

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BRASSİNOSTEROİT VE MİKROBİYAL GÜBRENİN TUZ STRESİNDE
YETİŞEN MISIR BİTKİSİNE ETKİLERİ**

İsmail ALTAŞ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2016**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BRASSİNOSTEROİT VE MİKROBİYAL GÜBRENİN TUZ STRESİNDE
YETİŞEN MISIR BİTKİSİNE ETKİLERİ**

İsmail ALTAŞ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2016**

Prof. Dr. Cengiz KAYA danışmanlığında, İsmail ALTAŞ'ın hazırladığı “**Brassinosteroid ve mikrobiyal gübrenin tuz stresinde yetişen mısır bitkisine etkileri**” konulu bu çalışma 23/03/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Cengiz KAYA

Üye : Doç. Dr. Osman SÖNMEZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞENBAYRAM

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

Prof. Dr. Şerafettin Çelik
Enstitü Müdürü V.

Bu çalışma HÜBAK/TÜBİTAK TOVAG Tarafından Desteklenmiştir.
TÜBİTAK-TOVAG Proje No:114R068
HÜBAK Proje No: 15019

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	3
2.1. Tuzluluğun Oluşması ve Bitkiler Üzerine Etkisi	3
2.2. Brassinosteroidler (BR)	9
2.3. Tuzluluk Stresi Ve Mikrobiyal Gübrelere Kullanılması	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. Brassinosteroid Denemesi	14
3.2. Tuz stresi ve Mikrobiyal Gübre Denemesi	16
3.2.1. Materyal	16
3.2.1.1. Deneme bitkileri	16
3.2.2. Yöntem	16
3.2.3. Fizyolojik ve Biyokimyasal Özelliklerin Ölçülmesi:	19
3.2.3.1. Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı ile Kimyasal Analizler	19
3.2.3.2. Klorofil Tayini	20
3.2.3.3. Fotosentez verimi ölçümü	20
3.2.3.4. Hücre öz suyunun osmotik basıncının belirlenmesi	20
3.2.3.5. Yaprak su potansiyelinin belirlenmesi	21
3.2.3.6. Prolin Tayini	21
3.2.3.7. Glisin Betain Tayini	21
3.2.3.8. Hücre Zarı Geçirgenliği Tayini	22
3.2.4. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal özelliklerinin Belirlenmesi	22
3.2.5. İstatistiksel analiz	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	24
4.1. Brassinosteroid Denemesi	24
4.1.1. Yaş ve Kuru Ağırlıklar	24
4.1.2. Maksimum Işık Verimi (Fv/FM), Hücre Zarı Geçirgenliği (HZG) ve Toplam Klorofil	26
4.1.3. Yaprak Su Potansiyeli (Ψ), Osmotik basınç (OB), prolin ve Glisin Betain (GB)	28
4.1.4. Bitkideki Mineral Element İçerikleri	30
4.2. Mikrobiyal gübrenin azaltılmış N ve Tuz stresinde yetişen mısır bitkisine etkileri	32
4.2.1. Klorofil içeriği	32
4.2.2. Hücre zarı geçirgenliği	33
4.2.3. Fotosentez verimi	34
4.2.4. Yapraktaki su potansiyeli	34
4.2.5. Bitkilerde osmotik basınç	35
4.2.6. Bitkilerde Na, N, Ca, P ve K konsantrasyonu	36
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	38
5.1. Sonuçlar	38
5.1.1. Brassinosteroid Deneme Sonuçları	38
5.1.2. Mikrobiyal gübrenin azaltılmış N ve Tuz stresinde yetişen mısır bitkisine etkileri	39
5.2. Öneriler	40
5.2.1. Biyolojik gübrenin tuz stresindeki mısır bitkisine etkileri	40
5.2.2. Biyolojik gübrenin azaltılmış N üzerine etkisi	40
KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	47

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BRASSİNOSTEROİT VE MİKROBİYAL GÜBRENİN TUZ STRESİNDE YETİŞEN MISIR BİTKİSİNE ETKİLERİ

İsmail ALTAŞ

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

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

Tarım arazilerinde meydana gelen tuzluluk problemi nedeniyle bitkiler strese girmektedir. Stres koşullarında bitkilerde osmotik basınç, hücre zarı geçirgenliği, fotosentez gibi bazı fizyolojik özellikler olumsuz yönde etkilenmekte ve netice olarak verimlilik düşmektedir. Bu kapsamda (100 mM) NaCl uygulanarak oluşturulan tuzlu koşullar altında yetiştirilen mısır bitkisine uygulanan brassinosteroid (BS) ve biyolojik gübrenin etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışma neticesinde tuz stresi bitkilerin toplam klorofil, yaprak su potansiyeli, Ca, K, N, P alımı ve fotosentez miktarında düşüş gösterirken, osmotik basınç, hücre zarı geçirgenliği ve Na alımında artış meydana getirmiştir. Mısır bitkisine BS ve biyolojik gübre uygulaması ile bitkilerde tuzluluğun meydana getirdiği olumsuzluklar kısmen iyileştirilmiştir. Yapraktan EBR (24-Epibrassinolide) uygulamalarının özellikle 1,5 ve 2 µM dozlarının tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisinde tuza toleransı kısmi olarak artırmıştır. Bu bileşiklerin etkili dozları, tuzlu koşullarda mısır yetiştiriciliği için önerilebilir. EBR uygulamalarının tuz stresinde yetişen mısır bitkisi üzerindeki olumlu etkisi; bitkideki Na birikimini azaltmak ve bitkideki N ve Ca miktarını artırmadan dolaydır. Ayrıca bu olumlu etki aynı zamanda diğer test edilen fizyolojik parametrelerde (hücre zarı geçirgenliği gibi) iyileştirme meydana getirmesi nedeniyleledir.

ANAHTAR KELİMELER: Azaltılmış N, Brassinosteroid, Biyolojik gübre, Mısır, Tuzluluk

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECTS OF BRASSINOSTEROID AND MICROBIAL FERTILIZER ON MAIZE PLANTS GROWN UNDER SALT STRESS

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

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

Due to the salinity problem in agricultural lands, plants face stress. Under stress conditions, some physiological features of plants such as osmotic pressure, the cell membrane permeability, photosynthesis are negatively affected and finally the productivity decreases. In this context, under the circumstances of saline conditions which generated by implementation of NaCl (100 mM), the effect of brassinosteroid and biological fertilizer on corn plant was examined. According to results, salinity stress reduced total chlorophyll, leaf water potential, Ca, K, N, P uptake and photosynthesis, but increased osmotic pressure, cell membrane permeability and Na uptake. Application of BS and biological fertilizer partly reduced deleterious effect of salinity on maize plants. Particularly foliar applied 1.5 and 2 μ M EBR were found to be more effective on tested parameters. Those effective doses can be recommended for maize cultivation in saline areas. This mitigation effect might be due to reduced Na and increased N and Ca in leaves of maize plants grown at saline condition. Furthermore this positive effect is due to improve other tested physiological parameters such as membrane permeability.

KEY WORDS: Biological Fertilizer, Brassinosteroid, Corn, Reduced N, Salinity

TEŞEKKÜR

Tezimin hiçbir aşamasında yardımlarını esirgemeyen kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum danışmanım Prof. Dr. Cengiz KAYA'ya, teşekkür ederim. Ayrıca 114R068 numaralı projede bana burslu öğrenci olarak görev yapma imkanı sunan TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca yakın ilgi ve alakasını hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Erdal SAKİN'e

Kızıltepe İlçe Tarım Müdürü Sayın Nevaf KALKAN 'a, Zir. Yüksek Müh. Yusuf KILIÇ'a, Zir. Müh. Ahmet TİMUR'a, Zir. Müh. Murat ÖNGÖRÜR'e, Zir. Müh. Vedat BÜYÜKASLAN'a ve Zir. Müh. Selman TİMURAĞAOĞLU'na,

Deneme çalışmalarımızda serasını bize açan değerli meslektaşım Sayın Rıdvan GÖKÇEN ve değerli Sulamacı CebraİL GÖKÇEN'e,

Laboratuar çalışmalarında yardımcı olan tüm Martest analiz laboratuvarı çalışanlarına ve maddi manevi desteğini esirgemeyen sahibi Sayın Halit KARABOĞA'ya,

Kızıltepedeki çalışmalarında araç-gereç temininde yardımcı olan Altaş Tarım, Yıldız Tarım ve Yayla Tohumculuğa, Yayla tohumculuk müdürü Sayın Medeni YILDIZ'a ve değerli meslektaşım Zir. Müh. Zeyni SÜS'e

Tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyerek her daim yanımda olan aileme özellikle kardeşlerim Dr. Ahmet ALTAŞ ve Böl. Şeh. Pl. Uzmanı Baran ALTAŞ'a, saygıdeğer Annem Zero ALTAŞ ve Babam Mehmet ALTAŞ'a

Ayrıca tez çalışmam süresince bana her daim ilham kaynağı olan tezimi bozmaktan sakınmayan biricik kızım Zerya Berçem ALTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Bitkilerin gelişim aşamalarında yapılan uygulamalar.....	18
Çizelge 4.1. Tuz stresi ve kontrol koşullarla birlikte farklı metotla uygulanan 24-epibrassinolitin (μM) iki mısır çeşidinin yaş (YA) ve kuru (KA) ağırlığı üzerine etkisi.....	25
Çizelge 4.2. Tuz stresi ve kontrol koşullarla birlikte farklı metotla uygulanan 24-epibrassinolitin (μM) iki mısır çeşidinin maksimum flüoresans verimi (Fv/FM), hücre zarı geçirgenliği (HZG) ve toplam klorofil (TK mg/kg yaş ağırlık üzerinde) üzerine etkisi.....	28
Çizelge 4.3. Tuz stresi ve kontrol koşullarla birlikte farklı metotla uygulanan 24-epibrassinolitin (μM) iki mısır çeşidinin yaprak su potansiyeli (Ψ :MPa), yaprak osmotik basıncı (YOB: Osmol/kg), prolin (Pro: $\mu\text{mol/g}$) ve glisin betain (GB, $\mu\text{g/g}$ KA) içeriği üzerine etkisi.....	30
Çizelge 4.4. Tuz stresi ve kontrol koşullarla birlikte farklı metotla uygulanan 24-epibrassinolitin (μM) iki mısır çeşidinin sodyum (Na), kalsiyum (Ca) ve azot (N) (mmol/kg) içeriğine etkisi.....	32
Çizelge 4.5. Tuz stresi, kontrol koşullar ve azaltılmış N ile birlikte farklı miktarda toprağa uygulanan biyolojik gübrenin mısır bitkisinin maksimum flüoresans verimi (Fv/FM), hücre zarı geçirgenliği (HZG) ve toplam klorofil (TK mg/kg yaş ağırlık üzerinde) üzerine etkisi.....	33
Çizelge 4.6. Tuz stresi, kontrol koşullar ve azaltılmış N ile birlikte farklı miktarda toprağa uygulanan biyolojik gübrenin mısır bitkisinin yaprak su potansiyeli (Ψ : MPa) ve yaprak osmotik basıncı (YOB: Osmol/kg) üzerine etkisi.....	35
Çizelge 4.7. Tuz stresi, kontrol koşulları ve azaltılmış N ile birlikte farklı miktarda toprağa uygulanan biyolojik gübrenin mısır bitkisinin sodyum (Na), azot (N), kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve fosfor (P) (mmol/kg) içeriğine etkisi.....	36

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
BG1	Biyolojik gübre bir
BG2	Biyolojik gübre iki
BS	Brassinosteroidler
Ca	Kalsiyum
dS/m	Desisimens/Metre
EBR	24-Epibrassinolide
EC	Elektriksel İletkenlik
Fv/Fm	Maksimum fotosentez verimliliği
g	Gram
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
HCl	Hidro Klorik Asit
HZG	Hücre Zarı Geçirgenliği
K	Potasyum
K1	Kontrol bir
K2	Kontrol iki
Kg	Kilogram
K ₂ SO ₄	Potasyum Sülfat
M	Molar
ml	Mililitre
mM	Mili Molar
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
OB	Osmotik Basınç
°C	Santigrat Derece
P	Fosfor
PGPR	Biyolojik Kontrol Ajanı
pH	Power of Hydrogen (toprak Ph'sı)
ppm	Milyonda Bir Değer
T	Tuz
TK	Toplam Klorofil
Ψl	Yapraktaki Su Potansiyeli

1. GİRİŞ

Mısır, ülkemizde buğday ve arpadan sonra en çok üretimi yapılan bitkidir. Yaklaşık 660 bin hektar arazide mısır üretilmekte olup, bu alandan yaklaşık 5.9 milyon ton ürün elde edilmektedir (TUİK, 2013).

Tuzluluk, ülkemizde ve dünyanın birçok ülkesinde tarımsal üretimi olumsuz etkileyen önemli abiyotik streştir. Dünyada toplam sulanan alanın % 30'u, toplam alanın ise % 6'sı tuzluluk probleminden etkilenmektedir (Chaves ve ark., 2009). Bu olaydan dolayı tarımsal üretimde her yıl 12 milyar dolarlık bir kayıp yaşanmaktadır (Shabala, 2013).

Tuz stresinde iklimdeki değişimler ve sulama amacıyla kullanılan suyun kalitesi ve miktarındaki azalma nedeniyle tuzluluk 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 amaçla denemeler günümüzde de devam etmektedir (Sakamoto ve Murata, 2000).

Seleksiyon ıslahı, genetik modifikasyon programları ve osmoprotektantlar ile bitki büyümesini düzenleyici maddeler kullanılarak bitkide tuz stresine karşı tolerans geliştirmek mümkündür. Geleneksel ıslah metotları ve genetik modifikasyon programları çok zaman almakta ve elde edilen başarı, genetik olarak değiştirilmiş ürünler için garanti edilememektedir. Bunun yanı sıra, değişik stres faktörlerine dayanıklı hatların birden fazla genle (multigenic) kontrol edilmesi nedeniyle çoğunlukla bu yöntemlerle istenilen sonuçlar elde edilmeyebilir. Bu konuyla ilgili olarak bazı bitkilerde olumlu sonuçlar elde edilmiş ancak, bu yeni hatların farklı

gelişme safhalarında strese dayanıklılık kapasitelerinin aynı olmaması nedeniyle hedeflenen başarıyı ulaşılmamaktadır (Ashraf ve Harris, 2004). Bu durumda, tuzlu koşullarda da gelişebilen ve etkili olabilecek bitki büyümesi düzenleyen bileşiklerden biri olan Brassinosteroidler (BS) tuzluluk stresinin üstesinden gelmek için kısa dönemde alternatif çalışma konularından biri olmaktadır. Son zamanlarda, strese toleransı geliştirmek için araştırmalar özellikle bitkide doğal olarak sentez edilen veya dışarıdan uygulanan bitki büyümesini düzenleyen maddeler üzerinde yoğunlaşmıştır (Naidu ve Williams, 2004). Brassinosteroidler (BS) bu bileşiklerden biri olup doğal koşullarda bitkilerde sentezlenmekte olup bitki büyüme ve gelişmesine katkıda bulunurlar.

Tuzluluk stresi altında veya optimum koşullarda yaşayan bitkilerde gelişmeyi arttırmak amacıyla kullanılan bir diğer bileşik ise biyolojik gübredir. Son yıllarda besin elementi döngüsünde bulunan mikroorganizmaların biyolojik gübre olarak kullanılmasının nedeni, ticari gübrelerin olumsuz etkilerinin azaltılması ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır (Şahin ve ark., 2004). Birtakım kök bakterileri, bitkilerde uyarıcı bir etki yaratırlar, bunun yanında biyokontrol ajanı rolü oynayabilirler, bu iki durum ve bu ikisini de aynı anda gerçekleştirerek bitkilerde olumlu etkiler yaratırlar. Tarımsal üretimde verimliliğin artması ve stres koşullarının korunması için kök bakterileri tohumla bulaştırılabilirler, bitkileri yeşil aksamalarına uygulanarak yarar sağlayabilirler. "Bitki Gelişimini Uyarıcı Kök Bakterileri" (Plant Growth Promoting Rhizobacteria- PGPR) adı verilen bu bakteriler, "biyogübre" olarak adlandırılmakta ve bunun için toprağa doğrudan veya tohumla karıştırılarak uygulanmaktadır. Mısır bitkisinin kontrole göre stres parametrelerinde önemli ölçüde bir azalma yaratmışlardır bu PGPR bakterileri. Yine bu biyolojik gübre uygulamaları ile mısır bitkisinin tuza karşı toleransı artırılabilir (Kloepper ve ark., 1989).

Sera koşullarında yapılan bu çalışmanın amacı, mısır bitkisine brassinosteroid ve biyolojik gübrenin tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır bitkisinin gelişmesine ve bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisinin test edilmesidir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Tuzluluğun Oluşması ve Bitkiler Üzerine Etkisi

Toprakta çözülebilir tuzların oranının yüksek olması nedeniyle bitkinin ihtiyacından daha fazla tuzu alması bitki büyüme ve gelişmesinde değişik sorunlara yol açar. Toprağın ihtiva ettiği tuz oranının artması, bitkinin alacağı su miktarının azalmasına neden olur. Bu durum bitkilerde bodurluğa ve kök gelişimlerinde gerilemeye neden olur. Kullanılabilir su potansiyelinin düşmesine neden olacak miktarda tuz konsantrasyonunun kullanılması (0.5 – 1.0 bar) durumunda bitkinin strese girdiğini görüyoruz ki, buna tuz stresi denir (Levitt, 1980).

Tarım alanlarında “tuzluluk problemine” neden olan başlıca şeyler şunlardır: Yağışların düşük olması, evapotranspirasyonun yüksek olması, sulama suyunun tuzlu olması, tuz yatakları ve sulamanın yanlış yapılmasıdır (Levitt, 1980).

Bitkilerin tuz koşulları sebebiyle strese girmesi üç şekilde gerçekleşmektedir: Bitki kök bölgesinde su potansiyelinin düşük olması, başta Na^+ Cl^- olmak üzere toksik etkisi bulunan iyonların bitkide aşırı miktarda birikmesi ve son olarak da bitkinin beslenmesinde yaşanan dengesizliklerdir (Munns ve Termaat, 1986; Lauchli, 1990; Marchner, 1995).

Osmotik basıncın tuzlu topraklarda artması, bitkinin yeterince suyu alamaması veya ortamda fazla miktarda Na ve Cl bulunması nedeniyle yol açtığı toksik (zehirlenme) etki dolayısıyla, bitki çiçek tomurcuğunun oluşum miktarında azalmaya neden olur ve meyve verimi azalır. Diğer yandan tuzluluk stresinin bir diğer etkisi ise bitkinin enzim aktivitesinde azalmanın meydana gelmesi ve protein sentezinin azalmasıdır. Bitkilerde tuz stresi sonucunda olması gerekenden daha fazla

Na birikmektedir. Bu durum örneğin; K alınımını olumsuz etkilemektedir. Diğer yandan tuz stresinde yetişen bitkilerde Cl konsantrasyonunun artması sonucu ise NO₃ alınımı olumsuz etkilenmektedir (Sreenivasulu ve ark., 2000). Bu gibi durumlarda bitki büyüme ve gelişmesi ile meyve verimi olumsuz etkilenmektedir (Sreenivasulu ve ark., 2000).

Bitkiler Na iyonunun neden olduğu tuz stresine karşı ekseriyetle üç farklı biçimde tepki gösterir:

Tuz toleransı, ortamda çözülebilir tuz miktarı fazla olduğu zaman, bitkinin yaşam döngüsünü ve büyümesini tamamlayabilme kabiliyetidir. Bunlar vakuollerde depolama, Na pompaları, hücre zarının geçirgenliği ve hızlı büyüme durumudur.

Tuza dayanıklılığı olan bitkiler, stres tehlikesi oluşturacak düzeyde bir tuzluluk durumu ile karşılaşması durumunda kök hücrelerinde bulunan Na pompaları ile artık Na ortamına geri gönderebilmektedir. Buna Na pompaları – dışarı verme denir.

Stres şartlarında sitoplazmalarındaki tuz oranı fazla olan bitkiler, yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmek üzere artık Na' u vakuollerde depolarlar. Bu sayede sitoplazmada bulunan Na konsantrasyonu tolere edilebilir seviyede tutarak tuza dayanıklılık sağlanmaya çalışılır. Bu depolama işlemi tuza dayanıklılığı mevcut olan bitki hücresinin Na iyonunu vakuollere sitoplazmadan aktarabilme yetisine bağlıdır (Tuteja, 2007). Faal Na iyonu salgısı işlemi hücre turgoritesi yükselmesini sağlar ve bununla beraber haddinden fazla derecede Na konsantrasyonlarına karşı sitoplazmayı korur.

Hızlı büyüme, bitkide olağanın üzerinde bir büyüme gösterip birim hacimde bitkinin aldığı tuzun bünyede seyreltilmesi işlemine dayanır. Hücrenin geçirgenlik

durumu da tuz stresi esnasında etkilenir ve böylece bazı elementler geçiş aşamasında engellenir. Hücre geçirgenliğinde, tuz stresine karşı koyma amacıyla bazı bitkilerin hücre zarı, iyonların (K ve Na) geçişini engeller. Tuzdan sakınabilmek için tuz toleransı olan bitkiler için ilk organ köklerdir; tuz konsantrasyonunun fazla olduğu durumda bitkinin tuzu içeri aldığı veya bünyesine dahil olan tuzu, enerji kullanarak dışarı pompalamak suretiyle kurtulduğunu görmekteyiz (Zhang ve Blumward, 2007). Tuz toleransına sahip olan bitki gruplarının en bilinen özelliklerinden biri, Na ve Cl iyonlarının tuz stresine sebep olmalarından ötürü, yaşlı yapraklarda tutabilmesi ve genç yapraklara geçmelerine engel olmalarıdır. Söz konusu bitkilerdeki genç yaprakların, yaşlılarına kıyasla fazla oranda potasyum, daha az oranda ise sodyum bulunduruyor olması potasyum elementinin floemle taşınmasının sodyuma göre daha gelişmiş olması ile ilgilidir. Bitkilerde Ca konsantrasyonunun artması, iyonların geçişinin daha kontrollü biçimde gerçekleşmesini, tuzun fazla olduğu durumlarda sodyum elementinin alınımını düşürerek stres durumunun fazla etki etmemesini sağlar. Özellikle Ca iyonunun regülatif misyonu dokular için iyon alım-taşıma esnasındaki seçicilik ve kontrol hususları ile membranın bütünlüklülüğünde önemlidir. Organeller üzerinde yarattığı etkiler ise şunlardır: Organ bazında etki, hücre bazında etki, hücre zarı-duvarı üzerinde etki, iyonun içeriği üzerinde etki. Tuz stresi, bitki büyümesini-gelişimini hem iyon hem de osmotik stresine yol açtığından dolayı engeller. Tuz seviyesinin kök rizosferindeki artımı nedeniyle, öncelikle osmotik stresin oluştuğunu görmekteyiz. Meydana gelen osmotik dışsal stres, kullanılabilir nitelikteki suyu azaltır ki bu olaya “fizyolojik kuraklık” denir (Tuteja, 2007). Kullanılabilir nitelikteki su miktarındaki azalma, hücredeki genişlemenin aşağı seviyeye inmesine ve sürgün gelişiminde yavaşlamaya sebep olur. İyon stresi safhası osmotik stres sonrasında ortaya çıkar ve Ca^{+2} ve NO_3 v.b. elzem besin elementleri ile ortamdaki artış gösteren Na^+ iyonu ve Cl^- iyonunun rekabete girmesiyle besin dengesizliği ya da besin eksikliği ortaya çıkar. Tuzluluğun bitki üzerinde doğrudan etkisini iyon ve osmotik stresi oluşturarak gösterir, dolaylı etkisini söz konusu strese sebep olan faktörler sonucunda bitkide oluşan yapısal bozulma ve toksik bileşik sentezlenme işlemiyle gösterir. NaCl iyonu özellikle sekonder etkilere yol açar: proteine, DNA’ya, klorofille ve zar fonksiyonlarına olumsuz etkide bulunan AOT (aktif oksijen türleri) sentezi; fotosentez inhibisyonu; metabolik toksisite K^+

iyonunun alımında engelleme ve son olarak da hücrenin ölümü (Conde ve ark., 2007; Domagalska ve ark., 2010). Bitkinin hangi çeşit olduğuna, maruz kalma süresine ve konu olan tuz çeşidi oranına göre tuz stresinin bitkiye olan etkisi değişir. Organlar açısından etkisinde ise tuz stresinin hücrenin bölünme ve uzama işlemine etkide bulunarak bitkilerde hem kökte hem gövdede hücre miktarının, mitotik faaliyetin ve ayrıca hücre bölünmesindeki oranın düşmesine sebep olur (Burman ve ark., 2004).

Yukarıdaki durum ile ilintili olarak, bitkinin gelişim sürecinde gerileme, gövdenin ve kökün hem uzunluğu hem ağırlığında düşme, yaprak miktarında düşüş – yapraklarda küçülme-incelme, yaprağın yüzey kısmında yer alan mumsu katman ile kutikula katmanında seyrelme, vasküler dokunun farklılaşması ve gelişimi safhasında azalma vuku bulur. Diğer yandan ise erken safhada lignifikasyonun kökte oluşması durumu da ortaya çıkar. Bitkinin akla gelebilecek tüm gelişim aşamalarını etkiliyor olmasına karşın, aralarında bu etkiye en çok maruz kalan tohum üretimi, hâliyle de tohumdan alınan verimdir. Tuzluluğun bir de bitkinin reprodüktif döneminde üretken çiçek miktarında azalmaya ve çiçeklenme safhasında farklılaşmalara yol açtığını söyleyebiliriz.

Hücre zarının ve hücre duvarının üzerindeki etkisine baktığımızda ise tuz stresinin yaşandığı şartlarda apoplastta Na^+ iyonunun yüksek konsantrasyonda biriktiğini görebiliyoruz. Toplanarak biriken Na^+ iyonu, hücre duvarının yapısında mevcut olan pektin ve benzeri yapısal aktörlerin iyonik bağlantılarında bozulmalara yol açarak ya da apoplastik enzimleri kötü anlamda etkilemek suretiyle hücre duvarının asli görevlerini gerçekleştirmesine engel teşkil edebilir. Ayrıca tuz stresinin zar yapısında hazır bulunan lipid yapılanmasının değişmesini tetiklemek suretiyle zarda hasar oluşmasına da yol açar. Bu değişiklikler, degradasyon, fosfolipid çeşitlerinin hidroliz işlemi ve lipid sentezinde rol alan enzim eylemliliğindeki değişimlerin sonucu ile zuhur eder. Bahsi geçen durum, zardaki akışkanlık düzeyini, geçirgenlik kabiliyetini ve zar proteinlerinin gerçekleştirdiği faaliyette etkide bulunur (Venekemp ve ark., 1989). Lipidlerin parçalanması ve modifikasyon işlemi de rol alan lipoksigenaz enziminin aktivitesinde de artış sağlar

tuz stresi. Ve söz konusu artış hücre zarında bulunan fosfolipid miktarında azalmayı da tetikler (Huang, 2006).

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

Organik tarımın, verimde artışın sağlanması amacıyla kullanılmakta olan haddinden fazla kimyasal gübrenin hem toprağa hem çevreye zararını azaltmak ile tarımdaki üretim devamlılığının sağlanması için dikkate değer bir alternatif olarak kendini gösterdiğini ve bu bağlamda da biyogübre kullanımının organik tarım, ve daha spesifik olarak tarla bitkilerinin yetiştirilmesinde kullanımının önemli bir yer işgal ettiğini söyleyebiliriz. Bitki beslenmesi ve besin elementlerindeki sarmalda mikroorganizmaların önemli olduğunu da ekleyebiliriz. Tabii ülkemizde bakterinin izolasyonunda, tanıda, karakterizasyonda ve kullanımında yeteri kadar rizosfer çalışması yapılmamaktadır; fakat bu çalışmalar son dönemde artmıştır. Hem tahıl bitkilerinde hem de endüstri bitkilerinde %10-25'lik oranda bir verim artışının sağlanabilmesi ülkemizde gerçekleştirilen sınırları geniş tarla denemelerinde PGPR inokulasyonunun sayesinde olmuştur. Söz konusu artışta fosfat çözücü özelliği olan bakterilerin ve olması gereken azot fikserlerinin kullanımı hâlinde, biyogübre kullanımının sayesinde tahıl ve şeker pancarı benzeri endüstriyel bitkilerde verimdeki artışın %15-18 olabildiğini görmekteyiz. (Çakmakçı ve ark., 1999; 2001, 2006; Şahin ve ark., 2004).

Besin elementlerinin birbirleri üzerine olan antagonistik etkilerinden faydalanmak için tuzlu ortamlarda yetiştirilen bitkilere farklı besin elementleri verilebilir. Bitkiyi tuz stresinden korumak ve bu stresten etkilenme derecesini düşürmek için, dışarıdan ilave edilen yaprak veya besin çözeltisine karıştırılarak verilecek makro besin elementlerinin, özellikle kalsiyumun (Ca) oldukça etkili olduğu bilinmektedir. Bir örnekle açıklamak gerekirse: 71 mM oranında Na etkisine maruz bırakılmış bir mısır bitkisi düşünelim. Bu bitkiye ilave olarak 12.5 mM oranında Ca veriliyor. Elde edilen sonuç mısır bitkisinin bu sayede strese karşı toleransının artması ve tuzluluktan daha az etkilendiğinin gözlemlenmesidir (Clark ve ark., 2003). Bu, bizlere besin elementleri arasında bir rekabetin söz konusu olduğunu ve birbirleri ile rekabete girip, bitkiler tarafından alımlarını etkilediklerini gösterir.

Benzer bir biçimde, tuz stresinin söz konusu olduğu bitkilerde, NaCl'ün olumsuz etkisini azaltmak için, Birçok enzim için kofaktör olan K'un ve Ca'mun dışarıdan uygulanması bildirilmektedir. (Hasegawa ve Bressan, 2000). Başka bir çalışmaya bakmak gerekirse, yapılan çalışmada, dışarıdan ilave olarak verilen K'nın biber bitkisinde stres parametrelerini iyileştirdiği saptanmıştır (Kaya ve Higgs, 2003). Yine yukarıda sözünü edilen rekabet meselesinin bir tezahürüdür bu durum, bitkide stres oluşmasına sebebiyet veren elementler ile K rekabete girip, alımları azaltmıştır.

Benzer bir biçimde, tuz stresi altındaki bitkilere ilave edilen Ca, K veya fosfor (P) ihtiva eden bileşikler, bitkinin yaprak ve köklerinde Na ile rekabete girmiş ve onun alımını azaltmıştır. Buradan hareketle kimi çalışmalar, bitki bünyesinde Ca, K ve P iyonlarının, söz konusu strese karşı koyabilecek miktara ulaştıklarında bitkinin strese karşı koyabilme gücünde artış meydana geldiğini ortaya koymuştur. Kaya ve arkadaşlarının 2001 yılında ıspanak bitkisi ile yapmış oldukları çalışmada, tuz stresinin söz konusu olduğu ıspanak bitkisine KH_2PO_4 (Potasyum di Hidrojen Fosfat) uygulamışlar, sonucunda da, ıspanak bitkisinin yaprak ve köklerinde K ve P içeriğinde artış meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Buradan hareketle birtakım

iyileşmeler olduğunu gözlemlemişlerdir; bu iyileşmeler, bitkinin nispi su içeriği, membran geçirgenliği ve klorofil içeriğinde meydana gelmiştir. Buradan alınan sonuç ile bitki yetiştirme ortamlarında K ve P konsantrasyonlarının artmasının, tuz alımında bir azalma meydana getirdiğini saptamışlardır (Daşgan ve ark., 2006).

Tuz stresi, tuza duyarlı olan bitkileri gelişimlerinin her evresinde etkilemektedir, bilhassa genç aşamalarda bu etkinin daha çok olduğu bilinmektedir. Bu durumla ilgili olarak; on fasulye ve üç börülce genotipinin, genç aşamada iken tuzluluğa karşı nasıl bir reaksiyon göstereceklerini gözlemek için bir test yapılmıştır. Çalışmada kullanılan bitkilerin yetiştirilmesinde, "derin akan su kültürü" tekniği kullanılmıştır. Bu testte incelenmek istenen şey şudur: su kültürü ortamında uygulanacak olan 125 mM NaCl ile uygulanmayan kontrol grubu arasında, iyon alımı açısından bir fark olup olmayacağı. Karar için her iki gruptaki bitkilerin yeşil aksam dokularında Na, K ve Ca konsantrasyonları incelenmiştir. Bazı bitkilerin genç evrelerinde tuzluluğa bir duyarlılık gösterdikleri gözlemlenmiş fakat bu duyarlılığın, ileriki evrelerde tuzluluğa karşı geliştirilen tolerans ile etkisinin kırıldığı saptanmıştır. Sonuç itibarıyla, 125 mM NaCl uygulanan fasulye ve börülce genotipleri, farklı savunma mekanizmaları ile farklı duyarlılık seviyeleri göstermişlerdir (Daşgan ve ark., 2002).

2.2. Brassinosteroidler (BR)

BR'ler, Mitchell ve arkadaşları tarafından 1970 yılında ilk kez *Brassica napus* bitkisinin polenlerinden elde edilmiş olup steroid yapıya uygun ilk bitki hormonu olarak tanımlanmıştır (Malikova ve ark., 2008; Slavikova ve ark., 2008). BR'lerin, yapısında bir karbon iskeleti ile bu iskelete bağlı olan 4 halkadan oluşan polihidroksi steroidal lakton ve keton oldukları tanımlanmıştır. Doğada var olan ve tanımlanmış 60 tan fazla brassinostreoid bulunmaktadır (Haubrick ve Assmann, 2006). Bitkiler sterollerini BR'lerin sentezinde öncü madde olarak kullanmakta olup bu öncü maddelerden biyosentez için en çok kampesterol kullanılmaktadır. Brassinolite

oluşumu sırasıyla, kampesterol, teasteron, tifasterol, kastasteron ve brassinolid şeklinde gelişmektedir. Doğada en çok bulunan ve çalışmalarda en fazla kullanılan brassinosteroidler; brassinolit (BL), 28-homobrasinolit (28-HomoBL) ve 24-epibrassinolitdir (24-EpiBL) (Vardhini ve ark., 2008; Malikova ve ark., 2008; Slavikova ve ark., 2008). BR'ler şimdiye kadar toplam olarak 58 bitki türünden izole edilmiş ve 65 adet BR ve 5 adet BR konjugatı tanımlanmıştır (Steigerova ve ark., 2012). BR'ler doğal ve sentetik olarak ikiye ayrılmaktadırlar; doğal BR'ler yağ asitleri ve şekere konjuge durumda bulunurken BR analogları ise doğal BR'ler ile yapısal benzerlik göstermektedirler.

Bitkilerdeki dış ve iç düzenleyici ve sistemler, bitki büyüme ve gelişimini etkilerler. Steroidler, bitki büyüme ve fizyolojik mekanizmaları düzenleyen iç düzenleyicilerden biridir. Brassinosteroidler (BSS) bitkide polen tüpünün gelişimini, nükleik asit ve protein sentezi ile hücre bölünmesi ve büyümesi gibi birçok görevi olan düşük molekül ağırlıklı steroid hormonlardan biridir (Brown, 1996; Hayat, 2009; Hu ve ark., 2000; Clouse ve Sasse, 1998) Yapılan değişik çalışmalarda EBR'nin farklı stres koşullarında yetişen bitkilerde olumlu sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Ali ve ark., 2007; Fariduddin ve ark., 2011; Yusuf ve ark., 2011).

BR'ler bitki gelişmesini ve metabolizmasını düzenleyen diğer fitohormonlarla sinercik etki gösterirler. Örneğin; BR'ler oksin, sitokinin, gibberelinler, absisik asit (ABA) (Domagalska vd., 2010), etilen (ET) (Manzano vd., 2011) salisilik asit (SA) (Divi ve Krishna, 2010) ve jasmonik asit (JA) (Creelman ve Mullet, 1997; Peng ve ark., 2011) etkileşime girerek bitki gelişmesini ve metabolizmasını katkı sağlarlar. BR'lerden bir olan 24-EpiBL tuzluluk ve yüksek sıcaklık toleransını artırtığı rapor edilmektedir (Divi ve Krishina, 2010). Ayrıca bu araştırmacılar, 24-EpiBL uygulamasıyla *Arabidopsis* bitkiciklerinde ABA, ET, JA ve SA gibi hormon düzeylerini artırarak sinercitik etki yaptıklarını rapor etmişlerdir. BR'ler bitkinin değişik gelişme dönemlerinde, örneğin vegetatif gelişme aşamasında (Vardhini ve Rao, 1998), çiçeklenme aşamasında (Vardhini, 2012, 2013) ve dane dolum aşamasında (Vardhini, 2012) ve tozlanma aşamasında (Liu ve ark., 2006) yaprak

uygulaması (Vardhini ve ark., 2008), ekim öncesi tohuma (Zhang ve ark., 2007) ve kök bölgesine (Shang ve ark., 2006; Song ve ark., 2006) uygulanabilir.

2.3. Tuzluluk Stresi Ve Mikrobiyal Gübrelerin Kullanılması

Sudhakar ve ark. (2000), Hindistan'da bir çalışma yürütmüşler, bu çalışmada azot fiske eden Azotobacter, Azospirillum ve Beijerinckia bakterilerinin tek başına ve kombinasyonları şeklinde yaptıkları yaprak uygulamalarının biyolojik gübre etkisini azot uygulamasıyla karşılaştırmışlardır. Yürütülen bu çalışmada, bakteri kombinasyonlarının, dut bitkisinde yaprak kalitesini ve bitkinin yaprak alanını kayda değer ölçülerde artırdığı belirlenmiştir. Bu uygulamalar içinde yaprak kalitesini ve alanını en yüksek derecede artıran uygulama Azotobacter ile yapılan uygulama olmuştur. Yapılan denemelerin sonucunda, biyolojik gübre denemelerinin neticesinde bitkilerdeki N içeriğinde önemli artışlar söz konusudur. Bitkisel üretimde makro elementlerin başında gelen element N'dir. Bilhassa vegetatif gelişimde oldukça etkili rol üstlenmektedir.

Son yıllarda besin elementi döngüsünde bulunan mikroorganizmaların biyolojik gübre olarak kullanılmasının nedeni, ticari gübrelerin olumsuz etkilerinin azaltılması ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır (Şahin ve ark., 2004). Birtakım kök bakterileri, bitkilerde uyarıcı bir etki yaratırlar, bunun yanında biyokontrol ajanı rolü oynayabilirler, bu iki durum ve bu ikisini de aynı anda gerçekleştirerek bitkilerde olumlu etkiler yaratırlar. Tarımsal üretimde verimliliğin artması ve stres koşullarının korunması için kök bakterileri tohuma bulaştırılabilirler, bitkileri yeşil akşamlarına uygulanarak yarar sağlayabilirler (kloepper ve ark., 1989). "Bitki Gelişimini Uyaran Kök Bakterileri" (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR) adı verilen bu bakteriler, "biyogübre" olarak adlandırılmakta ve bunun için toprağa doğrudan veya tohumla karıştırılarak uygulanmaktadır. Mısır bitkisinin kontrole göre stres parametrelerinde önemli ölçüde bir azalma yaratmışlardır bu PGPR bakterileri. Yine bu biyolojik gübre uygulamaları ile mısır bitkisinin tuza karşı

toleransı artırabilir (Kloepper ve ark., 1989). PGPR'ların neden olduğu bitki gelişim artışına ilişkin mekanizmalar, sitokinin, IAA ve gibberellin gibi bitki hormonlarının bakteriyel sentezini; bakterilerde üretilen -aminocyclopropane- carboxylate deaminase isimli madde tarafından bitkinin etilen sentezinin engellenmesini (Glick, 1995), azot ve fosfor gibi bazı elementlerin alınımının artırılmasını (Okon ve ark., 1988; Larcher ve ark., 2000) kapsamaktadır. Bitkilerin tarımda tükettikleri azotu telafi etmek için, azot ihtiva eden gübreler toprağa ilave edilmektedir. Bunun yanında bitkilerin kullanmadıkları fakat atmosferde %78 oranında bulunan atmosferik azot, Azotobacter, Rhizobium, Bacillus, Mavi - yeşil alg (Anabaena, Nostoc, Oscillatoria, Cyanobacteria), aktinomiset gibi birtakım mikroorganizmaların nitrojen enzimini kullanarak amonyuma dönüştürmeleri sayesinde fiske edilir. Bu sayede bitkinin azot ihtiyacı karşılanır ve protein sentezinde kullanılacak amonyum verilmiş olur, bu da büyüme ve gelişmeyi teşvik eder ve sonuç olarak verim artar (Arcak ve Güder, 2004). Biyolojik gübreleme çalışmalarının, uygun azot tutucu bakteriler ile yapıldığında, endüstri bitkilerinde ve tahıllarda %4.9 -44 oranları arasında verimi değiştirdiği gözlemlenmiştir. (Klopper ve ark., 1989; Gurfinkel and Perticari, 2000; Çakmakçı ve ark., 2008; Bayrak ve Ökmen, 2014). Rhizobium'un azot bağlama yeteneği göz önünde bulundurularak simbiyotik yolla bir yıl içerisinde 75 ila 300 kg/ha arasında N, Simbiyotik olmayan Azotobacter gibiler ise bir yılda 15kg/ha N bağlayabilmekte ve biyolojik azot fiksasyonunu sağlayabilmektedirler. Dünyada artan protein ihtiyacı, mineral azotlu gübrelerin üretimleri esnasında gerekli olan yüksek enerji (1 kg azotlu gübre için 20 000 kcal), aşırı ve bilinçsizce tüketilen azotlu gübrelerin meydana getirdiği çevre sorunları nedeniyle gün geçtikçe biyolojik azot fiksasyonunun önemi artmaktadır.

Bitki gelişimini teşvik eden bakteri etkileri süreci kompleksli bir süreçtir. Bu süreç birçok faktöre göre değişim göstermektedir, başlıca faktörler şunlardır:

Bakteri tür ve sayısı, bitki bakteri kombinasyonu, bitki genotipi, gelişme dönemi, hasat tarihi, bitkisel parametreler, toprak tipi, toprak organik madde miktarı ve çevresel faktörlerdir. Bakteri uygulamalarının sağlıklı sonuçlar verebilmesi için,

biyolojik gübre olarak kullanılacak olan preparatların muhafaza koşullarının uygunluğu ve uygulamanın doğru yapılması gerekir. Eğer koşullar uygun değil ise sağlıklı sonuçlar almak pek mümkün olmamaktadır. (Şahin ve ark., 2004, Çakmakçı ve ark., 2006). Bakteri izolatlarının belli bitki türlerinde etkin olduğu (Lucy ve ark., 2004), etkinliğin bitki türlerine bağlı olduğu (Khalid ve ark., 2004) vurgulanmıştır. Rhizobium bakterilerinin baklagillerde ki etkinliği gibi.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Brassinosteroid Denemesi

Çimlenme denemesinde göreceli olarak tuz stresine daha dayanıklı bulunan PR 32T83 çeşidi ile daha duyarlı olan PR 34N24 mısır çeşitleri sera denemesinde kullanılmıştır. EBR uygulamalar arasında ise 1,5 ve 2 μM dozları diğer dozlarla karşılaştırıldığında çimlenme denemesinde test edilen parametreler üzerinde daha olumlu etki yaptıkları için sera denemesinde kullanılmıştır.

Tuzluluk düzeyi (0 ve 100 mM NaCl) olarak seçilmiştir. EBR tohumdan ve yapraktan uygulanarak verilmiştir. Ekim öncesi tohumlar 24 saat boyunca seçilen farklı uygulamadaki çözeltilerde bekletilmiş ve daha sonra direkt saksıya ekim yapılmıştır. Yapraktan uygulamalar ise; tohumdan uygulamalar için seçilen dozlar yapraktan uygulamalar içinde kullanılmıştır.

Yapraktan uygulamalar bitkiler çimlendikten yaklaşık bir hafta sonra başlatılmış ve her 10 günde bir kez olmak üzere iki kez uygulama yapılmıştır. Bitkiler yaklaşık 6 haftalık iken (uygulamalar arasında farklılık görülmeye başlandığında) deneme sonlandırılarak aşağıda verilen parametreler belirlenmiştir.

Gelişme ortamı olarak kontrol uygulamaları için mısır tarımı yapılan bölgelerden alınan topraklar kullanılmıştır. Bu amaçla alınan toprağın bazı özellikleri şöyledir: otuz cm derinliğindeki toprağın tarla kapasitesinde ve daimi solma noktasındaki su içeriği, kuru toprak yoğunluğu, kireç içeriği, pH, organik madde içeriği ve elektriksel geçirgenliği (EC) sırasıyla % 32.6, %25.6, 1.37 g/cm³, % 26,3, 7.8, % 1.2 ve 1.10 dS/m dir. Toprak pH'sı dijital pH metreyle, toprak EC'si ise EC-

metreyle ölçülmüştür. Topraktaki değişebilir K, Ca, Mg ve Na ise sırasıyla 1.35, 25.5, 12.2, 0.673 me/100g bulunmuştur.

Tuzluluk uygulamaları için ise tuzluluk probleminin olduğu bölgeden alınan topraklar kullanılmıştır. Bu amaçla alınan toprağın bazı özellikleri şöyledir: otuz cm derinliğindeki toprağın tarla kapasitesinde ve daimi solma noktasındaki su içeriği, kuru toprak yoğunluğu, kireç içeriği, pH, organik madde içeriği ve elektriksel geçirgenliği (EC) sırasıyla % 37.4, %26.3, 1.37 g/cm³, % 22,3, 8.0, % 1.0 ve 7.15 dS/m dır. Bu amaçla alınan toprakların EC düzeyinin 8 dS/m civarında olmasına dikkat edilmiştir. Tuzluluk probleminin olduğu alanlardan alınan toprak örnekleri EC düzeyinin bir miktar düşük olduğu için, NaCl ilavesiyle 8 dS/m düzeyine getirilmeye çalışılmıştır. Daha sonra, bu topraklar 10 litre kapasiteli saksılara doldurulmuştur. Her Kg toprağa 150mg N (üre olarak), 75 mg P (Triple süper fosfat) ve 180 mg K₂SO₄ (potasyum sülfat), tüm uygulamalara ekim öncesi toprağa homojen şekilde karıştırılarak verilmiştir. Saksılara 5 'er tohum ekilmiş çıkış sonrası en iyi gelişen 3 bitki bırakılarak diğerleri alınmıştır. Bitkilere tarla kapasitesinde su verilmiştir. Saksılar her iki günde bir tartılarak eksilen su saksılara ilave edilmiştir. Toprağın EC'si sulama programı boyunca haftada bir kez ölçülmüştür. Giderek azalan toprak EC'sini 8 dS/m civarında tutmak için sulama suyuna NaCl ilave edilmiştir.

Test edilen parametreler: Bitki yaş ve kuru ağırlığı, yapraklardaki Na, N, P, K ve Ca içeriği, fotosentez verimi, klorofil miktarı, hücre zarı geçirgenliği prolin, glisin betain, yaprak su potansiyeli hücre öz suyunun osmotik basıncı belirlenmiştir.

3.2. Tuz Stresi ve Mikrobiyal Gübre Denemesi

3.2.1. Materyal

3.2.1.1. Deneme bitkileri

Denemede kullanılan bitki DKC 6101 mısır çeşididir. FAO 600 olum grubunun en çok talep gören çeşidi olan DKC 6101; gelişme döneminde mükemmel bir yapraklanma özelliğine sahiptir, sap ve gövde yapısı oldukça sağlam, olgunlaşma döneminden sonra kuruma çok hızlı bir şekilde olan, sıcaklık ve kuraklık stresine karşı oldukça toleranslı bir bitkidir. Danelerinin yapısı bakımından, daneleri at dişi yapıda çok derin ve dane koçan oranı çok yüksektir. Çok yüksek verim potansiyeline sahip olan bu çeşit aynı zamanda geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olduğundan hem birinci hem ikinci ürün ve slajlık olarak da tercih edilmektedir (Anonim, 2005).

3.2.2. Yöntem

Gelişme ortamı olarak, topraklar kullanılmıştır. Bu amaçla, bu topraklar 10 litre kapasiteli saksılara doldurulmuştur. Her Kg toprağa 100 mg N (üre olarak), 100 mg P (Triple süper fosfat) ve 100 mg K (potasyum sülfat), tüm uygulamalara ekim öncesi toprağa homojen şekilde karıştırılarak verilmiştir. Saksılara 5 'er tohum ekilmiş çıkış sonrası en iyi gelişen 3'ü bırakılmış diğer ikisi de alınmıştır. Bitkilerde tuzluluk stresi meydana getirmek için bitkiler 100 mM NaCl içeren sulama suyuyla sulanmıştır. Bitkilere tarla kapasitesinde su verilmiştir. Saksılar her iki günde bir tartılarak eksilen su saksılara ilave edilmiştir. Bitkilerde mikrobiyal gübrelerin etkilerini belirlemek için her kg Toprağa bioglobal firmasının vitormone plus drip ürünü (*Azotobacter chroococum* ve *Azotobacter Vinelandii* 1×10^7 cfu/gr) değişen oranlarda verilmiştir.

Tuz stresi, kontrol bitkileri dışında diğer bitkilerin kök bölgelerine her kg toprağa 58.5 gr NaCl ilave edilerek, toprağın tuzluluk seviyesi 100 mM yapılmıştır.

Bitki gelişim aşamaları ve yapılan uygulamalar

Bu deneme Mardin ili Kızıltepe ilçesinde ozan tarımın serasında yürütülmüştür. 10 litrelik saksılara eşit miktarda toprak konulmuştur. Her saksıya 5 tane tohum ekilmiş çimlenme sonrasında iyi gelişen 3 tane bırakılarak diğer bitkiler seyreltilmiştir. Uygulamalar aşağıdaki gibidir:

1. Kimyevi Gübre (kontrol 1) N(100 mg N/Kg toprak) P K
2. Kimyevi Gübre (kontrol 1)+ BG1 (1 mg /kg toprak)
3. Kimyevi Gübre (kontrol 1)+ BG2 (2 mg /kg toprak)
4. Kimyevi Gübre (kontrol 2) N (50 mg N/kg toprak) P K
5. Kimyevi Gübre (kontrol 2)+ BG1 (1 mg /kg toprak)
6. Kimyevi Gübre (kontrol 2)+ BG2 (2 mg /kg toprak)
7. T: (100 mg N) 100 mM NaCl
8. T + 100 mM NaCl + BG1 (1 mg /kg toprak)
9. T + 100 mM NaCl + BG2 (2 mg /kg toprak)

Her Kg toprağa 100 mg N (üre olarak), 100 mg P (Triple süper fosfat) ve 100 mg K (potasyum sülfat), tüm uygulamalara ekim öncesi toprağa homojen şekilde karıştırılarak verilmiştir. Saksılara 5 'er tohum ekilmiş çıkış sonrası en iyi gelişen 3'ü bırakılmış diğer ikisi de alınmıştır. Bitkilerde tuzluluk stresi meydana getirmek için bitkiler 100 mM NaCl içeren sulama suyuyla sulanmıştır. Bitkilere tarla kapasitesinde su verilmiştir. Saksılar her iki günde bir tartılarak eksilen su saksılara ilave edilmiştir. Bitkilerde mikrobiyal

gübrelerin etkilerini belirlemek için her kg toprağa *Azotobacter chroococum* ve *Azotobacter Vinelandii* 1×10^7 cfu/gr değişen oranlarda verilmiştir.

Kimyevi gübreler topraklar saksılara konulmadan önce topraklara karıştırıldıktan sonra saksılara doldurulmuştur. Mikrobiyal gübre (her kg Toprağa *Azotobacter chroococum* ve *Azotobacter Vinelandii* 1×10^7 cfu/gr) değişen oranlarda ilk sulama ile verilmiştir.

Tuz (NaCl) uygulamasına bitkiler çimlendikten sonra başlanmıştır. Tuz Uygulamasına geçilmeden önce stok çözelti aşağıdaki gibi hazırlanmıştır.

100 mM NaCl için

$1000 \text{ ml} \times 58.5 \text{ mg} = 58.5 \text{ g/l} = 1 \text{ M NaCl}$ stok çözeltisi hazırlanmıştır.

Stoktan alınan 100 ml, 1000 ml'ye besin çözeltisi ile tamamlanarak 100 mM tuz içeren besin çözeltisi elde edilmiştir.

Deneme sürecinde, bitkilerin gelişim aşamalarında yapılan uygulamalar Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Bitkilerin gelişim aşamalarında yapılan uygulamalar

Birinci hafta	Ekim yapıldı. Mikrobiyal gübre can suyu ile birlikte verildi.
İkinci hafta	Çimlenme tamamlandı.
Üçüncü hafta	Saksılarda seyreltme yapıldı. Tuz uygulaması yapıldı.
Dördüncü hafta	Bitkilerdeki gelişim farklılıkları gözlemlendi.
Beşinci hafta	Bitkiler hasat edildi.

Kimyevi gübreler gerekli oranlarda her saksı için belirlenen oranlarda ayrı ayrı toprağa karıştırıldıktan sonra saksılara doldurulup her saksıya 5 tohum ekildi. mikrobiyal gübre can suyu ile verildi. Tuz uygulaması bitkiler çıkışlarını tamamladıktan sonra sulama suyu ile birlikte verildi. Bitkiler çıkışlarını tamamladıktan sonra en iyi gelişen 3 bitki bırakılarak diğer 2 bitki seyreltilti. Kalan diğer bitkiler arasında gelişim farkları ortaya çıkıncaya kadar çalışmaya devam edildi. Gelişim farkları görülünce bitkiler hasat edilerek laboratuara götürüldü.

3.2.3. Fizyolojik ve Biyokimyasal Özelliklerin Ölçülmesi

Klorofil Flüoresans, önceden karanlık ve ışık koşullarda bekletilen bitki yapraklarında taşınabilir Mini-PAM, Walz, Almanya) aletiyle ölçülmüştür. Elde edilen veriler ise: minimum Flüoresans (F_0), maksimum Flüoresans (F_m), ve değişebilir fluorescence (F_v) dir. Bu verilerden PSII' deki maksimum Flüoresans F_v/F_m olarak ölçülmüştür .

Yapraklardaki osmotik basıncın belirlenmesi amacıyla, sıvı azota -80°C 72 saat dondurulan yaprak örnekleri çözündürülmüş ve bir şırınga yardımıyla yapraktaki sudan alınmıştır. Daha sonra alınan örnek $5,000\text{g}$ 'de santrifüj edilmiştir. Bu örneklerdeki osmotik basınç (osmol/kg), osmometer (OSMOMAT 030, Genotec) ile ölçülmüştür .

Bitkinin su potansiyeli; mısır bitkisinin yukardan 3. Yaprığından sabah saat 8:00 pressure chamber (basınç kabini, Model 600,PMS, USA) ile belirlenmiştir.

3.2.3.1. Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı ile Kimyasal Analizler

Sera koşullarında ve saksı denemelerinde, bitkilerin gövdesi mineral elementlerce analiz edilmiştir. Bitki yaş ve kuru ağırlığının tespit edilmesi için her

saksıdan rast gele seçilen 1 bitki alınarak (her uygulama için 1x3= 3 bitki). Bitkiler toprak yüzeyinde kesilmiş ve yaş ağırlıkları kaydedildikten sonra 70°C etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve daha sonra kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Bitki örnekleri mikro dalga fırında ekstre edilip çözelti haline getirildikten sonra çözeltideki elementler (Na, P, K ve Ca) ICP/AAS ile okunmuştur. Azot analizi ise Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (Chapman ve Pratt 1982). Bitkideki klor analizi ise, su ile ekstrakte edilmiş bitkinin klor miktarı, potasyum kromat indikatörü ile renklendirilerek ve AgNO₃ ile titre edilerek belirlenmiştir (Johnson ve Ulrich, 1959).

3.2.3.2. Klorofil Tayini

Klorofil tayini Strain ve Svec (1966)'ya göre yapılmıştır. Hasat sırasında yaklaşık 1 gr yaprak örneği 5 ml aseton: su (%90 v/v) karışımında homojenize edilmiştir. Homojenizasyon daha sonra filtreden geçirilerek ve ışık geçirmeyen tüplere konulmuştur. Klorofil ekstraktları klorofil a için 663.5 nm, klorofil b için 645 nm de %90 aseton kontrolüne karşı okunmuştur.

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

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

3.2.3.3. Fotosentez verimi ölçümü

Fotosentez verimi bitki yapraklarında mini-PAM fotosentez ölçüm aletiyle ölçülmüştür. Minimum ışık verimi (F₀), maksimum ışık verimi (F_m), değişken ışık verimi (F_v) ve maksimum verimlilik miktarı PSII (F_v/F_m) değerleri bulunarak kaydedilmiştir.

3.2.3.4. Hücre öz suyunun osmotik basıncının belirlenmesi

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

3.2.3.5. Yaprak su potansiyelinin belirlenmesi

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

3.2.3.6. Prolin Tayini

Prolin ekstraksiyonu ve belirlenmesi Bates ve ark., (1973)'e göre yapılmıştır. Asit-ninhidrin karışımı renk maddesi olarak kullanılmıştır. Bu nedenle 1.25 gr ninhidrin 30 ml glacial asetik asit ve 20 ml 6 M fosforik asit içerisinde çözülmüştür. 1 gr ağırlığındaki yapraklar 10 ml %3 lük sülfusalisilik asit içinde homojenize edilmiştir. Homojenizasyon Whatman No: 2 filtre kağıdından geçirildikten sonra 2 ml lik karışım 100 °C de 1 saat kaynatılarak, reaksiyon buz içerisinde sonlandırılmıştır. Absorbans 515 nm toluen kontrolüne karşı okunmuştur. Standart olarak önceden hazırlanmış olan L-Prolin solüsyonu kullanılmıştır.

3.2.3.7. Glisin Betain Tayini

Sairam ve ark. (2002) metoduna göre belirlenmiştir. Daha önceden kurutulan yaprak örneklerinden 0,5 g alınarak öğütülerek toz haline getirildi. Bunun üzerine 20 ml deiyonize su ilave edilerek çalkalayıcıda 25 °C'de 48 saat çalkalanarak homojenize edildi. Daha sonra 1:1 oranında 2 N H₂SO₄ ile sulandırılan karışımdan 0.5 ml alınarak test tüplerine konuldu ve 1 saat buz banyosunda bekletildi. Daha sonrasında ise bu karışıma 0.2 ml soğuk KI-I₂ (potasyum iyodür) reagenti eklenerek

vortekslandı. Bu karışım 0-4 °C'de 16 saat bekletilerek bu sürenin ardından örnekler, 0 °C'de 10 000 g'de 15 dk soğutmalı santrifüjde santrifüj edildi. 2 -2.5 saat sonra UV visible spektrofotometrede 365 nm' de okumalar yapıldı. Standartlar 50-200 µg/ ml glisin betain kullanılarak 2 N H₂SO₄ içinde hazırlandı.

3.2.3.8. Hücre Zarı Geçirgenliği Tayini

Hücre zarı geçirgenlik (%) tespitinde, Lutts ve ark. (1995) metotları referans alınmıştır. Elektrolit sızıntı EC (Elektriksel iletkenlik metresi) değerini ölçmede kullanıldı. Alınan bitki örnekleri 3 kez su ile yıkanarak temizlenmiş daha sonra bu örnekler 10 mL su içinde bekletildi. Bu örnekler oda sıcaklığında (25 °C) sarsma cihazında (100 rpm) 24 saat bırakıldıktan sonra bu solüsyonunda elektrik iletkenliği (EC) okundu (EC₁). Daha sonra aynı örnekler 120°C etüvde minimum 20 dakika bekletilmiş ve daha sonra bu solüsyonlar oda sıcaklığında soğutulduktan sonra ikinci okuma yapıldı (EC₂). Elektrolit sızıntı EC₁/EC₂ hesapları ve yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.2.4. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal özelliklerinin Belirlenmesi

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

Elektriksel iletkenlik (EC) değeri (Richards, 1954), toprak reaksiyonu (pH) (Jackson, 1958), toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde Hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir, tekstür sınıfları ise "Soil Survey Manual" (Anonymous, 1951)'e göre saptanmıştır. Organik madde (Jackson, 1958) tarafından bildirildiği şekilde değiştirilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir.

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

3.2.5. İstatistiksel analiz

Veriler iki yönlü varyans analizine tabi tutulmuş ve veriler arasındaki karşılaştırma LSD testiyle yapılmıştır ($P \leq 0.05$). Çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için Çoklu Varyans Analizi (MANOVA) yapılmıştır ($P \leq 0.05$).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Brassinosteroid Denemesi

4.1.1. Yaş ve Kuru Ağırlıklar

Tuz stresiyile, her iki mısır çeşidinin de yaş ve kuru ağırlıklarında azalma olmuştur. Ancak, PR 34N24 mısır çeşidiyle karşılaştırıldığında, PR 32T83 mısır çeşidi tuz stresine kısmi olarak daha toleranslı bulunmuştur. Kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında tuz stresinde yetiştirilen PR 34N24 ve PR 32T83 mısır çeşitlerin yaş ağırlıklarındaki oransal değişim sırasıyla; 48,8 ve 58,3 ile kuru ağırlıklarındaki oransal değişim sırasıyla; 47,7 ve 62,3 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Tuzluluk stresi bitkinin yaş ve kuru ağırlığında azalmalara neden olmuştur. Benzer çalışmalar değişik bitkilerde başka araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir. Örneğin, biber bitkisinde (Chartzoulakis ve Klapaki 2000, Lycoskoufis ve ark., 2005), çeltik bitkisinde (Özdemir ve ark., 2004; Demiral ve Türkan, 2005), Cyanophyta (Saygıdeğer ve Deniz, 2008) ve mısır bitkisinde (Cha-Um ve Kirdmanee, 2009). Ancak şu anki araştırma denemesinde tohumda ve yapraktan uygulanan 24-epibrassinolit (EBR) ile her iki mısır çeşidinde de yaş ve kuru ağırlıklar artmıştır. Houimli ve ark., (2010) biber bitkisinde yapmış olduğu çalışmada yapraktan 0,5 mg/L EBR uygulamış ve tuzlu koşullarda yetişen bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında artış olduğunu rapor etmiştir.

Tuz stresinde ve kontrol koşullarında yetişen mısır bitkilerinde, her iki EBR uygulama şekli (tohumdan ve yapraktan) her iki çeşitte de yaş ve kuru ağırlıklarda artış sağlamıştır. Sonuçlara göre yapraktan EBR uygulamalarının, tohumdan uygulamalara göre daha olumlu sonuç verdiği görülmektedir. Çoğu durumlarda yapraktan 2 µM EBR uygulamalarıyla daha olumlu sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Çok Değişkenli Varyans Analiz (MANOVA) testi sonuçlarına bakıldığında, bitki yaş ve kuru ağırlıkları bakımından, uygulamalar ve çeşitler arasında önemli farklılık vardır.

Çizelge 4.1. tuz stresi ve kontrol koşullarla birlikte farklı metotla uygulanan 24-epibrassinolitin (μM) iki mısır çeşidinin yaş (YA) ve kuru (KA) ağırlığı üzerine etkisi

Çeşitler	Uygulamalar	YA	OD	KA	OD
PR 32T83	K	175b	100,0	19,9c	100,0
	tEBR 1,5	178b	101,7	20,5bc	103,0
	tEBR 2	187ab	106,8	21,2abc	106,5
	yEBR 1,5	185ab	105,7	22,4ab	112,6
	yEBR 2	192a	109,7	24,4a	122,6
	T	102e	58,3	12,4f	62,3
	tEBR 1,5	137d	78,3	15,2e	76,4
	tEBR 2	142d	81,1	17,8cde	89,4
	yEBR 1,5	145cd	82,9	16,9de	84,9
	yEBR 2	152a	119,7	16,2a	122,7
PR 34N24	K	127b	100,0	13,2b	100,0
	tEBR 1,5	132b	103,9	13,6ab	103,0
	tEBR 2	142a	111,8	14,7ab	111,4
	yEBR 1,5	141a	111,0	14,3ab	108,3
	yEBR 2	152a	119,7	16,2a	122,7
	T	62f	48,8	6,3e	47,7
	tEBR 1,5	83e	65,3	8,9d	67,4
	tEBR 2	89de	70,0	9,2d	69,7
	yEBR 1,5	96d	75,5	9,9cd	75,0
	yEBR 2	110c	86,6	12,3bc	93,2

K: kontrol; t: EC 8 dS/m; EBR: 24-epibrassinolit; t: tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması
Her bir çeşit için aynı sütun içerisindeki farklı harflerle gösterilen ortalama veriler istatistiksel olarak farklıdır ($P \leq 0.05$).

MANOVA: Uygulamalar ve çeşitler arasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğunu gösterir ($P \leq 0.05$).
OD: Kontrol uygulamasına göre Oransal Değişim

4.1.2. Maksimum Işık Verimi (F_v/FM), Hücre Zarı Geçirgenliği (HZG) ve Toplam Klorofil (TK)

Tuzluluk stresi her iki mısır çeşidinde maksimum ışık verimini ve toplam klorofil içeriğini istatistiksel olarak önemli derecede düşürmüştür, fakat hücre zarı geçirgenliğini ise artırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, PR 32T83 çeşidi tuzluluk stresinden diğer çeşide göre daha az etkilenmiştir (Çizelge 4.2).

Tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde, tohumdan veya yapraktan uygulanan EBR, bu üç parametrede her iki çeşit için iyileştirme sağlamıştır. Benzer artışlar, kontrol koşullarında yetişen bitkilerin F_v/FM ve TK içeriğinde bulunmuştur. Yapraktan EBR uygulamasının özellikle 2 μM dozunun diğer uygulamalar ve doza göre söz konusu parametreler üzerinde daha etkili olduğu görülmektedir. Tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde toplam klorofil değerlerinde düşme görülmüştür. Bu durum özellikle duyarlı mısır çeşidinde daha belirgindir. Yapılan önceki çalışmalarda da tuzluluk stresiyle klorofil değerlerinin düştüğü rapor edilmektedir (Kaya ve ark., 2001; Lycoskoufis ve ark., 2005). Tuzlu koşullarda klorofil içeriğinin düşmesinin, klorofil sentezinde görev alan klorofilaz enzim aktivitesinin azalmasıyla açıklanmıştır (Güneş ve ark., 1997). Tuzlu ortamda yetişen bitkilere dışarıdan EBR uygulamasıyla kısmi olarak klorofil düzeyi artmıştır. Benzer sonuçlar diğer bazı araştırmacılar tarafından da rapor edilmektedir (Houimli ve ark., 2010; Anuradha ve Rao, 2003, Ali ve ark., 2007). Bu durum EBR'nin bitkiyi tuzluluk stresinin klorofil sentezi üzerinde meydana getirdiği oksidatif stresi azaltmasıyla açıklanabilir. Çünkü bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre tuzlu koşullarda oksidatif stres parametreleri olarak test edilen hidrojen peroksit (H_2O_2) ve malondialdehit (MDA) düzeyleri yüksek bulunmuş, ancak dışarıdan EBR uygulamalarıyla bu parametrelerde düşme meydana gelmiş olması bu görüşü desteklemektedir.

Tuzluluk stresi yapraklardaki su potansiyelini düşürmüştür. Ancak tohumdan veya yapraktan EBR uygulamalarıyla yapraktaki su potansiyeli kısmi olarak artmıştır. Diğer bazı çalışmaların sonuçlarında da tuz uygulamasının yapraktaki su

potansiyelini düşürdüğü rapor edilmektedir. Örneğin, üzümde (Fozouni ve ark., 2012) ve zeytinde (Mousavi ve ark., 2008). Tuz stresini bitki gelişmesi ve su potansiyeli üzerindeki olumsuz etkinin, bitki hücresi üzerindeki metabolizmanın bozulmasıyla ilgili olabilir. Çünkü tuz stresinden dolayı artan osmotik basınç bitkini su alımını ve besin elementlerin alımını kısıtladığı için bitki hücresinin gelişimini azaltabilir (Çiçek ve Çakırlar, 2002).

Bu proje kapsamında test edilen bir diğer parametre ise hücre zarı geçirgenliğidir. Hücre zarı geçirgenliği tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde artmıştır. Çünkü hücre zarının yapısı bozulmuş ve sitoplazma içerisinde bulunan elektronlar dışarı sızması nedeniyle ölçmüş olduğumuz elektron geçirgenlik parametreleri yüksek bulunmuştur. Bu parametre daha önceki değişik çalışmalarda da ölçülmüş ve tuzlu koşullarda yetişen değişik bitkilerde yüksek bulunmuştur (Kaya ve ark., 2001, Ghoulam ve ark., 2002). Bunun bu şekilde yüksek çıkmasının nedeni ise tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde serbest oksijen radikallerinin yüksek çıkması ve bunların hücre zarını bozmasıyla açıklanmıştır (Sairam ve ark., 2005). Bizim çalışmamızda da serbest oksijen radikallerinin yüksek çıkması da bu durumu açıklamaktadır. Mevcut çalışmada tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisine dışarıdan EBR uygulamasıyla hücre zarı kısmi olarak onarılmış ve bunun sonucu olarak hücre zarı geçirgenliği azalmıştır. Benzer sonuçların biber bitkisi (Houimli ve ark., 2010) ve hardal bitkisinde (Ali ve ark., 2008) de rapor edilmiştir. EBR'nin hücre zarı geçirgenliği üzerindeki bu olumlu etkisi, özellikle serbest oksijen radikallerinin düzeylerini düşürmesiyle açıklanabilir (Arora ve ark., 2008; Ali ve ark., 2008).

Çok Değişkenli Varyans Analiz (MANOVA) testi sonuçlarına bakıldığında, bu parametreler bakımında, uygulamalar ve çeşitler arasında önemli farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Tuz stresi ve kontrol koşullarla birlikte farklı metotla uygulanan 24-epibrassinolitin (μM) iki mısır çeşidinin maksimum flüoresans verimi (Fv/FM), hücre zarı geçirgenliği (HZG) ve toplam klorofil (TK mg/kg yaş ağırlık üzerinde) üzerine etkisi

Çeşitler	Uygulamalar	Fv/FM	HZG	TK
PR 32T83	K	0,624bc	16cd	1268b
	tEBR 1,5	0,632b	16cd	1288b
	tEBR 2	0,635b	16cd	1315a
	yEBR 1,5	0,645a	15d	1326a
	yEBR 2	0,652a	15d	1327a
	T	0,588d	24a	1066f
	tEBR 1,5	0,612c	20b	1122e
	tEBR 2	0,615c	20b	1132e
	yEBR 1,5	0,622bc	19bc	1156d
	yEBR 2	0,622bc	18bcd	1198c
PR 34N24	K	0,596b	18c	1196b
	tEBR 1,5	0,602b	17c	1208ab
	tEBR 2	0,609ab	17c	1216ab
	yEBR 1,5	0,612ab	15c	1225a
	yEBR 2	0,625a	16c	1228a
	T	0,542e	27a	1002f
	tEBR 1,5	0,555de	24ab	1085e
	tEBR 2	0,562cd	23b	1122d
	yEBR 1,5	0,574c	23b	1165c
	yEBR 2	0,576c	22b	1175bc

K: kontrol; t: EC 8 dS/m; EBR: 24-epibrassinolit; t: tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması
Her bir çeşit için aynı sütun içerisindeki farklı harflerle gösterilen ortalama veriler istatistiksel olarak farklıdır ($P \leq 0.05$).

MANOVA: Uygulamalar ve çeşitler arasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğunu gösterir ($P \leq 0.05$)

4.1.3. Yaprak Su Potansiyeli (Ψ), Osmotik basınç (OB), prolin ve Glisin Betain (GB)

Tuz stresinde yetişen her iki mısır çeşidinde yaprak su potansiyelinde azalma ve yaprak osmotik basıncında, prolin ve glisin betain içeriğinde ise artış bulunmuştur. Tuz stresine kısmi olarak daha duyarlı olduğu tespit edilen PR 34N24 mısır çeşidinin yaprak su potansiyeli tuz stresinden daha fazla etkilenmiştir (Çizelge 4.3).

Ayrıca da tuzluluk stresi, tuza duyarlı çeşitte daha fazla yaprak osmotik basıncına sebep olmuştur. Ancak tuzlu koşullarda prolin ve glisin betain içerikleri

tuza kısmi olarak toleranslı çeşit olan PR 32T83'de daha yüksek bulunmuştur. Ancak kontrollü koşullarda yetişen bitkilerde EBR uygulamalarıyla bu parametrelerde bir değişim meydana gelmemiştir. Yüksek bitkilerde tuzluluk stresine metabolik tepki olarak yüksek oranda prolin birikimi olmaktadır (Ghoulam ve ark., 2002; Rahnama ve Ebrahimzadeh, 2004; Demiral ve Türkan, 2005). Prolinin bu etkin mekanizmasının nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte, NADPH ve H birikimine yol açan elektron transport sistemindeki aktivitenin azalmasıyla açıklanmaktadır (Venekemp, 1989; Sawhney ve ark., 1990; Alia ve ark., 2001). Prolin, karbon ve azot kaynağı olarak, stres koşullarında yetişen bitkilerde hücre zarının yapısının korunmasında ve serbest oksijen radikallerinin azalmasında da etkin rol almaktadır (Jain ve ark., 2001). Bu çalışmada da tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde özellikle kısmi olarak tuzluluğa toleranslı PR 32T83 mısır çeşidinde prolin birikmesi olmuştur. Ancak dışarıdan EBR uygulamasıyla bitki gelişiminde meydana gelen iyileşmeyle uyumlu olarak prolin düzeyinde de azalma olmuştur. Bu durum önceki çalışmalarla uyumluluk göstermektedir (Houimli ve ark., 2010; González-Olmedo ve ark., 2005).

Tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde konsantrasyonu artan osmotik koruyuculardan bir diğeri ise glisin betaindir (GB). GB çoğunlukla kloroplastlarda bulunur ve tilakoid membranların korunmasında ve düzenlenmesinde hayati bir rol üstlenerek fotosentez etkinliğini artırmaktadır (Robinson ve Jones, 1986). Tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkilerinde GB düzeyi artmış ve bu düzey, tuza kısmi olarak toleranslı çeşit olan PR 32T83'de daha yüksek bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda değişik bitkilerde GB düzeyinin yükseldiği, ıspanak, arpa, çeltik ve sorgum bitkisinde de rapor edilmiştir (Yang ve ark., 2003). Murata ve ark., (1992) GB'nin tuzlu koşullarda fotosistem II (PSII) koruduğu rapor edilmektedir. GB konsantrasyonunun özellikle tuza daha toleranslı dut bitkisinde yüksek oranda biriktiği bildirilmektedir (Agastian ve ark., 2000). Bu sonuçlar bizim bulduğumuz sonuçlarla uyum göstermektedir. Aynı şekilde bazı çalışmalarda da tuzlu koşullarda yetişen mısır çeşitlerinden daha fazla GB biriktirebilen çeşitlerde bitki gelişimi daha fazla olduğu bildirilmektedir (Saneoka ve ark., 1995). Benzer sonuçlar; daha fazla GB içeren buğday bitkileri tuzlu koşullara daha iyi adapte olduğu söylenmektedir (Colmer ve ark., 1995)

Çok değişkenli varyans analiz (MANOVA) testine göre, bu parametrelerde açısında, uygulamalar ve çeşitler arasında önemli farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Tuz stresi ve kontrol koşullarla birlikte farklı metotla uygulanan 24-epibrassinolitin (μM) iki mısır çeşidinin yaprak su potansiyeli (Ψ : MPa), yaprak osmotik basıncı (YOB: Osmol/kg), prolin (Pro: $\mu\text{mol/g}$) ve glisin betain (GB, $\mu\text{g/g}$ KA) içeriği üzerine etkisi

Çeşitler	Uygulamalar	Ψ	YOB	Pro	GB
PR 32T83	K	-0,35a	0,044ef	1,10e	587e
	tEBR 1,5	-0,33a	0,39f	1,05e	585e
	tEBR 2	-0,33a	0,036f	1,04e	575e
	yEBR 1,5	-0,34a	0,034f	1,02e	569e
	yEBR 2	-0,33a	0,035f	1,04e	572e
	T	-1,46d	0,127a	2,96a	986a
	tEBR 1,5	-1,34cd	0,104b	2,52b	945b
	tEBR 2	-1,21bc	0,091bc	2,40bc	912c
	yEBR 1,5	-1,14bc	0,076cd	2,26cd	855d
	yEBR 2	-1,05b	0,062de	2,20d	846d
PR 34N24	K	-0,30a	0,041e	1,13d	468d
	tEBR 1,5	-0,29a	0,039e	1,10d	461d
	tEBR 2	-0,28a	0,038e	1,11d	466d
	yEBR 1,5	-0,28a	0,037e	1,14d	465d
	yEBR 2	-0,27a	0,037e	1,12d	462d
	T	-1,67d	0,173a	2,54a	607a
	tEBR 1,5	-1,39c	0,124b	2,42a	575b
	tEBR 2	-1,37c	0,105c	2,21b	565b
	yEBR 1,5	-1,21bc	0,086cd	2,02c	562b
	yEBR 2	-1,14b	0,071d	2,04c	542c

K: kontrol; t: EC 8 dS/m; EBR: 24-epibrassinolit; t: tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması
Her bir çeşit için aynı sütun içerisindeki farklı harflerle gösterilen ortalama veriler istatistiksel olarak farklıdır ($P \leq 0.05$).

MANOVA: Uygulamalar ve çeşitler arasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğunu gösterir ($P \leq 0.05$)

4.1.4. Bitkideki Mineral Element İçerikleri

Beklenildiği gibi, tuzluluk stresiyle birlikte her iki mısır çeşidinin yapraklarında sodyum (Na) içeriği artmıştır. Tuzluluğa kısmi olarak daha duyarlı bulunan PR 34N24 mısır çeşidinde Na içerikleri daha yüksektir (Çizelge 4.4). Tuzlu koşullarda yetişen bitkilere tohumdan ve yaprakdan EBR uygulamalarıyla her iki çeşide de Na içeriği düşmüş, fakat kontrol bitkilerine göre Na içeriği halen daha yüksektir. Yapraktan EBR uygulamaları, tohumdan uygulamayla karşılaştırıldığında

Na içeriğinde daha fazla düşüşe sebep olmuştur. Kontrol bitkilerine EBR uygulamalarıyla bitkilerdeki Na içerikleri değişmemiştir.

Diğer zorunlu besin elementleri (N, ve Ca) açısından değerlendirme yapıldığında ise tuzluluk stresi, bu besin elementleri düzeyinde düşüşe sebep olmuştur. Bu düşüler PR 34N24 çeşidinde daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.4.).

EBR uygulamalarıyla bu besin elementlerinin konsantrasyonları kısmi olarak artmış, ancak kontrol bitkileri düzeyine ulaşmamıştır. Bu anlamda yapraktan EBR uygulaması, tohum uygulamasına göre daha olumlu sonuç vermiştir. Çok değişkenli varyans analiz (MANOVA) testine göre, yapraktaki besin elementleri düzeyleri esas alındığında uygulamalar ve çeşitler arasında önemli farklılıklar vardır.

Tuzlu ortamlarda gelişen bitkilerde görülen önemli aksamalara neden olan olumsuz faktörlerden bir diğeri de besin elementi dengesizliğidir. Bitki kök bölgesinde Na oranının artmasına bağlı olarak kalsiyum (Ca) ve azot (N) alınimleri olumsuz etkilenmektedir. Bu durum Na ile diğer elementler arasındaki antagonizmden ileri gelmektedir (Fageria, 2001; Garcia-Sanchez ve ark., 2002; Garcia-Legaz, 2008).

EBR uygulamaları ile bu element düzeylerinde artış olmuştur. Ayrıca EBR uygulamalarıyla Na içeriğinde ise bir azalma meydana gelmiştir. Benzer çalışma sonuçları *Eriobotrya japonica* Lindl bitkisinde elde edilmiştir (Sadeghi ve Shekafveeh 2014). EBR'nin yararlı etkisi tuz stresinde yetişen bitki hücrelerindeki iyon dengesinin geliştirilmesiyle ilgili olduğu rapor edilmektedir (Pirogovskya ve ark., 1996). Ayrıca EBR bileşiklerinin topraktan daha fazla mineral elementleri almasına yardımcı oldukları bildirilmektedir (Ronsch ve ark., 1993).

Çizelge 4.4. Tuz stresi ve kontrol koşullarla birlikte farklı metotla uygulanan 24-epibrassinolitin (μM) iki mısır çeşidinin yaprak su potansiyeli (Ψ : MPa), yaprak osmotik basıncı (YOB: Osmol/kg), prolin (Pro: $\mu\text{mol/g}$) ve glisin betain (GB, $\mu\text{g/g}$ KA) içeriği üzerine etkisi

Çeşitler	Uygulamalar	Na	Ca	N
PR 32T83	K	33d	173ab	1144a
	tEBR 1,5	32d	176a	1152a
	tEBR 2	32d	178a	1151a
	yEBR 1,5	30d	174ab	1150a
	yEBR 2	31d	175a	1152a
	T	332a	110d	887e
	tEBR 1,5	254b	142c	957d
	tEBR 2	242b	162b	985c
	yEBR 1,5	234c	168ab	986c
	yEBR 2	230c	172ab	1016b
PR 34N24	K	30d	162ab	1125a
	tEBR 1,5	30d	164a	1124a
	tEBR 2	31d	165a	1132a
	yEBR 1,5	29d	164a	1129a
	yEBR 2	28d	165a	1135a
	T	380a	94e	842e
	tEBR 1,5	303b	113d	926d
	tEBR 2	281bc	132c	933d
	yEBR 1,5	274c	149b	1027c
	yEBR 2	272c	156ab	1058b

K: kontrol; t: EC 8 dS/m; EBR: 24-epibrassinolit; t: tohum uygulaması; y: yaprak uygulaması
Her bir çeşit için aynı sütun içerisindeki farklı harflerle gösterilen ortalama veriler istatistiksel olarak farklıdır ($P \leq 0.05$).

MANOVA: Uygulamalar ve çeşitler arasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğunu gösterir ($P \leq 0.05$).

4.2. Mikrobiyal gübrenin azaltılmış N ve Tuz stresinde yetişen mısır bitkisine etkileri

4.2.1. Klorofil içeriği

Çizelge 4.5. de görüldüğü gibi tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında toplam klorofil miktarlarında düşüş meydana gelmiştir. Bitkilere uygulanan biyolojik gübre uygulamaları ile bu düşüşü kısmen iyileştirmiştir. K1 de yapılan biyolojik gübre uygulamaları ile klorofil içeriğinin arttığı en iyi artışın K1+BG2 de olduğu görülmüştür. Azaltılmış N (K2) uygulamasında K1'e göre klorofil içeriğinin düştüğü yapılan biyolojik gübre (K2+BG1 ve K2+BG2) uygulamaları ile K1 seviyesine yükseldiği görülmüştür. Bitkilerin toplam klorofil

miktarları tuz uygulamaları ile beraber düşüş göstermiştir. Tuz uygulamaları ile toplam klorofil miktarında meydana gelen bu düşüş Yaşar (2003), Binici (2005), Topaloğlu (2010) yaptıkları çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.5. Tuz stresi, kontrol koşullar ve azaltılmış N ile birlikte farklı miktarda toprağa uygulanan biyolojik gübrenin mısır bitkisinin maksimum flüoresans verimi (Fv/FM), hücre zarı geçirgenliği (HZG) ve toplam klorofil (TK mg/kg yaş ağırlık üzerinde) üzerine etkisi

Uygulamalar	Fv/FM	HZG	TK
K1	0,625b	16d	1258b
K1+BG1	0,645a	16d	1288ab
K1+BG2	0.635ab	16d	1315a
K2	0,595de	18d	1125a
K2+BG1	0,612c	15d	1256b
K2+BG2	0,624b	16d	1240b
T	0,588e	27a	1022e
T+BG1	0,605cd	23c	1132d
T+BG2	0,602cd	24bc	1168c

K1: Kontrol (100 mg N/Kg toprak); K2: 50 mg N/Kg toprak; BG1: 1 mg BG/kg toprak; BG2: 2 mg BG/kg toprak; T: 100 mM NaCl

Aynı sütün içerisindeki farklı harflerle gösterilen ortalama veriler istatistiksel olarak farklıdır LSD (P ≤ 0.05).

4.2.2. Hücre zarı geçirgenliği

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi tuz stresinde yetişen bitkilerde hücre zarı geçirgenliği artmıştır. Biyolojik gübre uygulamaları bitkilerin hücre zarı geçirgenliği azalmış olsa da kontrol bitkilerinin hücre zarı geçirgenliğine ulaşamamıştır. Çizelge 4.6' da anlaşılacağı üzere biyolojik gübre uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. K1'e göre yapılan biyolojik gübre (K1+BG1 ve K1+BG2) uygulamalarında hücre zarı geçirgenliğinin değişmediği görülmüştür. Azaltılmış N uygulamasında hücre zarı geçirgenliğinin K1'e göre arttığı yapılan biyolojik gübre uygulamaları ile düşüş gösterdiği görülmüştür. Yaptığımız çalışmada tuz uygulamaları neticesinde bitkilerin hücre zarı geçirgenlikleri artmıştır. Tuz

uygulamaları ile hücre zarı geçirgenliğinde meydana gelen bu artış Kaya ve ark (2003), Binici (2005) ile paralellik göstermektedir.

4.2.3. Fotosentez verimi

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi K1'e göre yapılan biyolojik gübre (K1+BG1 ve K1+BG2) uygulamalarında fotosentez veriminin arttığı en iyi artışın K1+BG1 uygulamasında olduğu görülmüştür. Azaltılmış N (K2) uygulamasında K1'e göre fotosentez veriminin düştüğü yapılan biyolojik gübre (K2+BG1 ve K2+BG2) uygulamalarında K1 seviyesine yükseldiği görülmüştür. Fotosentez verimi, tuz uygulaması sonucunda, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında azalmıştır. Biyolojik gübre uygulamaları ile maksimum ışık veriminde artış görülmüştür. Kontrol bitkileri ile kıyaslandığında ise bu değerlerin kontrol bitkilerinin maksimum ışık verimi değerine ulaşamadığı görülmüştür. Bitkilerde maksimum ışık verimi tuz uygulamaları sonucunda düşüş göstermiştir. Bitkilerde tuz uygulamaları ile meydana gelen maksimum ışık verimindeki bu düşüş Yaşar (2003), Burman (2004), Kuşvuran ve ark. (2007), Daşgan ve Koç (2009), Kuşvuran (2011), çalışmaları ile paralellik göstermektedir

4.2.4. Yapraktaki su potansiyeli

Kontrol bitkilerine oranla tuz ve biyolojik gübre uygulamaları sonucunda bitkilerde meydana gelen değişiklikler çizelge 4.6'da görüldüğü gibidir. Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında yapraktaki su potansiyelinde düşüş meydana gelmiştir. Biyolojik gübre uygulamaları ile bu düşüş kısmen iyileştirmiştir. Azaltılmış N uygulamasında (K2) yaprak su potansiyelinde K1'e göre düşüş göstermiş yapılan biyolojik gübre (K2+BG1 ve K2+BG2) uygulamalarında yükselme görülse de K1 seviyesine gelememiştir. Tuz uygulamaları neticesinde bitkilerin yaprak su potansiyellerinde düşüş gözlenmiştir. Tuz

uygulamaları ile yapraktaki su potansiyelinde meydana gelen bu düşüşler Binici (2005), Burman (2004), Kuşvuran (2011) çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.6. Tuz stresi, kontrol koşullar ve azaltılmış N ile birlikte farklı miktarda toprağa uygulanan biyolojik gübrenin mısır bitkisinin yaprak su potansiyeli (Ψ : MPa) ve yaprak osmotik basıncı (YOB: Osmol/kg) üzerine etkisi

Uygulamalar	Ψ	YOB
K1	-0,34a	0,042c
K1+BG1	-0,33a	0,039c
K1+BG2	-0,33a	0,038c
K2	-0,68c	0,029c
K2+BG1	-0,46b	0,036c
K2+BG2	-0,49b	0,036c
T	-1,66e	0,141a
T+BG1	-1,37d	0,119b
T+BG2	-1,42d	0,122b

K1: Kontrol (100 mg N/Kg toprak); K2: 50 mg N/Kg toprak; BG1: 1 mg BG/kg toprak; BG2: 2 mg BG/kg toprak; T: 100 mM NaCl

Aynı sütün içerisindeki farklı harflerle gösterilen ortalama veriler istatistiksel olarak farklıdır LSD ($P \leq 0.05$).

4.2.5. Bitkilerde osmotik basınç

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi Osmotik basınç, tuz uygulanan bitkiler ile kontrol bitkileri karşılaştırıldığında, tuz uygulanan bitkilerde arttığı görülmüştür.

Yapılan biyolojik gübre uygulamalarında kısmen düzelme görülse de yeterli görülmemiştir. Yaptığımız çalışmada tuz uygulamaları ile bitkilerde osmotik basıncın arttığı belirlenmiştir. Bitkilerde tuz uygulamaları ile osmotik basınç değerinde meydana gelen bu artış Topaloğlu (2010) yaptığı çalışma ile paralellik göstermektedir.

4.2.6. Bitkilerde Na, N, Ca, P ve K konsantrasyonu

Çizelge 4.7. Tuz stresi, kontrol koşulları ve azaltılmış N ile birlikte farklı miktarda toprağa uygulanan biyolojik gübrenin mısır bitkisinin sodyum (Na), azot (N), kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve fosfor (P) (mmol/kg) içeriğine etkisi

Uygulamalar	Na	N	Ca	K	P
K1	32c	1144b	173a	364a	64a
K1+BG1	32c	1175a	176a	365a	65a
K1+BG2	31c	1195a	178a	369a	65a
K2	33c	925e	165a	356a	66a
K2+BG1	35c	1020c	172a	362a	63a
K2+BG2	32c	1032c	174a	365a	62a
T	345a	852f	109c	245 c	36c
T+BG1	236b	963d	136b	289b	52b
T+BG2	230b	1020c	134b	295b	46bc

K1: Kontrol (100 mg N/Kg toprak); K2: 50 mg N/Kg toprak; BG1: 1 mg BG/kg toprak; BG2: 2 mg BG/kg toprak; T: 100 mM NaCl

Aynı sütün içerisindeki farklı harflerle gösterilen ortalama veriler istatistiksel olarak farklıdır LSD ($P \leq 0.05$).

Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi tuz uygulanan bitkiler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, Na miktarında artış gözlenirken, N, P, K ve Ca miktarında azalma görülmektedir. Bitkilerin Na değerlerinde, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında artış gözlemlenmiştir. Yapılan biyolojik gübre uygulamaları ile tuzluluktan kaynaklanan Na miktarındaki artış kısmen iyileştirilmiştir. K1 de yapılan biyolojik gübre uygulamalarında K1+BG1 uygulamasında N ve Ca da K1'e göre artış görülürken diğer parametrelerde (Na, P ve K) değişiklik olmamıştır. K1+BG2 uygulamasında Na oranında azalma olurken, N, Ca, K oranında artma belirlenmiştir. P oranında bir değişim olmamıştır. Azaltılmış N uygulamasında K2 de K1'e göre Na ve P oranı artmış, N, Ca ve K oranları azalmıştır. K2 de yapılan biyolojik gübre uygulamalarında K2+BG1 uygulamasında Na, N, Ca ve K oranında artış olurken P oranında azalma görülmüştür. K2+BG2 uygulamasında ise Na ve P oranında azalma görülürken N, Ca ve K oranında artış belirlenmiştir. Yapılan tüm biyolojik gübre uygulamalarında N oranındaki artışlar değerli bulunmuştur. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında tuz uygulanan bitkilerin kök ve gövdelerinde Na miktarında artış gözlenirken Ca ve K miktarlarında azalma

görlmüŐtür. Bu sonuçlar, Binici (2005), Kuşvuran ve ark. (2007), Topaloğlu (2010), Kuşvuran (2011) çalışmaları ile paralellik göstermektedir.



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

5.1.1. Brassinosteroid Deneme Sonuçları

1. Test edilen mısır çeşitleri test edilen parametreler açısından değerlendirildiğinde, PR 32T83 mısır çeşidi kısmi olarak tuza daha toleranslı bulunurken, PR 34N24 mısır çeşidi daha duyarlı bulunmuştur. Bu sonuçlar dikkate alındığında tuzluluk problemi olan topraklarda kullanılan çeşitlerden PR 32T83 mısır çeşidi önerilebilir.
2. Tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde sadece Na toksik düzeyde biriktiği için değil aynı zamanda N, ve Ca miktarının azalması nedeniyle de bitki gelişimi azalmaktadır. Gelecek yıllarda tuzlu koşullarda ve tarla koşullarında yetişen bitkilere ilave Ca ve N verilerek tuzluk stresini azaltıp azaltmayacağı test edilmesi önerilmektedir.
3. Yapraktan ve tohumdan EBR uygulamalarının özellikle 1,5 ve 2 μ M dozlarının tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisinde tuza toleransı kısmi olarak artırmıştır. Bu bileşiklerin etkili dozları, tuzlu koşullarda mısır yetiştiriciliği için önerilebilir. Pratik olması açısından ekim öncesi tohumlar EBR'nin etkili bulunan dozlarda hazırlanan çözeltilerde 24 saat bekletildikten sonra ekilmesi önerilir.
4. EBR uygulamalarının tuz stresinde yetişen mısır bitkisi üzerindeki olumlu etkisi; bitkideki Na birikimini azaltmak ve bitkideki N ve Ca miktarını artırmadan dolaydır. Ayrıca bu olumlu etki aynı zamanda diğer test edilen fizyolojik parametrelerde (hücre zarı geçirgenliği gibi) iyileştirme meydana getirmesi nedeniyledir.

5.1.2. Mikrobiyal gübrenin azaltılmış N ve Tuz stresinde yetişen mısır bitkisine etkileri

Yaptığımız çalışmalar neticesinde bitkilerde, maksimum ışık veriminde, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında düşüş gözlemlenmiştir. Bitkilere yapılan biyolojik gübre uygulamaları sonucunda, tuzluluktan kaynaklanan maksimum ışık verimindeki düşüş kısmen iyileştirilmiştir.

Tuz uygulaması neticesinde kontrol bitkilerine kıyasla, bitkilerin hücre zarı geçirgenliğinde artış gözlenmiştir. Bu artış, yapılan farklı biyolojik gübre uygulamaları ile kısmen azaltılmıştır.

Tuz uygulanan bitkiler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında toplam klorofil miktarlarında düşüş meydana gelmiştir. Bu düşüş, yapılan farklı biyolojik gübre uygulamaları ile kısmen iyileştirmiştir.

Tuz uygulanan bitkiler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında yapraktaki su potansiyelinde düşüş meydana gelmiştir. Bu düşüş yapılan farklı biyolojik gübre uygulamaları kısmen iyileştirmiştir.

Bitkilerin osmotik basınç değerleri, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında artış gözlemlenmiştir. Yapılan farklı biyolojik gübre uygulamaları neticesinde, tuzluluktan kaynaklanan osmotik basınçtaki artış kısmen iyileştirilmiştir. Tuz uygulanan bitkiler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında; Na miktarında artış gözlenirken, N, P ve Ca miktarında azalma görülmektedir. Bitkilerin Na değerlerinde, tuz uygulaması sonucu kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında artış gözlemlenmiştir. Bitkilere yapılan farklı biyolojik gübre uygulamaları neticesinde, tuzluluktan kaynaklanan Na miktarındaki artış kısmen iyileştirilmiştir.

Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında N, P ve Ca miktarlarında düşüş meydana gelmiştir. Bitkilere yapılan farklı biyolojik gübre uygulamaları ile bu düşüş kısmen iyileştirmiştir.

5.2. Öneriler

5.2.1. Biyolojik gübrenin tuz stresindeki mısır bitkisine etkileri

Tuz stresinin bitkide meydana getirdiği olumsuzluklar karşısında, bitkiye dışarıdan uygulanan biyolojik gübre uygulamalarının bu olumsuzlukları kısmen iyileştirdiği belirlendi. Yaptığımız çalışma sonucunda tuz probleminin görüldüğü yerlerde bitkilere biyolojik gübre uygulamasının alternatif bir uygulama olduğu önerilebilir.

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

5.2.2. Biyolojik gübrenin azaltılmış N üzerine etkisi

Yapılan biyolojik gübre uygulamalarındaki azaltılmış N denemelerinde biyolojik gübre uygulamasında, N oranında ciddi artışlar belirlenmiştir. Bitkilere uygulanacak N miktarının azaltılarak yerine biyolojik gübre kullanılması alternatif bir uygulama olarak önerilebilir.

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

KAYNAKLAR

- AGASTIAN, P., KINGSLEY, S.J., VIVEKANANDAN, M. 2000. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes, *Photosynthetica*, 38, 287–290.
- ALİ, B., HAYAT, S., FARİDUDDİN, Q., AHMAD, A. 2008. 24-Epibrassinolide protects against the stress generated by salinity and nickel in *Brassica juncea*, *Chemosphere*, 72,1387-1392.
- ALLAKHVERDIEV, S.I., SAKAMOTO, A., NISHIYAMA, Y., INABA, M. and MURATA, N., 2000. Inactivation of Photosystems I and II in Response to Osmotic Stress in *Synechococcus*, Contribution of Water Channels. *Plant Physiol.* 122, 1201–1208.
- ANONİM, 2005. DK 6101. <http://www.monsanto.com/global/tr/urunler/pages/dkc-6101.aspx>
- ANURADHA, S., RAO, S.S.R. 2003. Application of brassinosteroids to rice seeds (*Oryza sativa* L.) reduced the impact of salt stress on growth and improved photosynthetic pigment levels and nitrate reductase activity, *Plant Growth Regulation*, 40, 29–32.
- ARCAK, S., GÜDER, N. 2004. Biyolojik Gübrelemenin Sürdürülebilir Ekosistemdeki Önemi.
- ASHRAF, M. and HARRIS, P.J.C., 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, 166: 3-16.
- 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.
- BAYRAK, D., ÖKMEN, G. 2014. Plant Growth Promoting Rhizobacteria.
- BİNİCİ, S.A., 2005. Tuzlu Koşullarda Yetişen Buğday Bitkisinin Fizyolojik ve Bazı Besin Elementlerinin Alımı Üzerine Gibberellik ve Absisik Asitlerin Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 55s.
- BROWN, P.H., and HU, H., 1996. Phloem Mobility of Boron is Species Dependent Evidence For Phloem Mobility in Sorbitol-rich Species. *Annals of Botany*, 122 (3): 497-505.
- BURMAN, U., GARG, B.K. and KATHJU, S., 2004. Interactive Effects of Thiourea and Phosphorus on Clusterbean Under Water Stress. *Biol Plant* 48: 61-5.
- CHAPMAN, H.D., PRATT, P.F., 1982. *Methods of Plant Analysis*. I. Methods of Analysis for Soils, Plants and Water Chapman Publishers, Riverside, California.
- CHAVES, M.M., FLEXAS, J., PINHEIRO, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell, *Annals of Botany*, 103, 551–560.
- CLARK, A.J., BLISSETT, K.J. and OLIVER, R.P., 2003. Investigating the Role of Polyols in *Cladosporium fulvum* During Growth Under Hyper Osmotic Stress and in Planta. *Planta* 216, 614–619.

- CLOUSE, S.D., SASSE, J.M. 1998. Brassinosteroids, essential regulators of plant growth and development Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 49, 427-451.
- COLMER, T.D., EPSTEIN, E., DVORAK, J. 1995. Differential solute regulation in leaf blades of various ages in salt sensitive wheat and a salt-tolerant wheat *Lophopyrum elongatum* (Host.) A. Love amphiploid, Plant Physiology, 108 , 1715–1724.
- CONDE, C., SILVA, P., AGASSE, A., LEMOINE, R., DELROT, S., TAVARES, R. and GERÓS, H., 2007. Utilization and Transport of Mannitol in *Olea europaea* and Implications for Salt Stress Tolerance. *Plant Cell Physiol.* 48, 42–53.
- CREELMAN, R.A., MULLET, J.E. 1997. Oligosaccharins, brassinolides, and jasmonates: nontraditional regulators of plant growth, development, and gene expression, Plant Cell, 9, 1211–1223.
- ÇAKMAKÇI, R., KANTAR, F., ŞAHİN, F. 2001. Effect of N₂-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley, J. Plant Nutr. Soil Sci. 164: 527-531.
- DAŞGAN, H.Y., AKTAS, H., ABAK, K., ÇAKMAK, İ., 2002. Determination of Screening Techniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses. Plant Science, 163: 695-703.
- DAŞGAN H.Y., KOÇ, S., EKİCİ B., AKTAŞ, H. ve ABAK K., 2006. Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. Alatarım 5: 23-31.
- 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.
- DOMAGALSKA, M.A., Sarnowska, E., Nagy, F., Davis, S.J. 2010. Genetic analyses of interactions among gibberellin, abscisic acid, and brassinosteroids in the control of flowering time in *Arabidopsis thaliana*, PLoSONE, 5:e14012. doi: 10.1371/
- DIVI, U. K., KRISHNA, P. 2010. Overexpression of the brassinosteroid biosynthetic gene AtDWF4 in *Arabidopsis* seeds overcomes abscisic acid-induced inhibition of germination and increases cold tolerance in transgenic seedlings, Journal of Plant Growth Regulation, 29, 385–393.
- FAGERIA, V.D., 2001. Nutrient interactions in crop plants, Journal of Plant nutrition. 8, 1269-1290.
- FAO, 2005. Global Network on Integrated Soil Management for Sustainable Use of Salt-Affected Soils, Rome, Italy. FAO Land and Plant Nutrition.
- GLICK, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria, Can. J. Microbiol. 41: 109-117.
- GURFINKEL, J.M.C., PERTICARI, 2000. Reactivity of Hydroxyl and Hydroxyl Like Radicals Discriminated by Release of Thiobarbituric Acid Reactive Material From Deoxy Sugars, Nucleosides and Benzoate, *Biochemical Journal*, 224, 761-767.
- GÜNES, A., ALPASLAN, M., TABAN, S., HATİPOĞLU, F. 1997. Salinity resistance of various wheat varieties”, Turkish Journal Agriculture and Forestry, 21, 165-169.

- HASEGAWA, P.M., BRESSAN, R.A., ZHU, J.K. and BOHNERT, H.J., 2000. Plant Cellular and Molecular Responses to High Salinity. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 51, 463–499.
- HAUBRICK, L.L., ASSMANN, S.M. 2006 “Brassinosteroids and plant function: some clues, more puzzles”, *Plant Cell Environment*, 29, 446–57.
- HU, Q., WESTERHOFF, P., VERMAAS, W. 2000 “Removal of nitrate from groundwater by cyanobacteria, quantitative assessment of factors influencing nitrate uptake”, *Applied Environmental Microbiology*, 66,133–139.
- HUANG, B., 2006. Cellular Membranes in Stress Sensing and Regulation of Plant Adaptation to Abiotic Stresses, *Plant-Environment Interactions*, Published by CRC/Taylor and Francis, 416p.
- JAIN, M., MATHUR, G., KOUL, S., SARİN, N.B. 2001. Ameliorative effects of proline on salt stress induced lipid peroxidation in cell lines of groundnut (*Arachis hypogea* L.), *Plant Cell Reports*, 20, 463-468.
- KARTAL, G., TEMEL, A., ARİCAN, E., GOZUKİRMİZİ, N. 2009. Effects of brassinosteroids on barley root growth, antioxidant system and cell division, *Plant Growth Regulation*, 58, 261–267.
- KAYA, C., HIGGS, D., İNCE, F., AMADOR, B.M., ÇAKIR, A. and SAKAR, E., 2003. Ameliorative Effects Of Potassium Phosphate On Salt Stressed Peper and Cucumber. *Journal Of Plant Nutrition*, 26:807-820.
- KAYA, C., KİRNAK, H., HİGGS, D. 2001. An experiment to investigate the ameliorative effects of foliar potassium phosphate sprays on salt-stressed strawberry plants, *Australian Journal of Agricultural Research*, 52, 995-1000.
- KHALID, A., ARSHAD, M., ZAHIR, S.A. 2004. Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat, *Journal of Applied Microbiology*. 96(3): 473.
- KLOEPPER, J. W., LOFSHITZ, K., ZABLOTOWICZ, R. M. 1989. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity”, *Trends Biotechnol.* 7: 39-43.
- KUŞVURAN, Ş., 2011. Bamyacı (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.
- LAUCHLI, A. ve EPSTEIN, E., 1990. Plant Responses to Saline and Sodic Conditions, Ed: Tanjii K.K., *Agricultural salinity assessment and management, Manuals Rep. on Eng. Practice no. 71.* ASCE, New York, p. 113-137.
- LEVITT, J., 1980 *Responses of Plants to Environmental Stress.* Academic Press, p.p. 607, USA.
- LIU, H., GUO, T., ZHU, Y., WANG, C., KANG, G. 2006. Effects of epi-brassinolide (epi-BR) application at anthesis on starch accumulation and activities of key enzymes in wheat grains, *Acta Agronomy of Sinica* 32, 924–930.

- LUCY, M., REED, E., GLICK, B.R. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria”, *Antonie van Leeuwenhoek*, 86.
- LYCOSKOUFIS, L.H., SAVVAS, D., MAVROGIANOPOULOS, G. 2005. Growth, gas exchange and nutrient status in pepper (*Capsicum annum* L.) grown in re-circulating nutrient solution as affected by salinity imposed to half of the root system, *Scientia Horticulturae*, 106, 147-161.
- MALIKOVA, J., SWACZYNOVA, J., KOLAR, Z., STRNAD, M. 2008. Anticancer and antiproliferative activity of natural brassinosteroids, *Phytochemistry*, 69, 418-426.
- MANZANO, S., MARTÍNEZ, C., MEGÍAS, Z., GÓMEZ, P., GARRIDO, D., JAMILENA, M. 2011. The role of ethylene and brassinosteroids in the control of sex expression and flower development in *Cucurbita pepo*, *Plant Growth Regulators*, 65, 213–221.
- MUNNS, R., TERMAAT, A., 1986. Whole-plant Responses to Salinity, *Aust. J. Plant Physiol*, 13: 143-160.
- MURATA, N., MOHANTY, P.S., HAYASHI, H., PAPAGEORGIOU, G.C. 1992. Glycinebetaine stabilizes the association of extrinsic proteins with the photosynthetic oxygen-evolving complex, *FEBS Letters*, 296, 187–189.
- NAIDU, B.P., WILLIAMS, R. 2004. Seed treatment and foliar application of osmoprotectants to increase crop establishment and cold tolerance at flowering in rice. A Report of the Rural Industries Research and Development Corporation Project No. CST-2A. CSIRO Tropical Agriculture, Brisbane.
- OKON, Y., LABANDERA-GONZALEZ, C.A., 1994. Agronomic applications of *Azospirillum* an evaluation of 20 years worldwide field inoculation, *Soil Biol Biochem*. 26: 1591-1601.
- ÖZDEMİR, F., BOR, M., DEMİRAL, T., TÜRKAN, I. 2004. Effects of 24-epibrassinolide on seed germination, seedling growth, lipid peroxidation, proline content and antioxidative system of rice (*Oryza sativa* L.) under salinity stress, *Plant Growth Regulation*, 42, 203–211.
- PENG, Z., HAN, C., YUAN, L., ZHANG, K., HUANG, H., REN, C. 2011. Brassinosteroid enhances jasmonate-induced anthocyanin accumulation in *Arabidopsis* seedlings, *Journal of Integrative Plant Biology*, 53, 632–640.
- PROBSTING, W.M., MAGGARD, S.P. ve GUO, W.W., 1990. The relationship of thiamin to the *alt* locus of *Pisum sativum* L. *Journal of Plant Physiology*, 136: 231-235.
- RAHNAMA, H., EBRAHİMZADEH, H. 2005. The effect of NaCl on oxidant enzyme activities in potato seedlings, *Biologia Plantarum*, 49 , 93-97.
- ROBINSON, S.P., JONES, G.P. 1986. Accumulation of glycine betaine in chloroplasts provides osmotic adjustment during salt stress Australian *Journal of Plant Physiology*, 13, 659–668.
- SADEGHI, F., SHEKAFVEEH, A. 2014. Effect of 24-epibrassinolide on salinity-induced changes in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl), *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87, 182 – 189.
- SAIRAM, R.K., SRIVASTAVA, G.C., AGARWAL, S., MEENA, R.C. 2005. Differences in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes, *Biologia Plantarum*, 49, 85-91.

- SAKAMATO, A. and MURATA N., 2001. The use of bacterial choline oxidase, a glycinebetaine-synthesizing enzyme, to create stress-resistant transgenic plants. *Plant Physiology*, 125: 180-188.
- SAKAMOTO, A., MURATA, N. 2000. Genetic engineering of glycinebetaine synthesis in plants, Current status and implications for enhancement of stress tolerance, *Journal of Experimental Botany*, 51, 81-88.
- SAIRAM, M., ASHRAF, M. and AKRAM, N.A., 2002. Salt (NaCl)-Induced Modulation In Some Key Physio-Biochemical Attributes In Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *J Agron Crop Sci* 197: 202-213.
- SANEOKA, H., NAGASAKA, C., HAHN, D.T., YANG, W.J., PREMACHANDRA, G.S., JOLY, R.J., RHODES, D. 1995. Salt tolerance of glycinebetaine-deficient and containing maize lines, *Plant Physiology*, 107,631-638.
- SAWHNEY, V., SHEARAN, I.S., SINGH, R. 1990. Nitrogen fixation photosynthesis and enzymes of ammonia assimilation and ureide biogenesis in nodules of mungbean (*Vigna radiata*) grown in presence of cadmium, *Indian Journal of Experimental Biology*, 28, 883-886.
- SAYGIDEGER, S., DENİZ, F. 2008. Effect of 2,4-epibrassinolide on biomass, growth and free proline concentration in *Spirulina platensis* (Cyanophyta) under NaCl stress, *Plant Growth Regulation*, 56, 219-223.
- SHABALA, S. 2013. Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops, *Annals of Botany*, 112, 1209-1221.
- SHANG, Q., SONG, S., ZHANG, Z., GUO, S. 2006. Exogenous brassinosteroid induced salt resistance of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings", *Scientia Agricultura Sinica*, 39, 1872-1877.
- SHANNON, M.C., 1998. Adaptation of plants to salinity. *Adv. Argon.* 60, 75-119.
- SLAVIKOVA, B., KOHOUT, L., BUDESINSKY, M., SWACZYNOVA, J. AND KASAL, A. 2008. Brassinosteroids, synthesis and activity of some fluoro analogues, *Journal of Medicinal Chemistry*, 51, 3979-3984.
- SMIRNOFF, N., 1998. Plant Resistance to Environmental Stress, *Current Opinion in Biotechnology*, 9: 214-219.
- SONG, S., LIU, W., GUO, S., SHANG, Q., ZHANG, Z. 2006. Salt resistance and its mechanism of cucumber under effects of exogenous chemical activator, *Yingyong Shengtai Xuebao*, 17, 1871-1876.
- SREENIVASULU, N., GRIMM, B., WOBUS, U. ve WESCHKE, W., 2000. Differential Response of Antioxidant Compounds to Salinity Stress in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Seedling of Fox-Tail Millet (*Setaria Italica*). *Physiol. Plant.*, 109: 435-442.
- STEIGEROVA, J., RAROVA, L., OKLESTKOVA, J., KRIZOVA, K., LEVKOVA, M., SVACHOVA, M., KOLAR, Z., STRNAD, M. 2012. Mechanisms of natural brassinosteroid-induced apoptosis of prostate cancer cells, *Food Chemistry and Toxicology*, 50, 4068-4076.
- 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.
- SUDHAKAR, P., CHATTOPADYAY, G.N., GANGWAR, S.K., GHOSH, J.K. 2000. Effect of foliar application of azotobacter, azospirillum and

beijerinckia on leaf yield and quality of mulberry (morus alba), Journal of Agricultural Sci. Cambridge, 134: 227-234.

- ŞAHİN, F., ÇAKMAKÇI, R., KANTAR, F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria, Plant and Soil. 265: 123-129.
- TUTEJA, C.A., GEORGHIOU, K., and PASSAM, H.C., 2007. Osmoconditioning and Ageing of Pepper Seeds During Storage, Annals of Botany, 63; 65-69pp.
- 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.
- TÜİK, 2013. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alan ve Üretim Miktarları. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>
- TÜİK, 2004. Tarımsal Yapı ve Üretim. Ankara.
- VARDHINI, B. V. 2012. Application of brassinolide mitigates saline stress of certain metabolites of sorghum grown in Karaikal, Journal of Phytoloji, 4, 1–3.
- VARDHINI, B. V. 2013. Comparative study of Sorghum vulgare Pers. Grown in two experimental sites by brassinolide application at vegetative, flowering and grain filling stage, Procceeding of Andhra Pradesh Akademia of Science, 15, 75–79.
- VARDHINI, B. V., RAO, S. S. R. 1998. Effect of brassinosteroids on growth, metabolite content and yield of Arachis hypogaea, Phytochemistry, 48, 927–930.
- VARDHINI, B. V., RAO, S. S. R., RAO, K. V. N. 2008. Effect of brassinolide on growth, yield, metabolite content and enzyme activities of tomato (Lycopersicon esculentum) Mill,” in Recent Advances in Plant Biotechnology and its Applications, eds S. K. Ashwani Kumar and I. K. Sopory (New Delhi: International Publishing House Ltd.), 133–139.
- VENEKEMP, J.H. 1989. Regulation of cytosolic in plant under condition of drought, Plant physiology, 76,112-117.
- YANG, WJ., RICH, P.J., AXTELL, J.D., WOOD, K.V., BONHAM, C.C., EJETA, G., MICKELBART, M.V., RHODES, D. 2003. Genotypic variation for glycinebetaine in sorghum", Crop Science, 43, 162-169.
- YAŞAR, F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in Vitro ve in Vivo Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 139 sayfa.
- YUSUF, M., FARİDUDDİN, Q., AHMAD, A. 2011. 28-Homobrassinolide mitigates boron induced toxicity through enhanced antioxidant system in Vigna radiata plants, Chemosphere, 85 (10), 1574-1584.
- ZHANG, J., JIAB, W., YANG, J. ve ISMAIL, A.M., 2006. Role of ABA in Integrating Plant Responses to Drought and Salt Stresses, Field Crops Research, 97, 111-119.
- ZHANG, S., BLUMWARD, J., ZHANG, Y., XİE, X. J., KNAPP, A. 2007. Seed priming with brassinolide improves lucerne (Medicago sativa L.) seed germination and seedling growth in relation to physiological changes

under salinity stress, Australian Journal of Agricultural Research, 58, 811–815.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İsmail ALTAŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Mardin/ 25.02.1980
Telefon : 0530 691 75 24
e-mail : altas47@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Kızıltepe Endüstri Meslek Lisesi, Kızıltepe, Mardin	1998
Üniversite	: Harran Üniversitesi, Şanlıurfa	2007
Yüksek Lisans:	Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Haliliye, Şanlıurfa	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2007-2008	Akduy Un Fabrikası	Laboratuar Sorumlusu
2008-2010	Altaş Tarım	İşletmeci
2010	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	Mühendis