.2.1.2.Sera Denemesi

Çimlenme denemelerinden seçilen putresin dozları sera koşullarında ve saksı ortamında test edilerek bu farklı putresin düzeylerinin seçilen çeşidin tuzluluğa toleransları üzerindeki etkinlikleri belirlenecektir. Tuzluluk düzeyi (0 ve 100 mM NaCl) olacaktır. Putresin saksı denemesinde tohumdan uygulamaların yanı sıra aynı dozda uygulamalar yapraktan da yapılacaktır. Yapraktan uygulamalar ise; tohumdan uygulamalar için seçilen dozlar yapraktan uygulamalar içinde kullanılacaktır.. Farklı uygulama ekimden 10 gün sonra başlatılacak ve yapraktan uygulamalar haftada iki kez olmak üzere bütün bitkilere püskürtülerek verilecektir. Bu aşamada bitkiler saksıda yaklaşık 5 hafta (uygulamalar arasında gelişme farkları görülene kadar) yetiştirilmeye devam edilecek. Her uygulama üç tekerrürlü ve her tekerrürde 3'er saksı kullanılacaktır.

Gelişme ortamı olarak, perlit kullanılacak diğer besin elementleri ise Hoagland çözeltisi şeklinde gelişme ortamına verilecektir. Besin çözeltisinin hazırlanmasında kullanılacak besin tuzları ve miktarları Çizelge 3.1'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 çözeltiden alınan miktar (ml/l) | Besin çözeltisinde kullanılan tuzlar | Stok çözelti (gl/l) | Besin çözeltisi hazırlamak için stok çözeltiden alınan miktar (ml/l) |
|---|---|---|---|---|---|
| $KNO_3$ | 101.11 | 5.0 | $H_3BO_3$ | 2.86 | 1.0 |
| $Ca(NO_3)_2$ 4HO | 236.15 | 5.0 | $MnCl_2$ $4H_2O$ | 1.86 | 1.0 |
| $MgSO_4$ $7H_2O$ | 246.48 | 2.0 | $CuSO_4$ $5H_2O$ | 0.08 | 1.0 |
| $KH_2$ $PO_4$ | 136.09 | 1.0 | $H_2MoO_4$ | 0.09 | 1.0 |
| $ZnSO_4$ $7H_2O$ | 0.22 | 1.0 | NaFe-EDTA $1,5H_2O$ | 19.71 | 1.0 |

Besin solisyonu kök bölgesine uygulanacaktır. Drene olan besin solisyonu saksı dibindeki deliklerden saksı altında bulunan kaplara alınacaktır. Besin solisyonu haftada iki kez olarak verilecektir. Besin solisyonunun pH'sı 5.5'e minimum miktarda kullanılan 0.1 mM KOH ayarlanacaktır.

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

Bitkinin fotosentez verimi mini-PAM fotosentez analiz aletiyle ölçülecektir. Bitkinin su potansiyeli pressure chamber (basınç kabini) ile belirlenirken, osmotik basınç ise osmometer ile belirlenecektir.

Saksı denemelerinde, bitkilerin kök ve gövdesi mineral elementlerce analiz edilecek, Bitki yaş ve kuru ağırlığının tespit edilmesi için her saksıdan alınacak 2 bitki kullanılacaktır.

Bitki örnekleri $550^o$ C'de kül haline getirildikten sonra HCl ile ekstre edilecek ve çözeltideki elementler (Na, K ve Ca) ICP/AAS ile okunacaktır (Chapman ve Pratt, 1982).

### 3.2.1.3. Denemede Kullanılan Yardımcı Ekipmanlar

Yapılan denemede toplamda 18 olmak üzere 2 litrelik plastik saksılar kullanılmıştır. Besin solisyonu ve tuz çözeltisi içinde iki tane 10 litrelik plastik bidon kullanılmıştır. Kimyasalların tartımı için hassas terazi kullanılmıştır. Balon joje, beher, makas, ölçü silindiri, havan, deney tüpü, erlen gibi laboratuar malzemelerin yanında EC metre, pH metre, çalkalayıcı, etüv, fotosentez analiz cihazı, mini-PAM, yaprak su patansiyeli için basınç kabini (Model 600 PMS, USA), osmomotre (Osmomat 030) gibi laboratuar cihazlarından faydalanılmıştır.

## 3.2.2. Yöntem

### 3.2.2.1. Bitki Gelişim Aşamaları ve Yapılan Uygulamalar

Bölgede bulunan ve verim düzeyi yüksek mısır çeşidinin tuzluluğa (0 ve 100 mM NaCl) dayanımları test edilecektir. Bu denmeme laboratuarda (25°C sıcaklıkta ve %65-70 nem koşullarında) yapılacaktır. Ekim öncesi tohumlar 24 saat boyunca 5 farklı putresin dozu içeren çözeltide bekletilecek bu çalışma petri kaplarında yürütülecektir. Her bir petri kabına 15 tohum konacaktır. Tohumlar saf su (tanık uygulama) veya 100 mM NaCl içeren tuz çözeltisiyle zaman zaman ıslatılacaktır.

Sonraki aşamada sera denemesinde uygulanacak putresin dozları 0,5 ve 1,0 mM putresin olarak belirlenmiştir.

Yapılan deneme Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümünde yer alan serada yapılmıştır. 2 litrelik saksılara eşit miktarda perlit konulmuştur. Her saksıya 5 tane tohum ekilmiş çimlenme sonrası eşit boyda 3 tane bırakılarak diğer mısır bitkileri seyreltilmiştir. Uygulamalar aşağıdaki gibidir:

1. Besin Çözeltisi (Kontrol)
2. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi (50-100 mM NaCl); (T)
3. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi+0,5mM Putresin (Tohumdan)
4. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi+1,0 mM Putresin (Tohumdan)

5. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi (Kökten)+ 0,5mM Putresin (Yapraktan)
6. Tuz uygulaması+ Besin Çözeltisi (Kökten)+ 1mM Putresin (Yapraktan)

Ekimden önce, tohumdan uygulanan 0,5 mM 1,0 mM putresin hariç tüm tohumlar saf suyla 24 saat boyunca bekletildi. Tohumdan uygulamalarda ise; tohumlar 0,5 mM putresin ve 1,0 mM putresin çözeltilerinin içinde 24 saat boyunca bekletildi.

Ekim sonrasında tüm saksılara 100-150 ml besin solüsyonu verilmiştir. Besin solisyonu bitki büyüme periyoduna göre haftada iki defa 200-300 ml arasında uygulanmıştır.

Putresin ve tuz (NaCl) uygulamalarına ekimden itibaren 10 gün sonra başlanmıştır. Kontrol bitkilerine yalnızca besin solüsyonu verilmiştir. Uygulamalardaki 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.

100 mM tuz için, stok çözeltisinden 100 ml alınıp 1000 ml'ye tamamladığımızda hazırlamış oluyoruz. İlk tuzlu uygulamalara 50 mM tuz içeren besin çözeltisiyle başlanmıştır. Stoktan alınan 50 ml çözeltiyi 1000 ml'ye tamamlamayla hazırlanmıştır. Bu çözeltiyi tuz+besin çözeltisi ile yapraktan 0,5 mM ve 1,0mM yapraktan uygulanan putresin saksılarına uygulanmıştır.

Putresin uygulamaları için stok çözeltilerin hazırlanışı:
1000 ml x 8,6 ml = 10 mM Putresin stok çözeltisi hazırlanmıştır.

Tohumdan 0,5 mM putresin uygulamaları için; stok çözeltiden alınan 5 ml çözeltiyi 100 ml'ye saf suyla tamamladığımızda oluşturmuş oluyoruz.

Tohumdan 1,0 mM putresin uygulamaları için, stok çözeltiden alınan 10 ml saf suyla 100 ml'ye tamamlandığında 1,0 mM putresin çözeltisi hazırlamış oluruz.

Yapraktan 0,5 mM putresin uygulamaları için, hazırlanan putresin stok çözeltisinden 5 ml alınıp 100 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Yapraktan 0,5 mM putresin uygulanacak olan saksılara başlangıçta 10 ml daha sonra 20 ml püskürtme ile haftada iki defa yapraktan uygulanmıştır.

Yapraktan 1,0 mM putresin uygulamaları için, hazırlanan putresin stok çözeltisinden 10 ml alınıp 100 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Yapraktan 1,0 mM putresin uygulanacak olan saksılara başlangıçta 10 ml daha sonra 20 ml püskürtme ile haftada iki defa yapraklara uygulanmıştır.

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

Çizelge 3.2. Bitkilerin gelişim aşamalarında yapılan uygulamalar

| Başlıca Aşamalar | Ayrıntılı Bilgi | Zamanlama |
|---|---|---|
| Çimlenme denemesinin kurulması | Petri kaplarında ve laboratuarda yürütülecektir. | 1. ay |
| Saksı denemesi | Bitkiler serada ve saksı ortamında yetiştirilecektir. | 2-3. ay |
| Fizyolojik analizlerin yapılması | Fotosentez verimi, klorofil içerikleri, osmotik basınç gibi parametreler belirlenecektir | 4-5. ay |
| Mineral analizler | a, Na ve K düzeylerinin belirlenmesi | 6- 9. ay |
| Değerlendirme | Yapılan bütün analizler ve veriler değerlendirilecek | 10. ay |
| Tez yazımı | Yazım ve yorumlama | 12. ay |

# 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

## 4.1. Nitrik Oksit (NO) Sera Denemesi

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

Çizelge 4.1. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan nitrik oksit (NO: mg/l) ile yetiştirilen mısır bitkisinin toplam yaş (YA)ve kuru ağırlıkları (KA) (g/bitki), maksimum floresan verim (Fv/FM), hücre zarı stabilitesi (HZG: %) ve toplam klorofil içerikleri TK (mg/Kg)

| Uygulamalar | YA (g/p) | KA | Fv/FM | HZG(%) | TK |
|---|---|---|---|---|---|
| **K** | 16.7 a | 1.84a | 0.63 a | 17 c | 1266 a |
| **T** | 9.8 c | 1.12 d | 0.57 c | 25 a | 1054 d |
| **tNO 3** | 11.2 b | 1.20 c | 0.60 b | 22 ab | 1125 dc |
| **tNO 6** | 12.4 b | 1.28 b | 0.59 bc | 21 b | 1126 c |
| **yNO 3** | 12.3 b | 1.26 bc | 0.60 b | 20b | 1185 b |
| **yNO 6** | 12.1 b | 1.21 bc | 0.59 bc | 21 b | 1165 b |

K: kontrol; T: 100mM NaCl; t:tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması (mg/l)
Her sütündeki farklı harfler istastiki olarak farklılığı gösterir (P≤ 0.05).

Tuzluluk stresi mısır bitkisinin yaş ve kuru ağırlığını azaltmış. Yapraktan ve tohumdan NO uygulaması bitki yaş ve kuru ağırlıklarını artırmıştır. Her iki farklı uygulama arasında çoğu durumda farklılık bulunmamıştır.

Mısır bitkisinde maksimum flüoresans verimi (Fv/FM) ve toplam klorofil (TK) miktarı tuzluluk stresiyle azalırken, hücre zarı geçirgenliğini (HZG) artmıştır. Dışarıdan yapraktan veya tohumda uygulanan NO uygulamaları bu önemli parametrelerde iyileştirme meydana getirmiştir. Çoğu durumda farklı NO uygulamaları arasında farklılık bulunmamıştır.

### 4.1.2. Yapraktaki Su Potansiyeli, Osmotik Basınç ve Prolin

Çizelge 4.2. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan nitrik oksit (NO: mg/l) ile yetiştirilen mısır bitkisinin yapraktaki su potansiyeli (Ψl : MPa), osmotik basınç (YOB Osmol/kg) ve prolin (Pro, µmol/g)

| Uygulamalar | Ψl | OB | Pro |
|---|---|---|---|
| **K** | -0,33 a | 0,045 d | 1,09 d |
| **T** | -1,44 d | 0,129 a | 2,89 a |
| **tNO 3** | -1,29 bc | 0,102 c | 2,32c |
| **tNO 6** | -1,32 c | 0,103 c | 2,35 c |
| **yNO 3** | -1,24 b | 0,114 b | 2,45 b |
| **yNO 6** | -1,32 c | 0,112 b | 2,39 bc |

K: kontrol; T: 100mM NaCl; t:tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması (mg/l)
Her sütündeki farklı harfler istastiki olarak farklılığı gösterir (P≤ 0.05).

Tuzluluk stresi msır bitkisinin yaprak su potansiyelini düşürürken, yaprak ozmotik basıncı (YOB) ve prolin içeriğini (Pro) artırmıştır. Hem tohumdan ve hem de yapraktan NO uygulamaları yapraktaki su potansiyelini artırmada ve yaprak ozmotik basıncını ve prolin içeriğini düşürmede etkili olmuştur. Ancak birçok durumda yapraktan 3 mg/l NO uygulamaları mısır bitkisinde Ψl yükseltmede daha etkili olmuştur.

### 4.1.3. Bitkilerin Sodyum, Azot, Fosfor ve Kalsiyum Konsantrasyonu

Çizelge 4.3. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan nitrik oksit (NO: mg/l) ile yetiştirilen mısır bitkisinin sodyum (Na), azot (N), fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) (mMol/kg) içerikleri

| Uygulamalar | Na | N | P | Ca |
|---|---|---|---|---|
| **K** | 36 d | 1157 a | 67 a | 174 a |
| **T** | 327 a | 886 d | 33 d | 112 d |
| **tNO 3** | 255 c | 955 c | 38 c | 125c |
| **tNO 6** | 265 c | 985 b | 42 b | 129bc |
| **yNO 3** | 278 b | 985 b | 42 b | 135 b |
| **yNO 6** | 278 b | 995 b | 44 b | 129bc |

K: kontrol; T: 100mM NaCl; t:tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması (mg/l)
Her sütündeki farklı harfler istastiki olarak farklılığı gösterir (P≤ 0.05).

Tuzluluk stresinde yetişen mısır bitkisinde sodyum (Na) konsantrasyonları, kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında çok yüksek bulunmuştur. Tohumdan ve yapraktan NO uygulamaları bitkinin Na içeriklerini düşürmüş, ancak halen kontrol bitkilerin Na içeriklerine göre daha yüksektir.

Diğer yandan tuzluluk stresi mısır bitkisinin yapraklarında N, P ve Ca içeriklerinin düşürmüştür. Tohumdan ve yapraktan NO uygulamaları bitkinin N, P ve Ca içeriklerini artırmıştır.

Stres koşullarında yetişen bitkilerin tohumlarına veya yapraklarına bitki büyümesini düzenleyicilerin uygulanmasıyla birçok bitkide olumlu sonuç aldığı bilinmektedir (Athar ve ark., 2009; Khan ve ark., 2006; Plaut ve ark., 2013). Bu nedenle bu çalışmamızda, nitrik oksitin tohum ve yapraktan farklı şekilde uygulanmasının tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde tuzluluk toleransını artırmada etkisi araştırılmıştır. NO 3 ve 6 mg/l dozunun her iki uygulama şeklinin mısır bitkisinin gelişmesini artırmıştır. NO her iki şekilde uygulamasının tuzlu koşularda yetişen bitkilerin gelişmesi üzerine olan etkisi arasında çoğu durumda fark olmamasına rağmen, yapraktan 3 mg/l NO uygulamalarının daha etkili olduğu görülmektedir. NO strese toleransı artırması ve verimi geliştirmesi, diğer değişik bitkilerde de örneğin, buğdayda (Zheng ve ark., 2009; Kausar ve Shahbaz, 2013) ve çeltik bitkisinde (Habib ve ark., 2010; Habib ve Ashraf, 2014) de test edilmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Değişik bitki ve ürünlerde tuzluluk toleransının artırılması değişik parametrelerle ilişkilendirilmiştir. Örneğin; bitki gelişiminin ve verimin artması (Batool ve ark., 2014; Gupta ve Huang, 2014), daha düşük düzeyde reaktif oksijen türlerinin (ROT) üretilmesi (Fayez ve Bazaid, 2014), daha düşük oranda toksik iyonların alınması (Kader ve Lindberg, 2005; Sabir ve Ashraf, 2007), yüksek oranda hayati osmokoruyucuların birikmesi (Ashraf ve Foolad, 2005; Kaya ve ark., 2013), oksidatif savunma sisteminin düzenlenmesi (Ashraf, 2009; Akram ve ark., 2012) ve etkin fotosolunum mekanizması (Muranaka ve ark., 2002). Bu çalışma sonuçları dikatte alındığında, mevcut projede, NO uygulaması nedeniyle biyokitle üretiminin artması (Bitki yaş ve kuru ağırlığı) tuzlu koşularda yetişen bitkilerde Na alımının azalmasıyla bağlantılı olabilir. Ayrıca bu durum, hücre turgoritesinin ayarlanmasında anahtar fizyolojik parametre olarak bilinen hücresel osmotik

ayarlanmanın (adjustment) düzenlenmesiyle de ilgili olabilir (Ke ve ark., 2013; Habib ve Ashraf, 2014). Örneğin; dışarıdan NO uygulaması tuzlu koşullarda yetişen bitkilerin yaprak su potansiyelini artırmış ve yaprak su potansiyelinin artması ile biokitle artışı arasında önemli bir bağlantı vardır.

Mevcut projede, tuzluluk stresi her iki çeşide maksimum flüoresans verimini (Fv/Fm) azaltmış. Bu parametre ise sıklıkla bitkilerin strese toleransını veya PSII aktivitesinin belirlemede indikatör olarak kullanılmaktadır (Calatayud ve Barreno, 2004). Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalarda, tuzluluk stresinin, 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) gibi birçok bitkinin yapraklarındaki maksimum flüoresan verimini değiştirdiği rapor edilmektedir. Tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde maksimum flüoresan verimindeki ($F_v/F_m$) azalma, fotosistem II (PSII) reaksiyon merkezinin zarar görmesi veya inaktif hale gelmesiyle açıklanabilir (Santos ve ark., 2001; Yan ve ark., 2012; Ashraf ve Harris, 2013; Dong ve ark., 2014). Mevcut çalışmada, tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisinde PSII aktivitesi ($F_v/F_m$) NO uygulamalarıyla artmış, bu sonuçlar, Kausar ve Shahbaz (2013) tuzlu koşullarda yetişen buğday bitkisine NO uygulanmasıyla ilgili yapmış olduğu araştırma sonuçlarıyla oldukça uyumludur. Bu araştırıcıların yapmış olduğu çalışma sonuçlarına göre; tuzlu koşullarda yetişen buğday bitkisine NO uygulamasının klorofil flüoresansını artırmıştır. Ancak benzer olmayan sonuçlarda Yang ve ark. (2001) tarafından rapor edilmektedir. Bu araştırıcılar yapraktan NO uygulamasının PSII aktivitesini azatlığı, fakat NO fotosentezde sebep olduğu değişikliklerin PSI veya PSII ile mi bağlantılı olduğunun detaylı çalışılması gerektiği söylemektedirler.

Bitki gelişmesindeki artış bitkinin fotosentez oranı etkileyen toplam klorofil miktarıyla baglantılıdır. Tuz stresi, yaprak klorofilinin yıkımına (degradasyon) neden olmakta ve bu durum bitkinin fotosentez oranını azaltmakta ve sonuçta bitki daha az biyokitle üretmektedir. Bazı çalışmalar, dışarıdan organik bileşiklerin uygulanması durumunda tuz stresinin yaprak pigmentleri üzerindeki olumsuz etkileri azaltmakta ve böylece bitkinin biyokitle üretimi artmaktadır (Ali ve ark., 2007; Nawaz ve Ashraf, 2010; Ali ve Ashraf, 2011). Mevcut çalışmamızda dışarıdan NO uygulamasıyla tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkilerinde klorofil

miktarı artmış ve bu yüksek fotosentetik aktivite ile daha fazla biyo kitle üretimi arasında pozitif bir ilişki vardır. Benzer sonuçların alındığı bir diğer çalışmada ise NO uygulamasıyla tuzlu şartlarda yetişen buğday bitkisinde klorofil içeriği artmıştır (Ruan ve ark., 2002). NO uygulamalarıyla, fotosentetik pigmentlerin artması ile ilişkilendirilmiştir (Hung ve ark., 2002). Mevcutaraştırmamızda, dışarıdan uygulanan NO, tuzlu şartlarda yetişen mısır bitkilerinde toplam klorofilin artması bu tezi doğrulamaktadır.

Tuzluk stresinin etkilediği önemli olaylardan biride bitkinin besin elementlerinin alımını değiştirmesidir. Tuzlu koşularda bitkilerde iyon alım mekanizması bozulmakta ve bitkinin Na alımı toksik düzeylere ulaşmaktadır (Munns ve Tester, 2008). Bu çalışmamızda tuzluluk, mısır bitkisinin yapraklarındaki N, P ve Ca gibi mineral besin elementlerinin alımını azaltmış ve Na içeriğini ise artırmıştır. Ancak dışarıdan tohuma veya yaprağa NO uygulaması ile tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisinin yapraklarındaki Na içeriği azalmış ve N, P ve Ca içeriği artmıştır. Bu çalışma sonuçları daha önce yapılan çalışma sonuçlarıyla uyum göstermektedir (Khan ve ark., 2012; Habib ve Ashraf, 2014; Bai ve ark., 2015).

## 4.2. Putresin Denemesi

### 4.2.1. Çimlenme Yüzdesi, Çimlenme İçin Geçen Gün Sayısı, Gövdecik + Kökçük Uzunluğu, Hipokotil Yaş Ağırlık ve Kuru Ağırlık

Çizelge 4.4. Tuz stresinde ve tuz stresi ile birlikte farklı oranda putresin (Put mM), çözeltisinde bekletilen DK 5783 mısır çeşidinin tohumlarının Çimlenme Yüzdesi (ÇY),%50 Çimlenme için geçen gün sayısı (%50 ÇGGS), Gövdecik + kökçük (G+K) uzunluğu, hipokotil yaş ağırlık (HYA) ve Kuru Ağırlık (HKA)

| Uygulamalar | Çimlenme oranı (%) | %50 ÇGGS | G+KU (mm) | HYA (mg/t) | HKA (mg/t) |
|---|---|---|---|---|---|
| **K** | 88 a | 6,0b | 36a | 445a | 42a |
| **T** | 76 | 6,3a | 28c | 402d | 38b |
| **T+tPut 0,5** | 82 b | 6,1ab | 32b | 429b | 40ab |
| **T+tPut 1,0** | 81 b | 6,2ab | 32b | 427bc | 40ab |
| **T+tPut1,5** | 80 bc | 6,2ab | 31bc | 426bc | 40ab |
| **T+tPut 2,0** | 79 bc | 6,3ab | 30bc | 420bc | 39b |
| **T+tPut 2,5** | 76 cd | 6,4a | 29bc | 415c | 39b |

K: Kontrol; T: 100 mM NaCl; T+ tmM Put: Tuz+besin çözeltisine uygulanan putresin (mM); Çimlenme Yüzdesi (ÇY); %50 Çimlenme için geçen gün sayısı (%50 ÇGGS); Gövdecik + kökçük (G+K); uzunluğu, hipokotil yaş ağırlık (HYA) ve Kuru Ağırlık (HKA). Her sütündeki farklı harfler istastiki olarak farklılığı gösterir ($P \leq 0.05$).

Yapılan çimlendirme denemesinde mısır tohumlarının kontrol tohumlarına oranla çimlenme oranında tuz stresinin oluşturduğu olumsuz etkiyi farklı dozlarda uygulanan putresinin kısmende olsa çimlenme oranını etkilediği görülmüştür. Farklı dozlarda uygulanan putresinin çimlenme oranında meydana getirdiği değişiklik istatiki olarak pek bir fark göstermemesine karşın en iyi sonucu tohumdan uygulanan 0,5 mM putresin uygulamasında olduğu görülmüştür.

Tuz stresinin mısır tohumlarının çimlenmesinde, çimlenme için geçen gün sayısında meydana getirdiği olumsuzlukları faklı dozlarda uygulanan putresin uygulamalarında çimlenme için geçen gün sayısında olumlu etki yaptığı görülmüştür. Farklı oranlarda uygulanan putresin uygulamalarının çimlenme için geçen gün sayısında kendi aralarında olumlu etkisi istatiki olarak fark göstermemektedir. Kontrol tohumlarıyla karşılaştırıldığında en iyi sonucu tohumdan uygulanan 0,5 mM putresin uygulamasında olduğu görülmüştür.

Yapılan çimlendirme çalışmalarında tuz stresinin gövdecik + kökçük üzerinde yaptığı olumsuz etkiyi, farklı dozlarda uygulanan putresin çözeltisinin kontrol tohumları kadar olmasada iyileştirdiği görülmüştür. Farklı dozlarda uygulanan putresin uygulamalarında kendi aralarında kontrol tohumlarıyla karşılaştırıldığında tuz stresinin olumsuz etkisini iyileştirmesi konusunda istatiki bir farklılık görülmemiştir. Kontrol tohumlarıyla karşılaştırıldığında en iyi tohumdan uygulanan 0,5 ve 1,0 mM putresin uygulamasında olduğu görülmüştür.

Tuz stresi sonrasında tohum çimlenmelerinin hipokotil yaş ağırlıkları üzerinde olan olumsuz etkiyi farklı dozlarda uygulanan putresin uygulamalarının olumlu etkilediği görülmüştür. Kontrol tohumlarıyla karşılaştırıldığında hipokolit yaş ağırlıklarının tuz stresinden dolayı oluşan olumsuz etkisini faklı dozlarda verilen putresin uygulamalarının iyileştirdiğinin olumlu etkisi istatiki olarak farklılık göstermezken en iyi sonucu tohumdan verilen 0,5 mM putresin uygulamasında olduğu görülmüştür.

Mısır bitkisinin tohumlarının çimlenmesi için yapılan çalışmada, tuz stresinin hipokolit kuru ağırlığında oluşturdu olumsuz etkiyi farklı dozlarda verilen putresin uygulamalrının iyileştirdiği görülmüştür. Farklı dozlarda tohumdan verilen putresin uygulamalarının kendi aralarında, tuz stresinin oluşturduğu olumsuz etkiyi iyileştirmesi üzerindeki olumlu etkinin istatiki olarak farkı görülmemiştir. Tuz stresinin hipokolit kuru ağırlığı üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiyi kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında en iyi sonucu veren tohumdan uygulanan 2,0 ve 2,5 mM putresin uygulamasıdır.

### 4.2.2. Yaş ve Kuru Ağırlık

Yapılan denemede kontrol bitkileri ile karşılaştırma yapıldığında tuz stresinin bitki kuru ve yaş maddesinin ağırlığında düşüşe sebep olduğu görülmüştür. Besin çözeltisinin ayrıca tohumdan ve yapraktan uygulanan putresinin bitkilerin yaş ve kuru madde ağırlığında kısmen de olsa artışa sebep olduğu görülmüştür (Çizelge 4.5). Tuzlu ortamda yetişen mısır bitkisinin yaş ve kuru maddesindeki en yüksek artışı tohumdan uygulanan 5 mM putresin uygulamasında sağlanmıştır.

Çizelge 4.5. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan putresin (Put: mM) ile yetiştirilen mısır bitkisinin gövde, kök ve toplam yaş ve kuru ağırlıkları (g/bitki)

| Uygulamalar | Gövde YA | Kök YA | Toplam YA | Gövde KA | Kök KA | Toplam KA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **K** | 28,35 a | 10,95 a | 39,30 a | 3,87 a | 1,35a | 5,22 a |
| **T** | 20,85 d | 9,51 b | 30,36 c | 3,02 c | 1,10 b | 4,12 c |
| **T+t0,5mM Put** | 27,25 ab | 10,75 a | 38,00 a | 3,75 a | 1,35 a | 5,10 a b |
| **T+t1,0mM Put** | 25,52 c | 10,53 a | 36,05 b | 3,50 ab | 1,31a | 4,81 b |
| **T+y0,5mM Put** | 26,05 bc | 10,82 a | 36,87 b | 3,55 ab | 1,30a | 4,85 b |
| **T+y1,0mM Put** | 20,51 d | 9,45 b | 29,96 c | 3,10 bc | 1,15 b | 4,25 c |

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

### 4.2.3. Fotosentez Verimi, Hücre Zarı Geçirgenliği ve Toplam Klorofil

Çizelge 4.6. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan putresin ile yetiştirilen mısır bitkisinin toplam klorofil içerikleri TK (mg/Kg), hücre zarı geçirgenliği (HZG: %), maksimum floresan verimi (Fv/FM),

| Uygulamalar | Fv/FM | HZG (%) | TK |
|---|---|---|---|
| **K** | 0,65 a | 16,60 c | 1309 a |
| **T** | 0,58 b | 25,82 a | 1083 e |
| **T+t0,5mM Put** | 0,64 ab | 18,92 b | 1220 b |
| **T+t1,0mM Put** | 0,61b | 20,40 b | 1185 c |
| **T+y0,5mM Put** | 0,62ab | 19,54 b | 1202 b |
| **T+y1,0mM Put** | 0,58 b | 23,26 a | 1138 d |

K: Kontrol; T: 100 mM NaCl; tmM Put: Tuz+besin çözeltisine uygulanan putresin (mM) ; T+ymM Put: Yapraktan uygulanan putresin (mM); toplam klorofil içerikleri TK (mg/Kg), hücre zarı geçirgenliği (HZG: %), maksimum floresan verimi (Fv/FM),
Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiki olarak farklıdır ($p \leq 0.05$).

Tuz uygulaması sonucunda maksimum floresan veriminin kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında azaldığı görülmüştür. Besin çözeltisi ile tohumdan ve yapraktan uygulanan putresinin maksimum floresan veriminde artış görülmüştür. Kontrol bitkileri ile karşılaştırılınca maksimum floresan verimine en yakın olan tohumdan uygulanan 0,5mM putresinin olduğu görülmüştür. Ayrıca tuz stresine maruz kalan bitkilerin yapraktan uygulanan 1 mM putresin uygulamasının paralel olduğu görülmüştür.

Tuz çözeltisinin bitkiye uygulanması sonucu klorofil konsantrasyonun kontrol bitkilerine oranla azalma olduğu görülmüştür. Besin çözeltisinin putresinle beraber tohumdan ve yapraktan uygulanması ile klorofil miktarında kısmen artış görülmüştür yalnız bu artış kontrol bitkilerinin klorofil konsantrasyonu kadar değildir. Putresin uygulamalarının sonucunda oluşan fark istatiki olarak önemli görülmemiştir.

Yapılan denemede tuz stresi ile yetişen bitkilerin hücre zarı geçirgenliğinde artış görülmüştür. Besin çözeltisiyle tohumdan ve yapraktan yapılan putresin uygulamalarının hücre zarı geçirgenliğini kontrol bitkisi kadar olmasada azalttığı görülmüştür. Farklı putresin uygulamalarının istatiki olarak önemli olmadığı görülmüştür.

### 4.2.4. Yapraktaki Su Potansiyeli, Osmotik Basınç

Çizelge 4.7. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan putresin ile yetiştirilen mısır bitkisinin yapraktaki su potansiyeli (Ψl : MPa), osmotik basınç (O.B. Osmol/kg).

| Uygulamalar | Ψl | OB |
|---|---|---|
| **K** | -0,34 a | 0,052 c |
| **T** | -1,52 e | 0,126 a |
| **T+t0,5mM Put** | -1,22 b | 0,101b |
| **T+t1,0mM Put** | -1,35 c | 0,109 b |
| **T+y0,5mM Put** | -1,30 c | 0,105 b |
| **T+y1,0mM Put** | -1,43 d | 0,122 a |

K: Kontrol; T: 100 mM NaCl; tmM Put: Tuz+besin çözeltisine uygulanan putresin (mM) ; T+ymM Put: Yapraktan uygulanan putresin (mM); yapraktaki su potansiyeli (Ψl: MPa); osmotik basınç (O.B. Osmol/kg).
Aynı sütun içindeki farklı harfler istatistiki olarak farklıdır ($p \leq 0.05$).

Yapraktaki su potansiyelinin, kontrol bitkilerine oranla, tuz uygulaması sonucu azaldığı görülmüştür. Besin çözeltisiyle birlikte tohumdan ve yapraktan yapılan putresin uygulamasının bitkilerdeki su potansiyelini artırsada kontrol bitkisinin yapraktaki su potansiyeline ulaşmadığı görülmüştür. Putresin uygulamaları arasındaki fark istatiki olarak önemli görülmemiştir.

Yapılan denemede, tuz stresinin kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında osmotik basıçın tuz uygulanan bitkilerde arttığı görülmüştür. Besin çözeltisiyle birlikte tohumla yapraktan yapılan putresin uygulamalarının bitkilerdeki osmotik basıncın az da olsa azalttığı görülmüştür. Bütün bu uygulamalara rağman kontrol bitkilerine ulaşılamamıştır. Putresin uygulamasının istatiksel olarak pek bir farkının olmadığı görülmüştür.

### 4.2.5. Bitkilerde Na, Ca ve K Konsantrasyonu

Besin çözeltisiyle, tohumdan ve yapraktan yapılan farklı miktarlardaki putresin uygulamaları sonucunda mısır bitkilerinin kök ve gövdelerindeki sodyum(Na), kalsiyum (Ca), potasyum (K) konsantrasyonları Çizelge 4.8. da görülmektedir.

Çizelge 4.8. Tuzlu ve tuzla birlikte tohumdan ve yapraktan farklı dozda uygulanan putresin ile yetiştirilen mısır bitkisinin gövde ve köklerindeki Na, Ca ve K (mMol/kg )

| Uygulamalar | Na | | Ca | | K | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gövde | Kök | Gövde | Kök | Gövde | Kök |
| **K** | 36 e | 84 c | 170 a | 168 a | 352 a | 105 b |
| **T** | 325 a | 276 a | 105 e | 63 c | 250 e | 96 c |
| **T+t0,5mM Put** | 224 d | 215 b | 132 b | 105 b | 311 b | 112 ab |
| **T+t1,0mM Put** | 245 c | 226 b | 122 c | 112 b | 295 c | 116 a |
| **T+y0,5mM Put** | 236 c | 222 b | 126 bc | 111 b | 305 b | 112 ab |
| **T+y1,0mM Put** | 299 b | 265 a | 111 d | 106 b | 275 d | 119 a |

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

Kontrol bitkileriyle tuz uygulana bitkilerin kök ve gövdeleri karşılaştırıldığında Na miktarında artış gözlemlenirken, Ca ve K miktarlarında ise azalma gözlemlenmiştir. Bitkilerin Na miktarlarındaki değişikliklere bakıldığında tohumdan uygulanan 0,5 mM putresin uygulamasının yapraktan uygulanan 0,5 mM putresinden daha düşük olduğu görülmüştür. Bitkilerin gövde kısımlarında ki Na miktarına bakıldığında ise; tohumdan uygulanan 1,0 mM putresinin yapraktan uygulanan 1,0 mM putresinden daha az olduğu gözlemlenmiştir. Bitkilerin gövdelerindeki Na miktarı uygulamalar arasında kontrol bitkileriyle karşılaştırılığında en çok düşüş tohumdan uygulanan 0,5 mM putresinde olduğu gözlemlenmiştir. Bitkilerin gövdelerindeki tohumdan ve yapraktan farklı dozlarda uygulanan putresinin Na miktarında meydana getirdiği değişiklik istatistiki olarak önemli görülmemiştir. Bitkilerin gövde kısımlarında ki Na miktarı göz önüne alındığında yapılan tüm putresin uygulamalarının tuzun Na miktarında ki olumsuz etkiyi azaltıcı etkisi olduğu görülmüştür. Bitkilerin kök kısımlarındaki Na miktarındaki farklılık gövdedeki Na miktarı ile paralellik göstermektedir. Tüm uygulamalar sonrasında kontrol bitkileriylekarşılaştırıldığında en iyi sonucun ise tohumdan verilen 0,5 mM putresin uygulamasında olduğu görülmüştür. Bitkilerin köklerindeki, tohumdan ve yapraktan farklı dozlarda uygulanan putresinin Na miktarında meydana getirdiği değişiklik istatistiki olarak önemli görülmemiştir.

Bitkilerin gövde ve köklerindeki Ca miktarına bakıldığında kontrol bitkilerine oranla tuz stresine maruz kalan bitkilerin Ca miktarında azalma olduğu görülmüştür. Görülen bu azalma tohumdan ve yapraktan farklı dozlarda uygulanan putresinle

kısmende olsa iyileşse bile kontrol bitkileri kadar artış olmadığı görülmüştür. En iyi sonuç tohumdan uygulanan 0,5 mM putresinde olduğu görülmüştür. Besin çözeltisiyle beraber tohumdan ve yapraktan uygulanan putresinin Ca miktarındaki artış gerek gövde de gerekse kökteki artışı istatiki olarak önemli bulunmamıştır.

Yapılan çalışmada, kontrol bitkileri ile tuz stresine maruz kalan mısır bitkilerinin K miktarında önemli ölçüde azalma olduğu görülmüştür. Tuz stresine maruz kalan bitkilerin besin çözeltilesiyle tohumdan ve yapraktan uygulanan farklı dozlarda putresinin sadece tuz stresine maruz kalan bitkilere oranla K miktarında artış olduğu görülmüştür. Gövdede ki ve kökteki K miktarının kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında en iyi sonucun tohumdan uygulanan 0,5 mM putresin uygulanmasında olduğu görülmüştür. Tohumdan uygulanan 0,5 mM putresin ile yapraktan uygulanan 0,5 mM putresinin K miktarın da paralellik gösterdiği görülmüştür.

Yapılan çalışmaların sonucunda tuz uygulamalarının bitkilerin kök ve gövdesinde yaş ve kuru ağırlıklarında kontrol bitkilerine oranla azaldığı görülmüştür. Bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen değişmeler daha önceki yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Yapılan bu çalışmalar; Kaur ve ark. (2002a), Bar- Tal (1991), Tarczynski ve ark. (1992), Kuşvuran (2011) Kaur ve ark. (2002b), Topaloğlu (2010), Kaya ve ark. (2003), Ababe ve ark. (2003). Bitki kök ve gövdesindeki yaş ve kuru ağırlıklarının tuz stresiyle azalmasını tohumdan ve yapraktan uygulanan putresinle kontrol bitkileri kadar olmasada kısmi olarak iyileştirdiği görülmüştür. Bulduğumuz bu sonuç Tekin ve Bozcuk (1998), yaptıkları çalışmayla paralellik göstermektedir. Tuz stresinin bitki ağırlıklarına yaptığı olumsuz etkiyi tüm putresin uygulamaları içinde en çok iyileştiren tohumdan uygulanan 0,5 mM putresinle olmuştur.

Tuz uygulamalarının mısır bitkisinde toplam klorofil miktarında azaltıcı etkisi olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuşlar; Yaşar (2003), Kaya ve ark. (2001b), Binici (2005), Alpaslan ve ark. (1998), Topaloğlu (2010) yaptıkları çalışmalarla paralellik göstermektedir. Tohumdan ve yapraktan uygulanan putresinin tuz stresinin

toplam klorofil miktarındaki azaltıcı etkiyi kısmende olsa azalttığı görülmüştür. En iyi sonucu tohumdan 0,5 mM putresin uygulamasında olduğu görülmüştür.

Tuz uygulamaları sonrasında yaptığımız çalışmada bitkilerin hücre zarı geçirgenlikleri artmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda hücre zarında meydana gelen bu artış Kaya ve ark. (2003), Yeo ve ark. (1990), Binici (2005) ile aynı doğrultudadır. Tohumdan ve yapraktan yapılan putresin uygulamalarının kısmen de olsa hücre zarındaki olumsuz geçişleri kısmende olsa iyileştirdiği görülmüştür. En iyi sonuç tohumdan 0,5 mM putresin uygulamasında görülmüştür.

Yaptığımız çalışmada tuza maruz kalan bitkilerde yaprak su potansiyelinde azalma olduğu görülmüştür. Tuz stresine maruz kalan bitkilerin yaprak su potansiyelinde meydana gelen azalmalar Kuşvuran (2011), Binici (2005) ve Baykal (2006), çalışmalarına benzer sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Tohumdan ve yapraktan uygulanan putresinin tuzun yaprak su potansiyelinde meydana getirdiği olumsuz etkiyi konrol bitkileri kadar olmasada iyileştirdiği görülmüştür. En iyi sonuç tohumdan uygulanan 0,5 mM putresinde olduğu görülmüştür.

Yaptığımız çalışmada tuz stresine maruz kalan bitkilerin maksimum ışık veriminde azalma görülmüştür. Maksimum ışık verimindeki bu azalma Kuşvuran (2011), Baykal (2006), Kuşvuran ve ark. (2007), Yaşar (2003), Daşgan ve Koç (2009), çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Farklı dozlarda tohumdan ve yapraktan uygulanan putresinin uygulama sonrasında bitkilerdeki maksimum ışık verimine olumlu etki göstererek kısmende olsa iyileştirdiği görülmüştür. Ayrıca putresin uygulamalarında konrol kadar olmasa da en iyi etkiyi tohumdan uygulanan 0,5 mM putresin uygulamasında olduğu görülmüştür.

Tuz stresine maruz bırakılarak yaptığımız çalışmada bitkilerdeki osmatik basıncın arttığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda tuz uygulamaları ile osmotik basınçtaki artış Topaloğlu (2010) yaptığı çalışmayla benzerlik göstermektedir. Tohumdan ve yapraktan uygulanan farklı dozlardaki putresinin tuz stresinin artırdığı osmotik basıncı kısmende olsa etkileyerek osmotik basıncı azaltıcı etki göstermiştir.

Yapılan uygulamalar sonucunda farklı dozlarda uygulanan putresin uygulamalarının osmotik basınç değerleri arasındaki farklar çok önemli görülmemiştir.

Yapılan çalışmalar sonrasında bitkilerin kontrol bitkileriyle karşılaştırılması sonucunda tuz stresinin bitkilerin kök ve gövdelerinde Na miktarında artma gözlemlenirken Ca ve K miktarlarında da azalma olduğu görülmüştür. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında tuz uygulanan bitkilerin kök ve gövdelerinde Na miktarında artış gözlenirken Ca ve K miktarlarında azalma görülmüştür. Sonuçların, Kaya ve ark. (2001a), Binici (2005), Kuşvuran ve ark. (2007), Leidi ve Saiz (1997), Topaloğlu (2010), Perez–Afocea ve ark. (1996), Kuşvuran (2011), Botella ve ark. (1997) çalışmaları ile paralellik gösterdiği görülmüştür. Tuz stresinin oluşturduğu olumsuz etkiyi tohumdan ve yapraktan uygulanan farklı dozlardaki putresinin gövde ve kökteki Na, Ca ve K miktarlarında kısmende olsa olumlu etki yaparak olumsuz etkiyi azaltmıştır. Kontrol bitkileri kadar olmasa da tuz uygulamasının olumsuz etkisini en iyi gösteren kısmen de olsa tohumdan uygulanan 0,5 mM putresinle olduğu görülmüştür.

# 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

## 5.1. Sonuçlar

### 5.1.1. Nitrik Oksit Denemesi

Yapılan çalışmada tuz stresinin bitkideki yaş ve kuru ağırlığı azalttığı görülmüştür. Tohumdan ve yapraktan yapılan nitrik oksit uygulamaları bitkinin yaş ve kuru ağırlığını artırdığı görülmüştür. Farklı dozlarda yapılan NO uygulamalarının arasında pek bir farklılık görülmemiştir.

Mısır bitkisinde yapılan çalışmalarda maksimum flüoresan verimi (Fv/FM) ve toplam klorofil (TK) miktarı tuzluluk stresiyle azalmıştır. Bunun yanında hücre zarı geçirgenliği (HZG) ise artmıştır. Tohumdan ve yapraktan yapılan NO uygulamaları ile bu parametrelerde iyileşme görülmüştür. Farklı dozlarda uygulanan NO'in uygulamaları arasında farklılık bulunmamıştır.

Mısır bitkisinde tuzluluk stresi yaprak su potansiyelini (Ψl) düşürmüştür. Fakat tuzluluk stresi sonrasında mısır bitkisinin yaprağındaki osmotik basıncı (YOB) ve prolin (Pro) içeriği artmıştır. Tohumdan ve yapraktan uygulanan NO yapraktaki su potansiyelini artırırken bitkinin osmotik basıncını ve prolin içeriğini düşürmüştür. Fakat birçok durumda yapraktan 3 mg/l NO uygulamaları mısır bitkisinin yaprak su potansiyelinin yükseltmede diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Mısır bitkisinde tuz stresi sonrasında sodyum konsantrasyonunun kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında çok yüksek olduğu görülmüştür. Tohumdan ve yapraktan NO uygulamalarının bitkideki sodyum miktarını azalttığı ancak bu azalmanın kontrol bitkileri kadar olmadığı görülmüştür.

Ayrıca tuzluluğun oluşturduğu stres faktörleri sonrasında mısır bitkisinin azot, fosfor ve kalsiyum içeriklerinin de düştüğü görülmüştür. Tohumdan ve yapraktan yapılan NO uygulamalarının ise kontrol bitkileri kadar da olmasa da mısır bitkisinde ki azot, fosfor ve kalsiyum içeriklerini artırdığı görülmüştür.

### 5.1.2. Putresin Denemesi

Mısır bitkisinde yaptığımız çalışmada tuz stresi sonrasında bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında azalma olduğu görülmüştür. Tohumdan ve yapraktan farklı dozlarda uygulanan putresinin bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında artış sağladığı görülmüştür. Kontrol bitkileriyle karşılaştırma yapıldığında bitkilerdeki yaş ve kuru ağırlığın tuzluluk stresi sonrasında oluşturduğu olumsuz etkiyi daha çok iyileştiren tohumdan uygulanan 0,5 mM putresin uygulaması olduğu görülmüştür.

Tuz stresi sonrasında mısır bitkilerinin kontrol bitkileriyle kıyaslandığında bitkilerdeki toplam klorofil miktarı ve yaprak su potansiyelinde azalmalar görülmüştür. Tohumdan ve yapraktan uygulanan farklı dozlardaki putresinin bu azalmaları kısmen de olsa iyileştirdiği görülmüştür.

Tuz uygulamaları sonrasında mısır bitkisinin hücre zarı geçirgenliği ile osmotik basıncında kontrol bitkilere oranla arttığı görülmüştür. Hücre zarındaki ve osmotik basınçtaki bu artışı tohumdan ve yapraktan uygulanan putresinin kısmende olsa azaltığı görülmüştür. Farklı putresin uygulamalarındaki olumlu etkiler istatiki olarak önemli bulunmamıştır.

Mısır bitkilerinde tuz stresi sonrasında kontrol bitkilerine göre karşılaştırıldığında maksimum ışık veriminde azalma görülmüştür. Tohumdan ve yapraktan yapılan putresin uygulamalarında maksimum ışık veriminde artış görülürken en olumlu sonucu tohumdan uygulanan 0,5 mM putresin uygulamasında olduğu görülmüştür.

Tuz stresi sonrasında mısır bitkilerinin kontrol bitkileriyle karşılaştırılması sonrasında Na miktarında artış görülürken Ca ve K miktarlarında ise azalma

görülmüştür. Tohumdan ve yapraktan putresin uygulamalarıyla Na miktarı kısmen azalırken, Ca ve K miktarlarında ise artma görülmüştür. Diğer putresin uygulamaları baz alındığında en iyi sonucu tohumdan uygulanan 0,5 mM putresin uygulamasında olduğu görülmüştür.

Genel olarak bakıldığında hem tohumdan hem de yapraktan uygulanan farklı dozlardaki putresinin bitkilerin fizyolojik, morfoloik ve besin elementlerinin alımında etkilerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

## 5.2. Öneriler

### 5.2.1. Nitrik Oksit Denemesi

Mısır bitkilerinde yapılan çalışmada, tuz stresinin bitkide oluşturduğu olumsuzlukları gerek tohumdan olsun gerekse yapraktan olsun farklı dozlarda NO uygulamalarının, oluşan stres faktörlerini kısmen de olsa iyileştirdiği görülmüştür. Tuz stresinin görüldüğü yerlerde bitkilere tohumdan ve yapraktan NO uygulamalarının tuzdan kaynaklanan problemleri çözmede yardımcı olacağı alternatif bir uygulama olduğu önerilebilir.

Sera ortamında yapılan bu çalışmayı arazi koşullarına taşımak bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutabileceği düşünülmektedir.

### 5.2.2. Putresin Denemesi

Mısır bitkilerinde farklı dozlarda tohumdan ve yapraktan uygulanan putresinin tuz stresini kısmen de olsa iyileştirdiği görülmüştür. Yapılan bu deneme ile tuz stresinin yaşandığı yerlerde, putresinin hem tohumdan hem de yapraktan uygulanması alternatif bir uygulama yöntemi olabileceği önerilebilir.

Sera koşullarında yapılan bu deneme arazi koşullarında yapıldığı takdirde bundan sonra yapılacak çalışmalarda ışık tutabileceği düşünülmektedir.

## 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.

AKAR, R., AKSAKAL, Ö., TABAY, D., ESRİNGÜ, A., 2015. Marul Fidelerinde Tuz Stresinin Neden Olduğu Oksidatif Stresin Yatıştırılmasında Eksojen Nitrik Oksidin Rolü, 1.Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu 01-04 Eylül 2015 Erzurum.

AKRAM, M.S., ASHRAF, M., AL-QURAINY, F. 2012.Aminolevulinic acid-induced changes in some key physiological attributes and activities of antioxidant enzymes in sunflower (Helianthus annuusL.) plants under saline regimes, Scientia Horticulturea, 142, 143–148.

AKRAM, M.S., ASHRAF, M., 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.

ALI, Q., ASHRAF, M., ATHAR, U.R. 2007.Exogenously applied proline at different growth stages enhances growth of two maize cultivars grown under water deficit conditions, Pakistan Journal of Botany, 39, 1133-1144.

ALI, Q., 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, Journal of Agronomy and Crop Science, 197, 258-271.

ALPASLAN, M., GÜNEŞ, A .,TABAN, S.,1998. Salinity resistance of rice (oryza sativa L.). Tr. J. of Biology, 23:499-506.

ALTMAN, A., BACHRACH U., 1981. Involvement of Polyamines in Plant Growth and Senescence. In: Advences In Polyamine Research, Eds.C.M.Caldarera ve ark.., Raven Pres, New York, 3 : 365-375.

ANONİM, 2005. DK 5783. http://www.monsanto.com/global/tr/urunler/pages/dkc-5783.aspx

ANTOGNONI, F., GHETT, F., MAZZUCATO, A., FRANCESCHETT, M. And BAGNİ, N. 2002. Polyamine pattern during flower development in the parthenocarpic fruit (pat) mutant of tomato, Physiol. Plant. 116, pp. 539–547

ASHRAF, M., FOOLAD, M.R. 2005.Pre-sowing seed treatment - A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions, Advances in Agronomy, 88, 223-271.

ASHRAF, M., HARRIS, P.J.C. 2013.Photosynthesis under stressful environments, An overview, Photosynthetica, 51, 163-190.

ATHAR, H.U.R., ASHRAF, M., WAHIİD, A., JAMIL, A. 2009. Inducing salt tolerance in canola (Brassica napus L.) by exogenous application of glycinebetaine and proline, response at the initial growth stages, Pakistan Journal of Botany, 41, 1311-1319.

BAKTIR, İ., ERDEMİR, S., GÖKTAŞ, Ö. 1994. Süs bitkilerinde hormon kullanımı. Akd. Üniv. Zir. Fak. Lisans Semineri., 15 s.

BAI, X.Y., DONG, Y.J., WANG, Q.H., XU, L.L., KONG, J., LIU, S. 2015. Effects of lead and nitric oxide on photosynthesis, antioxidative ability, and mineral element content of perennial ryegrass, Biologia Plantarum, 59, 163-170.

BAIS, H. P., SUDHA, G. S., RAVISHANKAR, G. A., 2000. Putrescine and Silver Nitrate Influences Shoot Multiplication,In Vitro Flowering and Endogenous Titers of Polyamines in Cichorium intybus L. cv. Lucknow Local. J. Plant Growth Regul. 19, 238-248.

BAR-TAL, A., FERGENBAUN, S., and SPARKS, D. L., 1991. Potassium salinity interaction in irrigated corn. Irr. Sci. 12:27-35.

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.

BATOOL, N., SHAHZAD, A., ILYAS, N,, NOOR, T. 2014. Plants and salt stress, International Journal of Agriculture and Crop Science, 7, 582-589.

BELIGNI, M.V., LAMATTINA, L. 2001. Nitric oxide in plants: the history is just beginning. Plant Cell. Environ, 24, 267–278.

BOLWELLl, G.P. 1999. Role of reactive oxygen species and NO in plant defence responses. Current Opinion in Plant Biology, 2, 287–294.

BONNEU, L., CARRE, M., DREUMONT, C. And MARTIN-TANGUY, J., 1994. Polyamine Metabolism During Seedling Development in Rice, Plant Growth Regulation, 15, 83-9

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.

BOTELLA, M.A., MARTINEZ, V., PARDINES, J., and CERDA, A., 1997. Salinity induced potassium deficiency in maize plants. J. Plant phsiol. 150:200-205.

CALATAYUD, A., BARRENO, E. 2004. Response to ozone in two lettuce varieties on chlorophyll a fluorescence, photosynthetic pigments and lipid peroxidation, Plant Physiology and Biochemistry ,42, 549-555.

CARLOS, G.M., LORENZO, L. 2001. Nitric Oxide Induces Stomatal Closure and Enhances the Adaptive Plant Responses against Drought Stress. Plant Physiology, 104, 1015-1025.

COSTA, G., and BAGNI, N., 1983. Effects of Polyamines on Fruit-Set of Apple, Hort. Science, 18(1), 59-61.

COUÉE, I., HUMMEL, I., SULMON, C., GOUESBET, G., EL AMRANI, A., 2004. Involvement of Polyamines in Root Development. Plant Cell, Tissue Organ Cult. 76, 1-10..

ÇELİK, A., ERARSLAN, F., 2015. Nitrik Oksit Uygulamasının Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Mineral Beslenmesi ve Bazı Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi,Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10 (1):55-64,

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.

DAVIES, P.J. 1995. In: Davies, Editor, Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology (Second ed.). Kluwer, Dordrecht, Nederlands 1995, pp.1-12

DIONISIO-SESE, M.L. and TOBITA, S., 1998. Antioxidant Responses of Rice Seedlings To Salinity Stress. Plant Sci 135: 1-9

DOBREV, P.I., HAVLÍČEK, L., VÁGNER, M., MALBECK, J., and KAMÍNEK, M. 2005. Purification And Determination Of Plant Hormones Auxin and Abscisic Acid Using Solid Phase Extraction and Two-Dimensional High Performance Liquid Chromatography. Journal of Choromatography A. Volume 1075, Issue 1-2, Pages159-166.

DONG, Y, JINC, J.S.S., LIU, S., XU, L.L., KONG, J. 2014.Effects of exogenous nitric oxide on growth of cotton seedlings under NaCl stress, Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 14, 1-13.

DUMANOĞLU, H., AYGÜN, A., 2007.Bazı Ayva (Cydonia oblonga Mill.) Genotiplerinde Yaprak Disklerinden Sürgün Organogenesisi, Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt 13, Sayı 1.

ERGÜN, N. 1997. Bazı Yosun ve Likenlerde İçsel Büyüme Hormonlarının (oksin, gibberellin, absisik asit ve sitohinin) Üretimi. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniv. Fen bilimleri Enstitüsü. Antakya.

ESİM, N., KARAMAN, A., ATICI, Ö., 2015.Civa Toksisitesi Altındaki Mısır (Zea mays) Bitkisinde Çimlenme ve Büyüme Parametreleri Üzerine Nitrik Oksit'in Etkisi, 1.Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu 01-04 Eylül 2015 Erzurum.

EVANS, PT., MALMBERG, RL., 1989. Do polyamines have roles in plant development? Annu Rev Plant Physiol Plant Mo1 Biol40 235-269

FAYEZ, K.A., BAZAID, S.A. 2014.Improving drought and salinity tolerance in barley by application of salicylic acid and potassium nitrate Jornal of Saudi Society for Agricultural Science, 13, 45-55.

FERRER, M.A., ROS-BARCELO´, A. 1999. Differential Effects of Nitric Oxide on Peroxidase and H2O2 Production by The Xylem of Zinnia Elegans. Plant Cell Environ Journal, 22, 891-897.

FOS, M., PROAÑO, K., ALABADI, D., NUEZ, F., CARBONELL, J. And GARCÍA MARTÍNEZ, J.L. 2003. Polyamine Metabolism is Altered in Unpollinated Parthenocarpic Pat-2 Tomato Ovaries. Plant Physiol. 131, pp. 359-366.

FLORES, H.E., PROTOCIA, C.M., SIGNS, M.W. 1989. Primary and secondary metabolizm of polyamines in plants. In "Plant Nitrogen Metabolizm" (JE Poulton, JT Romeo, EE Conn eds), Rec. Adv. Phytochem., Vol 23, Plenum Pres, New York, pp., 329-39

FLORES, H.E., EDS. 1991.Biochemistry and Physiology of Polyamines in Plants. CRC press. Boca Raton, FL.

FLORES, H.E., YOUNG, ND., GALSTON, AW. 1995. Polyamine Metabolizm and Plant stres. In Cellular and Molecular Biology of Plant Stres (JL key, T kosuge eds), Alan R., Liss., Inc., New York, pp., 93-114

GALLARDO, M., MATILLA, A., MUNÕZ de RUEDA, P. 1996. Role of polyamines in growth and development, Ars Pharm. 37; (1)., 17-27

GALLARDO, M., BUENO, M., GALLARDO, E., MATILLA, A. 1992. Free Polyaminesin Cicer atietinum Sedds During the Onset of Germination. Science Direct, Phytochemistry, Volume 31, Issue 7, Pages : 2283-2287

GALSTON, A.W., 1986. Polyamines as Modulators of Plant Development. Bioscience 33:382-88.

GARCI-MATA, C., GAY, R., SOKOLOVSKI, S., HILLS, A., LAMATTINA, L., BLATT, M.R. 2003. Nitric Oxide Regulates K+ and Cl Channels in Guard Cells through a Subset of AbscisicAcid-Evoked Signaling Pathways. Proceedings National Academy of Sciences, 100, 11116–111121.

GUPTA, B., HUANG, B. 2014.Mechanism of salinity tolerance in plants, physiological, biochemical, and molecular characterization, International Journal of Genomics, Article ID 701596, 18 pages.

KAUR-SHAWHNEY, R., 1980. Polyamines in Plants and Plant Cells. What' s New in Plant Physiol. Plant., 43: 213-216. 1995. Polyamines as Endogenous Growth Regulators. In: Plant Hormones (DAVIES, P.J. Editör) s:1-12.,158- 173

HABİB, N., ASHRAF, M. 2014.Effect of exogenously applied nitric oxide on water relations and ionic composition of rice (Oryza sativa L.) plants under salt stres, Pakistan Journal of Botany, 46, 111-116.

HABİB, N., ASHRAF, M. SHAHBAZ, M. 2013.Effect of exogenously applied nitric oxide on some key physiological attributes of rice (Oryza sativa L.) plants under salt stres, Pakistan Journal of Botany, 45, 1563–1569.

HABİB, N., ASHRAF, M. AHMAD, M.S.A. 2010.Enhancement in seed germinability of rice (Oryza sativa L.) bypre-sowingseed treatment with nitric oxide (NO) under salt stres. Pakistan Journal of Botany 42, 4071-4078.

HANZAWA, Y., TAKAHASHI, T., MICHAEL AJ., BURTIN, D., LONG, D., PINEIRO, M., COUPLAND, G., KOMEDA, Y., 2000. ACAULIS5, An Arabidopsis Gene Required for Stem Elongation, Encodes a Spermin Synthase. EMBO J 2000;19: 4248-56.

HUNG, K.T., KAO, C.H. 2003. Nitric Oxide Counteracts the Senescence of Rice Leaves Induced by Abscisic Acid. Journal of Plant Physiology, 160 (8), 871–879.

HUNG, K.T., CHANG, C.J., KAO, C.H. 2002.Paraquat toxicity is reduced by nitric oxide in rice leaves Journal of Plant Physiology, 159, 159–166.

KADER, M.A., LINGDBERG, S. 2005.Uptake of sodium in protoplasts of salt-sensitive and salt-tolerant cultivars of rice, Oryza sativa L. determined by the fluorescent dye SBFI, Journal of Experimental Botany, 56, 3149–3158.

KALAC, P. and KRAUSOVA, P. 2004. A Rewiew of Dietary Polyamines: Formation, Implications for Growth and Health and Occurrence in Foods. Food Chemistry.

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. Chickbea Pigeonpea Newslett, 9, 15-17.

KAUR-SHAWHNEY, R., 1995. Polyamines as Endogenous Growth Regulators. In: Plant Hormones (DAVIES, P.J. Editör) s:1-12.,158- 173

KAO, C.H., 1997. Physioloical Significance of Stress-Induced Changes in Polyamines in Plants. Bot. Bull. Acad. Sin.38:141-144.

KAYA, C., HIGGS, D., İNCE, F., AMADOR, B.M., ÇAKIR, A., SAKAR, E., 2003.Ameliorative effects of potassium phosphate on salt stressed peper and cucumber. Journal of Plant Nutrition, 26:807-820.

KAYA, C., SONMEZ, O., AYDEMİR, S., ASHRAF, M., DİKİLİTAS, M. 2013.Exogenous application of mannitol and thiourea regulates plant growth and oxidative stress responses in salt-stressed maize (Zea mays L.), Journal of Plant Interaction, 8, 234-241.

KAYA, C., KIRNAK, H., and HIGGS, D., 2001a. An experiment to investigate the ameliorative effects of foliar potassium phosphate sprays on salt stressed strawberry plants. Australian journal of Agric. Research, 52: 995-1000.

KAYA, C., KIRNAK., H., and HIGGS, D., 2001b. Enchancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. Journal of Plant Nutrition, 24: 357-367.

KHAN, A., AHMAD, M.S.A., ATHAR, H.U.R., ASHRAF, M. 2006. Interactive effect of foliarly applied ascorbic acid and salt stress on wheat (Triticum aestivum L.) at the seedling stage, Pakistan Journal of Botany 38, 1407-1414.

KHAN, M.N., SIDDIQUI, M.H., MOHAMMAD, F., NAEEM, M. 2012.Interactive role of nitric oxide and calcium chloride in enhancing tolerance to salt stress, Nitric Oxide, 27, 210-218.

KAUSAR, F., SHAHBAZ, M. 2013.Interactive effect of foliar application of nitric oxide (NO) and salinity on wheat (Triticum aestivum L.), Pakistan Journal of Botany, 45, 67-73.

KE, X., CHENG, Z., MA, W., GONG, M. 2013.Nitric oxide enhances osmoregulation of tobacco (Nicotiana tobacum L.) cultured cells under phenylethanoid glycosides (PEG) 6000 stress by regulating proline metabolism, African Journal of Biotechnology, 12, 1257-1266.

KOSHLAND, D.E. 1992. The Molecule of theYear. Science, 1861p, California.

KLEPPER, L.A. 1979. Nitric Oxide (NO) and Nitrogen Dioxide (NO2) Emissions from Herbicide-Treated Soybean Plants. Atmoshperic Environment, 13, 537–542.

KUŞVURAN, Ş., 2011. Bamya (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

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.

LAMATTINA, L., GARCI´A-MATA, C., GRAZIANO, M., PAGNUSSAT, G. 2003. Nitric Oxide: The Versatility of an Extensive Signal Molecule. Annual Review of Plant Biology, 54, 109–136.

LAUPASSAKI, M. H., ANDROULAKIS, I. A., VASILAKAKIS, D. M. 1995. Effect of Polyamines, Gibberellins and Other Growth Regulators on the

Fruit-Set of Avocado. Proceedings of The World Avocado Congress III, 1995, 57-60.

LE GUEN-LE SAOS, F., HOURMANT, A. 2001. Stimulation of Putrescine Biosynthesis Via the Ornithine Decarboxylase Pathway by Gibberellic Acid in the In Vitro Rooting of globe artichoke (Cynara scolymus). Plant Growth Regulation. 35 (3): 277-284. 2001.

LEIDI, E.O., and SAIZ, J. F., 1997. Is salinity tolerance related to Na acculumation in upland cotton seedlings. Plant soil, 190:67-75.

LESHEM, Y.Y. 1996. Nitric Oxide in Biological Systems. Plant Growth Regulation, 18, 155–159.

LESHEM, Y.Y., HARAMATY, E. 1996. The Characterization and Contrasting Effects of the Nitric Oxide free Radical in Vegetative Stress and Senescence of Pisum sativum Linn. Foliage. Journal of Plant Physiology, 148, 258-263.

LIU, K., FU, H., BEI, Q and LUAN, S. 2000. Inward Potassium Channel in Guard Cells as a Target for Polyamine Regulation of Stomatol Movements. Plant Physiology. 124 (2000), pp. 1315-1326.

LUIS A DEL RIO, F., CORPAS, J., BARROSO, J. 2004. Nitric Oxide and Nitric Oxide Synthase Activity in Plants. Phytochemistry, 65(7), 783-92.

MIRZA, J.I. and BAGNI, N., Effects of exogenous polyamines and difluoromethylornithine on seed germination and root growth of Arabidopsis thaliana, Plant Growth Regulation, 10, 163-168 (1991).

MUNNUS, R., TESTER, M. 2008.Mechanisms of salinity tolerance, Annual Review in Plant Biology, 59, 651-681.

MURANAKA, S., SHIMIZU, K., KATO, M. 2002.A salt-tolerant cultivar of wheat maintains photosynthetic activity by suppressing sodium uptake, Photosynthetica, 40, 505-515.

MURGI´A, I., DELLEDONNE, M., SOAVE, C. 2002. Nitric Oxide Mediates Iron-Induced Ferritin Accumulation in Arabidopsis. Plant Journal, 30, 521-528.

NAWAZ, K., ASHRAF, M. 2010.Exogenous application of glycinebetaine modulates activities of antioxidants in maize plants subjected to salt stres Journal of Agronomy and Crop Science, 196, 28-37.

NEILL, S.J., DESIKAN, R., HANCOCK, J.T. 2003. Nitric Oxide Signalling in Plants. New Phytologist, 159, 11–35.

NEVES, C., SANTOS,H., LUIS,V.B., and AMĂNCIO, S. 2002. Involvement of Free and Conjugated polyamines and free Amino acids in the Adventitious Rooting Micropropagated Cork oak nad grapevine Shoots. Plant Physiol. and Biochem. Volume 40, Issue 12, pages:1071-1080.

NOVAT, B., MONIN, J. 1994. Polyamines and Their Biosynthetic Enzymes in Dormant Embryos of the Spindle Tree (Euonymus europaeus L.) and in Dormansy Break Obtained After Treatment with Gibberellic Acid. Science Direct, Plant Science, Volume 102, Issue 2, Pages: 139-145

PEREZ, A. F., BALIBREA., M.E, SANTA, C. A, and ESTAN., M.T., 1996. Agronomical and physiological charecterisation of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. Plant and Soil, 180:251-257.

PERVEEN, S., SHAHBAZ, M., ASHRAF, M. 2013.Influence of foliar-applied triacontanol on growth, gas exchange characteristics, and chlorophyll

fluorescence at different growth stages in wheat under saline conditions, Photosynthetica, 51, 541-551.

PLAUT, Z., EDELSTEİN, M., BEN-HUR, M. 2013.Overcoming salinity barriers to crop production using traditional methods, Critical Review in Plant Science 32, 250-291.

RASTOGI, R., DULTON, J., ROTHSTEIN, S.J., 1993. Cloning of Tomato (Lycopersıcon Esculentum Mıll.) Arginine Decarboxylase Gene and Its Expression during Fruit Ripening. Plant Physıol., 103:829-834.

ROSELLA, P., FABIANA A., BAGNI, N., Polyamine uptake and transport in different plant systems. Current Topics in Plant Physiol. 1, 21-29 (1993).

RUEDA, M., MATİLLA, A., SANCHES I. 1994. Thermoinhibition Alters the Polyamine Levels in Cotyledons and Embryonic Axes During Germination of Stratified Chick-Pea Seeds. Science Direct, Plant Science, Volume 101, Issue 2, Pages: 143-150

RUAN, H.H., SHEN, W.B., YE, M.B., XU, L.L. 2002. Protective effects of nitric oxide on salt stress-induced oxidative damages to wheat (Triticum aestivum) leaves, Chinnase Science Bulletin, 47, 677-681.

SABIR, P., ASHRAF, M. 2007.Screening of local accession Panicum mliaceum for salt tolerance at the seedling stage using biomass production and ion accumulation as selection criteria, Pakistan Journal of Botany, 39, 1655-1661.

SAKAMOTO, A., MURATA, N., 2001. The use of bacterial choline oxidase, a glycinebetaine-synthesizig enzyme, to create stres-resistant trangenic plants. Plant Physiol. 125:180-188.

SALEEM, M., ASHRAF, M., AKRAM, N.A. 2011.Salt (NaCl)-induced modulation in some key physio-biochemical attributes in okra (Abelmoschus esculentus L.), Journal of Agronomy and Crop Science, 197, 202-213.

SANTOS, C., AZEVEDO, H., CALDEIRA, G. 2001.In situ and in vitro senescence induced by KCl stress, nutritional imbalance, lipid peroxidation and antioxidant metabolism Journal of Experimental Botany, 52, 351-360.

SEÇER, M. 1991. Yapay büyüme düzenleyicilerinin (Hormonların) bitkisel üretimde kullanılma olanakları. Ege Üniv. Zir. Fak. Derg., 28,1,211-229 s.

SERRANO and MARTINEZ-MADRID, M.C., 1999. Ethylene Biosynthesis and Polyamines and ABA Levels in Cut Carnations Treated with Aminotriazole.J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(1):81-85.

SCHOONJANS, L., PODOOR, N., DESCHEEMAECKER, M., GEUNS, J.M.C., 1989. Polyamines and Fruit Set in Trees of Prunus cerasus L. In:Acta Horticulturae Sixth International Symposium on Growth Regulators inFruit Production. 239: 383-386.

SHAHEEN, S., NASEER, S,, ASHRAF, M., AKRAM, N.A. 2012.Salt stress affects water relations, photosynthesis and oxidative defense mechanisms in Solanum melongena L. Journal of Plant Interaction, 8, 85-96.

SHARMA, I. and MISRA, S.N., 1994. Putrescine as a growth inducer and as a source of nitrogen for mustard seedlings under sodium chloride salinity, Indian J. Exp. Biology. 32, 916-918.

SINSKA, I. And LEWANDAWSKA, U., 1991. Polyamines and Ethylene in the Removal of Embryonal Dormancy in Apple Seeds, Physiol. Plant., 81, 59-64.

SLOCUM, R.D., KAUR-SAWHNEY, R., GALSTON, A.W., 1984. The Physiology and Biochemistry of Polyamines in Plants. Arch. Biochem. Biophys. 235:283-303.

SMITH, T.A., 1970. Putrescine, Spermidine and Spermine in Higher Plants. Phytochemistry, 9 (7) :1479-1486.

SMITH, T.A., BAGNI, N., FRACOSSINI, DS. 1979. The formation of amines and their derivates in plants (EJ Hewitt, CV Cutting seeds) Nitrogen Assimilation of Plants , Acadenic Pres, New York, pp. 557-570

SWAMY, P.M., USHA, R., KIRANMAYEE, P., RAMAMURTHY, N. 2004. Changes in Polyamine Contents and Arginine Dekarboxylase Activity Associated with Elongation Growth of Hypocotyls in Rhizophora apiculata BI. Canadian Journal of Biology. Ottawa: Nov. 2004. Vol.82, Iss. 11; pg. 1656, 6 pgs.

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

TASSONI, A., BUUREN, M., FRANCESCHETTI, M., FORNALÈ, S., and BAGNI, N. 2000. Polyamine Content and Metabolism in Arabidopsis thaliana and Effect of Spermidine on Plant Development. Plant Physiology and Biochemistry. Volume 38, Issue 5, Pages 383-393.

TABAN, S., GÜNEŞ, A., ALPASLAN, M., ve ÖZCAN, H., 1999. Değişik Mısır Zea Mays L. Cvs ) Çeşitlerinin Tuz Stresine Duyarlılıkları. Tr. J. Of Agriculture and Forestry, Ek Sayı 3, 625-633.

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.

TARENGHI, E., MARTIN-TANGUY, J., 1995. Polyamines, Floral İnduction and Floral Development of Strawberry (Fragaria Ananassa Duch.) Publisher: Springe Science+Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V. Issn: 0167-6903 (paper)1573-5087 Issue : Volume 17, Number 2 Pages : 157-165

TEKİN, F., BOZCUK,S., 1998. Helianthus Annuus L. Var. Santafe Tohumlarının Çimlenmesi ve Erken Büyüme Üzerine Tuz ve Dışsal Putresinin Etkileri. Tr. J. Of. Biology. 22:3, 331-340.

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.

ÜNYAYAR, S., TOPÇUOĞLU, Ş.F., and ÜNYAYAR, A., A. 1996. Modified Method for Extraction and Identification of Indole-3-Acetic Acid (IAA), Gibberellic Acid (GA3), Abscisic Acid (ABA) and Zeatin Produced by Phanerochaete Chysosporium ME446. Plant Physiology and Biochemistry. Special Issue. 307.

VALDEN, R., CORDEIRO, A., TIBURCIO, A.F., 1997. Polyamines: Small Molecules Triggering Pathways in Plant Growth and Development. Plant Physiologj 113, 1009-1013.

WENDEHENNE, D., PUGİN, A., KLESSİG, D.F., DURNER, J. 2001. Nitric Oxide: Comparative Synthesis and Signalling in Animal and Plant Cells. Trends Plant Science, 6, 177–183.

WOLUKAU, N. J., ZHANG, S., XU, G., CHEN, D. 2003. The Effect of Temperature, Polyamines and Polyamine Synthesis İnhibitor on in Vitro Polen Germination and Polen Tube Growth of Prunus mume. Scientia Horticulturae. 99. 289-299

WOJTASZEK, P. 2000. Nitric Oxide in Plants: To NO or not to NO. Phytochemistry, 54, 1–4.

WANG, S.Y., GALETTA, G.J., 1996. Compositional Change in Colletotrichum (Anthracnose) Infected Strawberry Fruit. In: ISHS Acta Horticulturae IIIInternational Strawberry Symposium. 439: 815-821

YAŞAR, F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin ın Vitro ve ın Vivo Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 139 sayfa.

YAN, K., CHEN, P., SHAO, H., ZHAO, S., ZHANG, L., ZHANG, L., X, uG., SUN, J. 2012.Responses of photosynthesis and photosystem II to higher temperature and salt stress in sorghum, Journal of Agronomy and Crop Science, 198, 218-226.

YANG, K.Y., LIU, Y., ZHANG, S. 2001.Activation of a mitogen activated protein kinase pathway is involved in disease resistance in tobacco, Procceeding of National Acadamy of Science USA, 98, 741-746.

YEO, A. R., YEO, M. E., and FLOWERSS, T. J., 1990. Screening of rice ( Oryza sativa L.) genotypes for physiological characters contributing to salinity resisitance and their relationship to overall performance. Theoretical and Applied Genetics. 79:377-384.

YURTSEVEN, E., ve BARAN, H.Y., 2002. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarının Brokolide (Brossica oleraceabotrytis) Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi Turk J Agriculture and Forestry 24 (2000) 185-190.

YÜREKLİ, F., 2015. Kuraklık Stresi Uygulanan Nohut bitkisinde Absisik Asit (ABA) ve Nitrik Oksit (NO)'in Etkilerinin Araştırılması, 1.Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu 01-04 EYLÜL 2015 Erzurum.

ZHENG, C., JIANG, D., LIU, F., DAI, T., LIU, W., JING, Q., CAO, W. 2009.Exogenous nitric oxideimproves seed germination in wheat against mitochondrial oxidative damage induced by high salinity, Environmental and Experimental Botany, 67, 222-227.

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER


**Adı Soyadı** : Ali Biçer
**Uyruğu** : T.C.
**Doğum Yeri ve Tarihi** :Akdağmadeni – 10/06/1980
**e-mail** :66ali.bicer66@gmail.com


## EĞİTİM

| Derece | Bölüm/Program Adı | Bitirme Yılı |
|---|---|---|
| Ön Lisans | : | |
| • | Harran Üniversitesi Siverek MYO, Gıda Teknolojisi | 2006 |
| • | Anadolu Üniversitesi, AÖF Fakültesi, Laborant ve Veterinerlik Sağlık Programı | 2015 |
| Üniversite | : | |
| • | Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği | 2011 |
| • | Anadolu Üniversitesi AÖF Fakültesi, Sosyoloji | - |
| Yüksek Lisans | : | |
| • | Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak ve Bitki Besleme ABD. | 2016 |
| • | Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD. | - |
| Doktora | : | |

## İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görevi |
|---|---|---|
| 2012-2015 | Harran Üniversitesi (TUBİTAK Projesi) | Öğrenci |
| 2015- | GAPSU Tarımsal Danışmanlık LTD. ŞTİ. | Mühendis |

## YABANCI DİLLER

İngilizce