T.C.
ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAVUNDA MİKROALG (*Chlorella vulgaris*) KULLANIMININ GENÇ BİTKİ AŞAMASINDA TUZA TOLERANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

ÜMMEHAN TÜRKMEN TUNA

TARIM VE YAŞAM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI SAYFASI

Ümmehan TÜRKMEN TUNA tarafından hazırlanan "**Kavunda Mikroalg (*Chlorella vulgaris*) Kullanımının Genç Bitki Aşamasında Tuza Tolerans Üzerindeki Etkileri**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Şebnem KUŞVURAN

Jüri Üyeleri :

Başkan :

Üye :

Üye :

Yukarıdaki sonucu onaylarım
/…/2019

Prof. Dr. Tamer KEÇELİ
Enstitü Müdür V.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAVUNDA MİKROALG (*Chlorella vulgaris*) KULLANIMININ GENÇ BİTKİ AŞAMASINDA TUZA TOLERANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Ümmehan TÜRKMEN TUNA
Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Şebnem KUŞVURAN

Bu çalışmada mikroalg kullanımının kavunda tuza tolerans özelliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada önceki çalışmalarımızda tuza tepkileri belirlenmiş olan tuza tolerant (CU 196 ve CU 159) ve hassas (CU 40 ve CU 252) kavun genotipleri materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada uygulamalar; kontrol, tuz (200 mM NaCl), tuz+mikroalg (200 mM NaCl+mikroalg ($2x10^7$ alg mL^{-1} *Chlorella vulgaris* Beijerinck)) olmak üzere 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol bitkileri ise standart besin çözeltisi ile sulanmıştır. Uygulamadan sonra stres etkisinin net olarak görüldüğü dönemde bitkiler hasat edilerek; bitki yaş ve kuru ağırlığı, gövde boyu ve çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı ve dal sayısı, yaprak oransal su içeriği, yaprak hücrelerinde membran zararlanması (membran zararlanma indeksi-MZİ), klorofil oranı, yaprak ve kök Na, K, Ca ve Cl iyon içerikleri bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, tuz stresi büyüme parametreleri bakımından azalmaya neden olurken; membran zararlanma indeksinde ise artış meydana gelmiştir. Mikroalg uygulaması ile büyüme parametreleri tuz stresi uygulamasına oranla %5-66 oranında artış göstermiştir. İyon konsantrasyonları bakımından değerlendirildiğinde ise; mikroalg uygulaması, yine mikrolag uygulanmayan tuz stresi koşullarına oranla K^+ ve Ca^{++} alımı %11-53 oranında artış göstermiş; buna karşılık Na^+ ve Cl^- iyon birikimi %18-50 oranında sınırlandırılmıştır. Çalışma sonucunda incelenen parametreler bakımından mikroalg uygulamasının tuz stresinin olumsuz etkisini önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir.

2019, 56 sayfa

Anahtar Kelimeler: Alg, biyogübre, *Cucumis melo* L., topraksız kültür, tuzluluk

ABSTRACT

Master (Degree) Thesis

IMPROVING SALT TOLERANCE OF MELON BY USING MICROALGAE EXTRACTS (*CHLORELLA VULGARIS BEIJERINCK*) IN YOUNG PLANT STAGE

Ümmehan TÜRKMEN TUNA
Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and AppliedSciences
Department of Agricultureand Life Sciences

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Şebnem KUSVURAN

In this study, effect of microalgea was investigated on salt tolerance. Two salt tolerant (CU 196 and CU 159) and salt sensitive melon genotypes (CU 40 and CU 252) were used as material, which these genotypes were determinated in our previous studies. Applications, which were control, salt (200 mM NaCl), salt+microalgae (200 mM NaCl+mikroalgae ($2x10^7$ alg mL^{-1} *Chlorella vulgaris* Beijerinck)) were arranged 4 replications. At the end of the applications, plants were evaluated according to plant fresh and dry weight, steam high and diameter, leaf number and area, leaf relative water content, membrane injury index, chlorophyll ratio, leaf Na, K, Ca, and Cl ion contents. Generally, plant growth parameters decreased depend on salt stress. However, membrane injury index was increased the same condition. With microalgae application, growth parameters shown increase by 5-66% on the other hands membran injury index (MIDX) value decreased by 44% compared to without microalgae salinity treatments. In terms of ion concentrations; microalgae application improved K^+ and Ca^{++} accumulation by 11-53%, however Na^+ and Cl^- accumulations were limited 18-50% rations vs. without microalgae salinity treatments. The results of the study, using of microalgae was helped to increase of guar to tolerate the adverse effects of salinity.

2019, 56 pages

Key words: Algae, biofertilizer, *Cucumis melo* L., salinity, soilless culture

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"Kavunda Mikroalg (*Chlorella vulgaris*) Kullanımının Genç Bitki Aşamasında Tuza Tolerans Üzerindeki Etkileri" adlı bu çalışma 2017-2019 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde "Yüksek Lisans" tezi olarak sunulmuştur.

Tez konusunun belirlenmesinde bilgi birikimiyle bana yol gösteren, sera ve laboratuvar çalışmalarım da birebir ilgilenen değerli danışman hocam Doç. Dr. Şebnem KUŞVURAN'a teşekkür ederim. Aynı zamanda çalışmamda yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN'a, çalışmamın farklı aşamalarında yardımları ile bana destek olan Zir. Müh. Elif KAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamızda mikroalg teminini sağlayan Denge Tarım Firması ve Genel Müdür Yardımcısı Atakan ATALAY'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmamızı destekleyen Çankırı Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (BAP) teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezimin başlangıcından itibaren yanımda olan sevgili eşim Osman TUNA ve kızım Ela TUNA'ya, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ümmehan TÜRKMEN TUNA

Çankırı, Haziran 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ii

ABSTRACT ... iii

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ... iv

İÇİNDEKİLER ... v

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ... vii

ŞEKİLLER DİZİNİ ... vii

1. GİRİŞ ... 1

2. KAYNAK ÖZETLERİ ... 4

2.1. Bitkilerde Tuz Stresi ... 4

2.2 Bitkilerde Mikroalg Kullanımı ve Tuza Tolerans Üzerindeki Etkisi ... 9

3. MATERYAL VE YÖNTEM ... 13

3.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Denemenin Kurulması ... 13

3.2. Tuz ve Alg Uygulamalarının Yapılması ... 15

3.3. Bitki Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi ... 16

3.4. Gövde Boyu ve Çapının Belirlenmesi ... 17

3.5. Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanının Belirlenmesi ... 17

3.6. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi ... 17

3.7. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının İndeksinin Belirlenmesi ... 18

3.8. Klorofil Oranın Belirlenmesi ... 18

3.9. Mineral Element Analizleri ... 19

3.10. Verilerin değerlendirilmesi ... 19

4. BULGULAR ... 20

4.1. Bitki Yaş Ve Kuru Ağırlıklarında Meydana Gelen Değişimler ... 20

4.2. Gövde Boyu ve Çapında Meydana Gelen Değişimler ... 22

4.3. Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanında Meydana Gelen Değişimler ... 25

4.4. Yaprak Oransal Su İçeriğinde (YOSİ) Meydana Gelen Değişimler ... 27

4.5. Membran Zararlanma İndekisi'nde (MZİ) Meydana Gelen Değişimler ... 29

4.6. Klorofil Oranında (SPAD) Meydana Gelen Değişimler ... 30

4.7. Sodyum (Na^+) İyon Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişimler ... 32

4.8. Potasyum (K^+) İyon Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişimler ... 34

4.9. Kalsiyum (Ca^{++}) İyon Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişimler ... 36

4.10. Klor (Cl^-) İyon Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişimler ... 38

5. TARTIŞMA VE SONUÇ 41
KAYNAKLAR 50
ÖZGEÇMİŞ 56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde
ds/m	: Desisiemens/metre
EC	: Elektriksel iletkenlik
g/l	: Gram/litre
mm	: Milimetre
g	: Gram
cm	: Santimetre
ml	: Mililitre
MZİ	: Membran zararlanma indeksi
YOSİ	: Yaprak oransal su içeriği
Na	: Sodyum
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klor
mM	: Milimolar
NaCl	: Sodyum klorür

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Hassas (CU 252 ve CU 40) ve tolerant (CU 159 ve CU 196) genotiplerin meyve şekilleri (Kuşvuran 2010) 13
Şekil 3.2 Tohum ekimi ve bitki gelişimleri..... 14
Şekil 3.3 Farklı Kavun genotiplerinde kontrol, tuz ve tuz+mikrolag (T+MA) uygulamalarına ait görünümler 16
Şekil 3.4 Uygulamalar sonucunda bitkilerde ölçüm ve analizler 18
Şekil 4.1 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında bitki yaş ağırlığında meydana gelen değişimler 21
Şekil 4.2 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında bitki kuru ağırlığında meydana gelen değişimler 22
Şekil 4.3 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında gövde boyunda meydana gelen değişimler 24
Şekil 4.4 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında gövde çapında meydana gelen değişimler 24
Şekil 4.5 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yaprak sayısında meydana gelen değişimler 26
Şekil 4.6 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yaprak alanında meydana gelen değişimler 27
Şekil 4.7 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında YOSİ ‘de meydana gelen değişimler 28
Şekil 4.8 Tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl) + mikroalg uygulamalarında MZİ’de meydana gelen değişimler 30
Şekil 4.9 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl) + mikroalg uygulamalarında klorofil oranı (SPAD) meydana gelen değişimler 31
Şekil 4.10 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yeşil aksam Na iyon içeriğinde meydana gelen değişimler 33
Şekil 4.11 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında kök Na iyon içeriğinde meydana gelen değişimler 33
Şekil 4.12 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yeşil aksam K iyon içeriğinde meydana gelen değişimler 35
Şekil 4.13 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında kök K iyon içeriğinde meydana gelen değişimler 36
Şekil 4.14 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yeşil aksam Ca iyon içeriği meydana gelen değişimler 37
Şekil 4.15 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında kök Ca iyon içeriği meydana gelen değişimler 38
Şekil 4.16 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yeşil aksam Cl iyon içeriği meydana gelen değişimler 39
Şekil 4.17 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında kök Cl iyon içeriği meydana gelen değişimler 40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Denemede kavun bitkilerinin sulanmasında kullanılan standart besin çözeltisinin içeriği (Daşgan ve Abak 1999).....14
Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılan mikroalg preparatının kimyasal özellikleri 15
Çizelge 4.1 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının bitki yaş ve kuru ağırlıklarında ortaya koyduğu değişimler.....21
Çizelge 4.2 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının gövde boyu ve çapı bakımından ortaya koyduğu değişimler 23
Çizelge 4.3 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının yaprak sayısı ve yaprak alanı bakımından ortaya koyduğu değişimler.....26
Çizelge 4.4 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının yaprak oransal içeriği (YOSİ) bakımından ortaya koyduğu değişimler.....28
Çizelge 4.5 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının membran zararlanma indeksi (MZİ) bakımından ortaya koyduğu değişimler.....29
Çizelge 4.6 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının klorofil oranı(SPAD) bakımından ortaya koyduğu değişimler 31
Çizelge 4.7 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının Na iyon içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimler 32
Çizelge 4.8 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının K iyon içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimler 35
Çizelge 4.9 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının Ca iyon içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimler 37
Çizelge 4.10 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının Cl iyon içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimler 39

1. GİRİŞ

Çevresel stres faktörleri, bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyen ve buna bağlı olarak verimde azalmaya neden olan en önemli etmenlerden biridir. Abiyotik stres faktörleri olarak değerlendirilen bu stres koşulları; tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksiklik veya fazlalıkları, ağır metaller, hava kirliliği, radyasyon gibi etmenleri içermektedir (Takahashi and Shinozaki 2019).

En önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olarak değerlendirilen tuzluluk; çimlenme, bitki gelişimi ve üretimini önemli düzeyde olumsuz etkilemektedir. Yaklaşık olarak dünya toplam kara alanının %6'sını oluşturan 800 milyon hektar alan tuzluluktan etkilenmiş olup, bu oran gün geçtikçe artış göstermektedir. Nitekim ekilebilir tarım alanlarının ortalama olarak %30'unun son yirmi beş; %50'sinin ise 21. yüzyılın ortalarında tahrip olabileceği tahmin edilmektedir (Munns 2002, Bonilla *et al*. 2004, Ahmadi *et al*. 2009). Türkiye'de ise toprakların %1.7'si, ekilebilir alanların ise %3.8'i tuzluluk problemi ile karşı karşıyadır (Kuşvuran 2010, Karaoğlu ve Yalçın 2018).

Tuzluluk kurak ya da yarı-kurak alanlarda, toprakta drenaj yetersizliği, yağışlarla tuzların taşınması veya aşırı sıcaklık koşullarında tuzların kapilarite ile yukarı çıkması ile doğal olarak ortaya çıkabileceği gibi; sulama veya gübreleme, yetersiz yağış alan yarı kurak ve kurak bölgelerde sulama suyunun kalitesi, yoğun yetiştiricilik yapılan alanlarda yüksek konsantrasyonlarda kullanılan gübrelerin uzun yıllar boyunca birikimi ile yapay olarak da meydana gelebilmektedir (Karaoğlu ve Yalçın 2018).

Toprak tuzluluğuna neden olan tuzların toprak bünyesinde birikimi belirli bir düzeyin üzerine çıkması ile tuzluluk problemi görülmeye başlamaktadır. Bu olumsuzluğa neden olan tuzlar genel olarak klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak sodyum klorür (NaCl) doğada en yaygın bulunan tuz formudur.

Tuz stresi bitki metabolizmasını; iyon toksitesi, ozmotik stres ve oksidatif stres nedeniyle olumsuz etkilemektedir. Yüksek tuz konsantrasyonları bitkilerde toksik etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Genel olarak tuz stresine toprakta yüksek konsantrasyonda bulunan toksik Na^+ ve Cl^- iyonları neden olmaktadır. Bitki büyüme ortamında bulunan toksik Na^+ iyonu, K^+ alınımıyla rekabet haline girmekte, hücrelerde Na^+ miktarı artıkça, hücre dışına K^+ akışı gerçekleşmekte; böylece K^+ sızıntısı tetiklenerek sitozolde K^+ eksikliği oluşmaktadır. Bu durum sadece besin maddesi eksikliğine değil, birçok enzimin katalitik aktivitesinde etkili olan K^+ alımındaki azalma ile metabolik reaksyonlarında olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra hücre içinde artan Na^+ konsantrasyonu, hücre zarındaki Ca^{++}'nın da yerini alarak, Ca^{++} iyon birikimini sınırlandırmaktadır (Chokshi *et al.* 2017). Ozmotik stres toprak ve/veya sudaki yüksek tuz konsantrasyonu nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Suda çözülebilir tuz miktarında artış ile birlikte ozmotik basınç artarak su potansiyeli azalmaktadır. Su potansiyelinde meydana gelen bu azalma, kökler tarafından su alınımını sınırlandırarak bir çeşit kuraklığa neden olmaktadır. Tuz stresi ayrıca reaktif oksijen türevlerinin (ROS) oluşmasına, makro moleküler ve hücresel düzeyde zararlanmalara yol açarak oksidatif stresi aktif hale getirmektedir (Yang and Guo 2018).

Bitki gelişimine olumlu katkıda bulunarak verimliliği artıran mikroorganizmalara, "biyo-gübreler" veya "mikrobiyal gübreler" denilmektedir. Ürün verimliliği ve kalitesini artırmaya yönelik olarak kullanılan kimyasal gübreler, hava ve çevre kirliliğinin yanı sıra yeraltı su kaynaklarının da kirlenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, son zamanlarda biyo-güvenliğin sağlanması için besin içeriği yönünden zengin, yüksek kaliteli gübre (biofertilizer) üretimine yönelik girişimlerde bulunulmuştur. Biyolojik gübre kullanımı verimliliğin artırılması ve sürdürülebilir tarımın gerçekleşmesinde kimyasal gübrelemeye bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Ju *et al*. 2018). Günümüzde, yeni teknolojiler sayesinde, çok çeşitli mikrobiyal kültürler ve aşılama materyalleri piyasada ticari olarak bulunabilmektedir. Biyogübre olarak değerlendirilen mikoriza türleri, bakteriler ve algler bu gruba giren en önemli mikroorganizmalar olup; bitki büyüme ve gelişmesinde yer alan besin elementlerinin döngüsünde görev alarak verimliliğin sağlanmasında etkili

olmaktadır. Araştırmalar, dünyada gerçekleştirilen N desteğinin yaklaşık olarak %65'inin biyogübreleme ile karşılanabileceğini ortaya koymuştur (Güneş vd. 2008, Karaçal ve Tüfekçi 2010, Aydöner 2011).

Chlorella'nın tek hücreli yapısı ile birlikte vitamin, protein, mineral, aminoasitler, nükleik asitler (RNA, DNA), temel yağ asitleri, enzimler ve karotenoidleri bünyesinde bulundurmaktadır. *Chlorella*, %50-60 oranında proteinden oluşmakta olup klorofilin doğada bilinen en yüksek oranlı kaynağıdır. Ayrıca demir, iyot, çinko, magnezyum, fosfor ve kalsiyum da içermektedir. *Chlorella*, sığır karaciğerinin içermekte olduğu B12 vitamininden daha fazla B12 vitamini içerir (Jensen 1987, Singh *et al.* 1998). Phang (1992) *Chlorella vulgaris*' in kimyasal kompozisyonunu %51-58 protein, %14-22 lipid, %12-17 karbonhidrat ve 55-10 mineral olarak tanımlamaktadır.

Kavun, dünyada 1.2 milyon hektar ekiliş alanı ve 26 milyon ton üretim miktarı ile önemli bir sebze türü olup, 1.8 milyon tonluk üretim payı ile Çin'den sonra ikinci üretici ülke konumundadır (Anonim 2017). Küresel iklim değişikliği ile birlikte oluşan tuzluluk ve kuraklık gibi çevresel etmenler son yıllarda kavunda verim değerlerinin azalmasına da neden olmuştur. Oluşan bu stres faktörlerine karşı bazı kültürel önlemler alınabilmekte ise de bu önlemler sınırlı, maliyetli ve zaman alıcıdır. Bu bakımdan çalışmamıza konu olan tuzluluk gibi abiyotik stres faktörlerine dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi uzun vadede daha kalıcı bir önlem olmakla birlikte, kısa vadede üretim miktarını artırmaya yönelik alternatif çözüm yollarının araştırılarak, ön çalışmaların yapılması ve bu alternatiflerin hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle son yıllarda alglerin bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin anlaşılmaya başlanması ile birlikte kullanım alanları da yaygınlaşmıştır. Bu nedenle kurak ve yarı kurak alanlarda yetiştiriciliği önem arz eden bir tür olan kavunda, tuza toleransın artırılması yönünde mikroalg kullanımının etkinliğinin araştırılması çalışmanın temelini oluşturmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Bitkilerde Tuz Stresi

Tuzluluk bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olup, kurak ve yarı kurak alanlarda etkisini hissettirmektedir (Asraf 1999). Toprak tuzluluğu yağışın yetersiz olduğu alanlarda toprakta fazla miktarda NaCl birikimi olarak ifade edilirken, Yakupoğlu ve Özdemir (2007), bitkilere zarar verecek düzeyde çözünen tuz veya değişebilir sodyum ya da bunların ikisini birden içeren toprakları tuzlu toprak olarak nitelendirmiştir.

Elverişli suların yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama amaçlı olarak mevcut olan daha az nitelikli sulardan yararlanılmaktadır. Ancak bu tip nitelikli olmayan ya da tuzlu suların kullanımı, toprakta tuzluluk sorunu önceden olmasa bile, zamanla toprakta biriken tuz miktarında artışa neden olmakta, sonuçta ürünün verim ve kalitesinde azalmalar ortaya çıkmaktadır. Kızılırmak Nehri suyu ise 2.4 dS m^{-1}'lik yıllık ortalama tuzluluk değeri ile nehir kaynaklarımızın en tuzlu suya sahip olanıdır (Kendirli ve Benli 2001).

Tuz stresinde bitkinin kök bölgesinde iyon dengesinin bozulduğu, artan miktardaki sodyum alımının, diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açtığı bildirilmekte (Bohra and Döffling 1993), iyon dengesizliğinin ve köklerde hücre zarı geçirgenliği bozulmasının bitkinin beslenme rejimini etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel bazı elementlerin alımını önlediği, bunun da fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olduğu ileri sürülmektedir (Villora *et al.* 1997). Marschner (1995), tuz stresinin su eksikliği (su stresi), Na^+ ve Cl^- iyonlarının fazla miktarda alınması nedeniyle oluşan iyon toksisitesi, iyon taşınımında ortaya çıkan dengesizlik nedeniyle hücre içindeki sıvının mineral yapısının ve Ca^{++} dengesinin

bozulması şeklinde bitki büyümesi üzerindeki sınırlayıcı etkisi olduğunu açıklamıştır (Daşgan vd. 2002, Aktaş vd. 2006, Daşgan ve Koç 2009, Kuşvuran 2012).

Kuşvuran tarafından farklı zamanlarda yapılan çalışmalarda; Türkiye'nin değişik yörelerinden toplanan kavun genotiplerinin tuz stresine toleransı bakımından tarama çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda kavun genotiplerinin tuza tolerans bakımından farklı reaksiyonlar gösterdiği, tuza toleransın ozmotik düzenleme ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır (Kusvuran 2004, Kusvuran vd. 2007). Kusvuran (2010), tuz ve kuraklığın kavun genotiplerinde bitki büyüme ve gelişmesini engellediğini, kavun genotiplerinin stres faktörlerine karşı farklı tepkiler verdiğini belirtmiştir.

Su kültüründe yetiştirilen 4 kabak genotipinin (Iskenderun-4, AB-44, CU-7 ve A-24) tuz stresi karşısında antioksidant enzim aktivitelerindeki farklılıkların araştırıldığı bir çalışmada, 4-5 gerçek yapraklı aşamada, kabak fidelerine 7 gün süresince 100 mM NaCl uygulanmıştır. Tuz stresi ile birlikte antioksidant enzim aktiviteleri SOD, CAT, GR ve APX, toplam klorofil içeriği, lipit peroksidasyon, kök ve gövde yaş ağırlık bakımından meydana gelen değişimler ölçülmüştür. Tuz uygulaması, kök ve gövde yaş ağırlık ile klorofil miktarında hassas genotiplerde tolerant olan genotiplere oranla daha yüksek seviyelerde azalmaya yol açmıştır. Dört kabak genotipinde de tuz stresi ile birlikte MDA miktarında artış meydana gelmiş, bu artış hassas genotiplerde (CU-7 ve A-24) tolerant genotiplere (İskenderun-4, AB-44) oranla daha yüksek gerçekleşmiştir. SOD, CAT, GR ve APX aktiviteleri tuz stresinde artış göstermiştir. Ancak bu artış tolerant olan Iskenderun-4, AB-44 genotiplerinde hassas olan CU-7 ve A-24 genotiplerine oranla daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar kabak genotiplerinde, tuzun neden olduğu oxidatif strese enzimatik savunma sistemleri ile cevap verildiğini göstermiştir (Sevengör vd. 2011).

Kuraklık ve tuzluluk stresi bitkisel üretimin temel sınırlandırıcıları arasında yer almaktadır. Kusvuran (2012) hassas ve dayanıklı kavun genotiplerinin tuz ve kuraklıkta

kuru ağırlık, yaprak ozmotik potansiyeli, yapak su potansiyeli, yaprak sıcaklığı ve stoma iletkenliğinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Dört kavun genotipi (hassas, CU-40 ve CU-252; dayanıklı: CU-196 ve CU-159), 2:1 oranında karıştırılmış torf:perlit karışımı içerisinde iklim odasında yetiştirilmiştir. Otuz günlük kavun bitkileri tuz ve kuraklık stresine maruz bırakılmıştır. Tuz stresinde 200 mM NaCl kullanılmış, kuraklık stresinde ise sulama aşamalı olarak azaltılmış ve sonuçta tamamen durdurulmuştur. Uygulama sonucunda, bitki kuru ağırlık, osmotik potansiyel, yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliği hassas genotiplerde tolerant genotiplere oranla daha düşük belirlenmiştir. Yaprak sıcaklığı stres koşulları ile birlikte artış göstermiştir. Çalışma sonucunda, dayanıklı kavun genotiplerinin tuz ve kuraklık koşullarında yaşamalarını devam ettirebilmek için çok daha etkili bir korunma mekanizmasına sahip oldukları görülmüştür.

Kavunda tuz stresine toleransta iyon birikimindeki değişimlerin incelendiği bir çalışmada, tuza tolerant (CU 196) ve tuza hassas (Cu 252) kavun genotipleri kullanılmıştır. Bitkiler 12 gün süre ile 100 mM NaCl'ye maruz bırakılmıştır. Tuz stresine bağlı olarak yaş ve kuru ağırlık değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Araştırmada, genotipler toksik Na iyon etkisine karşı farklı korunma mekanizmaları geliştirdiği belirlenmiştir. Tuza tolerant CU 196 genotipi tüm organlarında Na birikimini sınırlandırmış, iyonlar arasında seçici davranmıştır. K ve Ca konsantrasyonu bitkinin tüm organlarında daha yüksek olurken, buna karşılık Na iyonu düşük bulunmuş, K/Na ve Ca/Na oranı hassas genotipe oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Sonuçlar, toksik Na iyonun yaşlı yapraklarda depolandığını, genç yapraklara taşınımının sınırlandırılarak tuzluluğun zararlı etkisinin azaltıldığını göstermiştir (Kusvuran 2012).

In vitro koşullarda dört kavun genotipinde (A-24, CU-7, Iskenderun-4, ve AB-44) tuz ve kuraklık stresinin etkilerinin incelendiği çalışmada, 2 tuza hassas ve 2 tuza tolerant 4 kabak genotipi yer almıştır. Kallus ortamına ilave edilen 100 mM NaCl ve %15'lik PEG (6000) ile tuz ve kuraklık stresi oluşturulmuş, 4 ve 8. günlerde stres uygulamaları kontrolleri ile karşılaştırılmıştır. Bilindiği üzere malondialdehit, hücre duvarındaki lipid

peroksidasyonu gösterebilmektedir. Bu çalışmada, hücre duvarı zararı (lipid peroksidasyon) tolerant genotiplerde hassas genotiplere oranla daha düşük çıkmıştır. Diğer taraftan, kallus dokularının tuz stresinden daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Lipid peroksidasyon miktarı ise tuz stresindeki kallus dokularında kuraklık stresine oranla daha yüksek bulunmuştur. MDA ölçümleri yanında tuz ve kuraklık stresindeki kallus dokularında antioksidant enzim aktiviteleri de araştırılmıştır. Enzim aktiviteleri kabak genotipleri arasında farklılıklar göstermiştir (Kusvuran vd. 2013).

Her yıl giderek artan bir alanın tuzluluk problemi ile karşı karşıya kaldığını bu nedenle bitkisel üretimin önemli derecede etkilendiğini vurgulayan Kaouther *et al.* (2013), 5 farklı biber çeşidinde tuz stresinin etkilerini ortaya koymaya çalışmışlardır. 0, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 g l^{-1} NaCl dozları ile 2 ay süresince muamele edilen bitkilerde bitki boyu, biyomas ve oransal su içeriği bakımından değişen oranlarda azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bununla birlikte köklerde K ve Ca oranında azalma meydana gelirken, N içeriği ve çözünebilir şeker ve protein miktarında artış meydana gelmiştir. Haffouzz and Korba biber çeşitlerinin diğer çeşitlere oranla daha tolerant olduğu bünyelerinde daha yüksek oranda K ve Ca birikimi sağladıkları bununla birlikte hassas çeşitlere oranla şeker ve protein içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Üç farklı biber çeşidinin (Beldi, Baklout ve Anaheim Chili) yedi farklı tuz konsantrasyonunda göstermiş oldukları tepkiler (0, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 g l^{-1} NaCl) çimlenme ve erken gelişim aşamasında incelenmiştir. Sonuçlar tuz uygulamalarının bitki gelişimini etkilediğini, yaş ve kuru ağırlık değerlerinde değişimler meydana geldiğini, incelene çeşitler arasında Anaheim Chili çeşidinin diğer çeşitlere oranla daha tolerant olduğu bildirilmiştir (Hassen *et al.* 2014).

Afzal *et al.* (2014), 4 farklı biber genotipi ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında dört farklı NaCl dozu kullanmışlardır (0, 40, 80 ve 120 mM NaCl). Uygulamalar sonucunda 40 mm NaCl gibi düşük tuz dozuna tüm genotiplerin tolerans gösterdiği, tuz dozu

arttıkça genotiplerin farklı oranlarda zarar gördüğü belirlenmiştir. Özellikle Asia Bok biber çeşidi en hassas çeşit olarak belirlenirken, Desi genotipi 120 mM NaCl dozunda en tolerant olan genotip olarak ortaya çıkmıştır. Tolerant genotiplerin bünyelerinde daha yüksek oranda K biriktirdikleri, buna karşılık Asia Bok biber genotipinde Na^+ iyon birikimin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Farhangi-Abriz and Torabian (2017), tuz stresinin fasulyede ortaya koyduğu değişimleri inceledikleri çalışmalarında, 6 ve 12 dS m^{-1} NaCl dozlarını kullanmışlardır. Çalışmada bitkilerde gövde ve kök kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiği, tuz konsantrasyonu arttıkça bu etkinin daha net görüldüğü belirlenmiştir. Bunun yanı sıra kök gelişiminin gövde gelişime oranla tuz stresinden daha fazla etkilendiği bildirilmiştir.

Sarabi *et al.* (2017) kavunun kurak ve yarı kurak alanlarda önemli bir kültür bitkisi olduğunu vurgulamışlardır. Araştırıcılar, altı farklı kavun çeşidi ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, 0, 30, 60 ve 90 mM NaCl dozlarını 60 gün süre ile uygulamışlardır. Tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak biyomas özellikleri ile yaprak alanı, klorofil a,b ve karotenoid miktarı, yaprak ve gövde K içeriklerinde azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Buna karşın bitki bünyesinde (yaprak ve gövde) Na ve Cl içeriğinde artış tespit edilmiştir.

Üç farklı asma çeşidinde (Bidane-Sefid, Sefid-Fakhri ve Yaghooti) tuz stresinin ortaya koyduğu değişimlerin incelendiği bir çalışmada, 3 farklı dozda (25, 50, 100 mM) NaCl çözeltisi uygulanmıştır. Kontrol grubunda ve 25 mM NaCl uygulanan bitkilerde hiçbir yaprak zararlanması görülmediği, fakat diğer tuz konsantrasyonlarında ise yaprakta zararlanmaların bütün bitkilerde görüldüğü belirtilmiştir. Çalışma sonucunda Yaghooti çeşidinin yaprak yanıklığı, klorofil, glisin betain, membran geçirgenliği ve malondialdehit gibi birçok morfolojik ve fizyolojik parametreler doğrultusunda tuz stresine karşı daha iyi bir performans sergilediği belirlenmiştir (Sohrabi *et al.* 2017)

Toprak tuzluluğu tüm dünya genelinde tarımsal üretimi olumsuz etkileyen küresel bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Sekiz yüz milyon hektarın tuzluluk problemi ile karşı karşıya olduğunu ifade eden Niu *et al.* (2017); kavun, karpuz ve kabağında yer aldığı glikofitler grubunda bulunan *Cucurbitaceae* familyası bitkilerinin Na stresinden Cl stresine oranla çok daha fazla etkilendiğini bildirmiştir.

El-Mogy *et al.* (2018) domateste gerçekleştirdikleri çalışmalarında 6 farklı (0, 25, 50, 75, 100 ve 150 mM NaCl) tuz konsantrasyonu karşısında ortaya çıkan tepkileri incelemişlerdir. Özellikle 75, 100 ve 150 mM NaCl dozları; 50 mM ve daha düşük konsantrasyonlara oranla bitki boyu ve çapı, bitki kuru ağırlığı, yaprak alanı bakımından azalmaya neden olurken; meyve ağırlığı ve sayısı bakımından 50 mM ve üzeri NaCl dozlarının etkili olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulamaları SÇKM, titre edilebilir pH düzeylerinde artışa imkân vermiştir. Çalışma sonucunda cherry domates türünde 25 mM NaCl meyve parametrelerinde iyileşmeyi sağlamış ancak 50 ve 75 mM meyve özellikleri bakımından olumlu etki sağlamasına karşın verim bakımından azalmaya neden olmuştur.

2.2 Bitkilerde Mikroalg Kullanımı ve Tuza Tolerans Üzerindeki Etkisi

Tarımsal üretim biyotik ve abiyotik stres koşulları nedeniyle önemli düzeyde azalma göstermekte, bu stres koşulları içerisinde abiyotik stres koşulları nedeniyle ortaya çıkan zararlanma oranı %70 iken; biyotik stres koşullarında %10 olarak değerlendirilmektedir (Boyer 1982, Yamauchi 2018). Bu durum bitkisel üretimin artırılmasına yönelik tedbirlerin alınmasını gerektirmekte; bu tedbirler arasında tarımsal biyo-uyarıcıların (biostimulant) kullanımı önemli bir yer tutmaktadır (Yamauchi 2018). Doğal ve sentetik olarak sınıflandırılabilen bu maddeler; stres koşullarına toleransı artırarak verim üzerinde pozitif etkilere sahip olup; olumsuz çevre koşullarında bitki bünyesinde meydana gelen zararlanmayı da onarabilmektedir. Doğal biyostimulantlar arasında serbest amino asitler, deniz yosunu ve meyve ekstraktları, mikroorganizmalar, alg,

hümik maddeler ve kitosan olarak sıralanabilir. Sentetik biyostimulantlar arasında ise inorganik tuzlar, fenolik bileşikler, temel elementler yer almaktadır (Calvo *et al.* 2014, Van Oosten *et al.* 2017, Yamauchi 2018).

Mısırda kuru mikroalg (*Chlorella vulgaris)* kullanımının kök ve gövde gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, bitkinin gereksinim duyduğu gübreleme programı uygulanmış bunun yanı sıra değişik oranlarda mikroalg ilaveleri yapılmıştır. Mikroalg ilavesinin, köklenme oranı ile birlikte kök ve gövde kuru ağırlıkları ve bitki boyunda kontrol bitkilerine oranla artış sağladığı ifade edilmiştir (Shaaban *et al.* 2001).

Yeşil, kırmız ve kahverengi alg türlerinin domates, biber ve patlıcan türlerinde düşük sıcaklığa tolerans üzerindeki etkileri incelenmiştir. Kahverengi ve yeşil alg türlerinin biber ve patlıcanda düşük sıcaklık stresi karşında optimum düzeyde çimlenme sağladıkları buna karşılık alg türlerinin domateste herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Araştırıcılar düşük sıcaklık koşullarında mikroalg kullanımının özellikle biber ve patlıcanda çimlendirmeyi artırıcı bir etki oluşturduğunu bildirmişlerdir (Demir *et al.* 2006).

Faheed *et al.* (2008) marul tohumlarının çimlenme kapasitesi üzerinde mikroalg kullanımının etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, 3, 6, 9, 12 ve 15 olmak üzere 4 farklı günde tohum gelişimleri kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Genel olarak mikroalg kullanımının tohum çimlenmesi üzerinde pozitif bir etki yaptığı, fide gelişiminin artış gösterdiği ifade edilmiştir.

Moniem *et al.* (2008), besin niteliğinde yaprak gübrelemesi olarak yeşil alg *Chlorella vulgaris'* in asmalarda gelişme ve verim üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada %25'ten %100'e kadar mikroalg ekstrakt uygulamasının kontrol uygulamasına göre, meyve tomurcuklarına ve tomurcuk patlaması üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu

belirlenmiştir. Yaprak alanı ve yaprak sayısı, sürgün uzunluğu ve sürgün sayısı mikroalg kullanımına bağlı olarak artış göstermiştir. Meyve kalite kriterlerinin de incelendiği çalışmada mikroalg uygulaması ile birlikte SÇKM, SÇKM/asit ve toplam şeker içeriklerinde artış meydana gelirken; asitlik azalmıştır.

Bai *et al.* (2011) tarafından maş fasulyesinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, farklı konsantrasyonlarda sıvı deniz yosunu gübresinin tohum çimlenmesi, büyüme ve verime olan etkisini araştırmışlardır. 1:10 oranındaki deniz yosunu konsantrasyonunun gövde uzunluğu, kök uzunluğu, yan kök sayısı, kökteki nodül sayısı, klorofil, protein gibi özelliklerde en yüksek değerler elde edilmiştir.

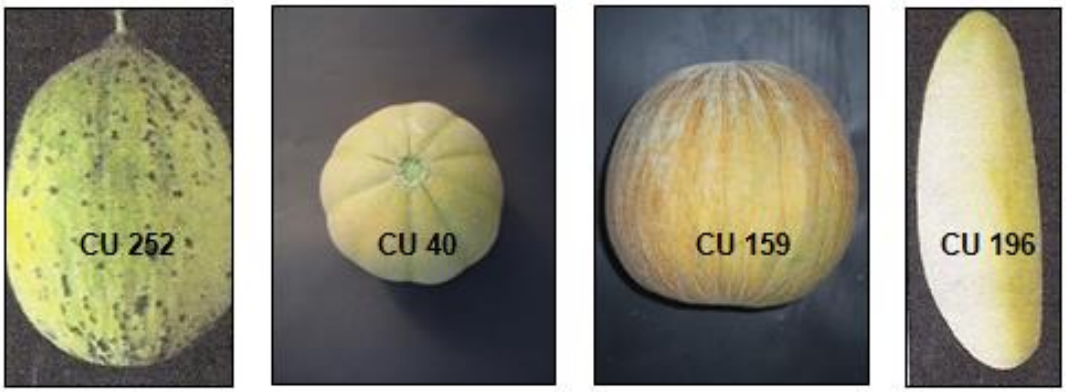
Paliwal *et al.* (2017) mikroalglerin çevresel stresler karşısında, hücresel ve biyokimyasal yapılarını stres koşullarına uyum gösterecek biçimde ayarlayabildiklerini ifade etmişler; mikroalgin yüksek tuz konsantrasyonlarını tolere edebilecek hücresel düzenlemeye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Özdemir vd. (2016) domateste gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, *Chlorella vulgaris* mikroalginin üretilmesi ve biyogübre olarak kullanımını incelemişler; bu amaçla bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi gibi parametreleri ele almışlardır. Çalışmada, C. *vulgaris* tübüler fotobiyoreaktörde üretilmiş ve serada organik domates (cv. Şimşek) yetiştiriciliğinde 3 farklı formda [toprağa toz alg uygulaması (2.5 g fide^{-1}), toprağa sıvı alg uygulaması (250 mL fide^{-1}), yaprağa sıvı alg spreylenmesi] denemeye alınmıştır. *C. vulgaris*'in biyogübre olarak kullanımı bitki gelişimi, verim ve bazı meyve kalite parametrelerinde (kuru ağırlık, toplam suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asit ve vitamin C) artış görülmüştür. Çalışma sonucunda, kullanılan uygulamalar içerisinde özellikle toprağa kuru alg uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiği, doğa dostu bir gübre olarak *C. vulgaris*'in organik tarımda kullanılabileceği belirtilmiştir.

Çeltikte biyo-gübre kullanımının bitki gelişimi ve tohum verimi üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada; potansiyel bir biyogübre olan *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis* mikroalg türleri kullanılmıştır. Çalışmada bitkiler büyüme parametreleri (bitki boyu, yaprak sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak alanı), tohum verimi, toprak biyolojik aktivite ve kimyasal özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Araştırıcılar uygulamalar sonucunda; incelenen parametreler bakımından mikroalg uygulamalarının çelikte verimi %7-29 oranında artırdığı, toprağın biyolojik ve kimyasal özelliklerini pozitif yönde etkilediği; her iki mikroalg türünün de biyogübre olarak başarı ile kullanılabileceği bildirilmiştir (Dineshkumar *et al.* 2018).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, Kuşvuran (2010) tarafından tuza tolerans (CU 196 ve CU 159) ve hassas (CU 40 ve CU 252) olduğu belirlenen kavun genotipleri materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Hassas (CU 252 ve CU 40) ve tolerant (CU 159 ve CU 196) genotiplerin meyve şekilleri (Kuşvuran 2010)

3.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Denemenin Kurulması

Çalışma genç bitki aşamasında gerçekleştirilmiştir. Dört adet kavun genotipine ait tohumlar 2:1 oranında karıştırılmış torf:perlit karışımı içeren 45 gözlü (9x5) viyollere ekilmiştir. Kotiledon yapraklar yatay duruma geldiği ve ilk gerçek yaprakların oluştuğu dönemde fideler 12 litre hacminde, vermikulit içeren plastik saksılara her saksıda 3 adet bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır. Bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya gelinceye kadar standart besin çözeltisi ile sulanmıştır. (Çizelge 3.1). Sulamada "drene olan çözelti/uygulanan çözelti" oranı esas alınmıştır (Schröder and Lieth 2002). Günlük olarak drenaj seviyeleri belirlenmiş ve bu oran deneme süresince bitkilerin büyümesine göre %30 civarında tutulmuştur. Çalışmada stres ve kontrol uygulamaları 4 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir.



Şekil 3.2 Tohum ekimi ve bitki gelişimleri

Çizelge 3.1 Denemede kavun bitkilerinin sulanmasında kullanılan standart besin çözeltisinin içeriği (Daşgan ve Abak 1999)

Besin elementi	Konsantrasyon (mg L^{-1})
Azot(N)	172.20
Fosfor(P)	52.70
Potasyum(K)	328.44
Magnezyum (Mg)	26.30
Kalsiyum (Ca)	120.30
Kükürt (S)	22.47
Demir (Fe)	1.68
Mangan (Mn)	0.85
Bor (B)	0.44
Çinko (Zn)	0.30
Bakır (Cu)	0.85

3.2. Tuz ve Alg Uygulamalarının Yapılması

Kavun fideleri 3 gerçek yapraklı aşamaya ulaştıklarında kontrol (K), tuz (T) ve tuz+mikroalg (T+MA) uygulamalarına geçilmiştir. Tuz stresi denemesinde, önceki çalışmalarımız doğrultusunda (Kuşvuran 2010) 50 mm NaCl konsantrasyonundan başlanarak, kademeli olarak tuz konsantrasyonu artırılmış ve 4. gün sonunda 200 mM NaCl değerine ulaşılmıştır. Tuz + mikroalg uygulamasında, 200 mM NaCl uygulaması ile birlikte $2x10^7$ alg mL^{-1} konsantrasyonundaki stok alg solüsyonu besin çözeltisi ile birlikte verilmiştir. Mikroalg olarak Natural Bioplazma (MDT Denge Tarım) ticari preparat kullanılmış olup; içeriği Çizelge 3.2'de verilmiştir (Anonim 2019). Kontrol bitkileri ise standart besin çözeltisi ile sulanmıştır. Stres etkilerinin net olarak görüldüğü dönemde bitkiler hasat edilerek, bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler bakımından değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılan mikroalg preparatının kimyasal özellikleri

Özellikler	İçerik
Alg sayısı	$2x10^7$ alg mL^{-1}
pH	7
Yoğunluk	1
İçeridiği vitamin ve aminoasitler	A, B1, B2, C, E, lysin, methionine, cystin, tryptophan, histidine, leucine, phenylanine, vailin, arginine, biotin



Şekil 3.3 Farklı Kavun genotiplerinde kontrol, tuz ve tuz+mikrolag (T+MA) uygulamalarına ait görünümler

3.3. Bitki Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

Stres uygulamaları sonucunda hasat edilen bitkilerden tesadüfî olarak seçilen 4'er bitki hassas terazide tartılarak g cinsinden yaş ağırlıkları belirlenmiş; daha sonra aynı örnekler 65 ºC etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları da alınmıştır.

3.4. Gövde Boyu ve Çapının Belirlenmesi

Bitkide kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm (± 0.5) cinsinden metre ile ölçülmüştür. Gövde çapı sayısal kumpas yardımı ile mm (± 0.1) olarak belirlenmiştir.

3.5. Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanının Belirlenmesi

Deneme sonunda hasat edilen kavun bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile adet/bitki olarak, yaprak alanı ise CI BIO Science CI 202 model yaprak alan ölçer aleti kullanılarak cm^2 $bitki^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

3.6. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi

Çalışmada, yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) Sanchez *et al.* (2004) ve Türkan vd.. (2005)'e göre yapılmıştır. Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için yaprak örnekleri 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş, bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 ºC etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık g olarak tespit edilmiştir. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

(TA-KA)/(TuA-KA)x100
TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

3.7. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının İndeksinin Belirlenmesi

Membran Zararlanma indeksi-(MZİ) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka and Kacperska-Palacz 1978, Fan and Blake 1994). Stres ve kontrol bitkilerinin alttan 3. yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler de-iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş, aynı diskler 100°C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanma indeksi (%) belirlenmiştir.

MZİ=(Lt-Lc/1-Lc)x100

Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

3.8. Klorofil Oranın Belirlenmesi

Bitkilerde klorofil oranı Minolta marka klorofilmetre ile ölçülmüştür.



Şekil 3.4 Uygulamalar sonucunda bitkilerde ölçüm ve analizler

3.9. Mineral Element Analizleri

Uygulamalardan tesadüfî olarak seçilen dörder bitkinin yaprakları mineral madde tayini için kullanılmıştır. 200 mg tartılan kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örnekleri 550 ºC kül fırınında 8 saat yakılmıştır. Elde edilen kül, %3.3' lük HCl'de çözünmüş ve mavi bantlı filtre kağıdında süzüldükten sonra Na, K ve Ca okumaları, Varian marka FS220 model Atomik Absorbsiyon Spekfotometre cihazında emisyon modunda gerçekleştirilmiştir. Bitki yeşil aksam Cl konsantrasyonun belirlenmesi Johnson and Ulrich (1959)'e göre ve Mohr metodu ile yapılmıştır. Buna göre; öğütülmüş bitki örneklerinden 100 mg tartılarak 50 ml kapasiteli santrifüj tüpüne konulmuştur. Üzerine 25 ml saf su ilave edildikten sonra 10 dakika çalkalanmış ve 4000 devir ile santrifüj edilmiştir. Eriyikten 20 ml alıp erlenmayerlere konulmuş, üzerine 1 ml potasyum kromat indikatörü ilave edildikten sonra gümüş nitrat eriyiği ile titre edilmiştir. Klorun tamamı gümüş klorür halinde çökeldiğinde ve açık kahverengine dönüştüğünde titrasyona son verilmiştir. Cl konsantrasyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Klor % = (N-B) /A x 100

N: Numune titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, ml

B: Blank titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, ml

A: Analiz için alınan bitki numunesi miktarı

3.10. Verilerin değerlendirilmesi

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemelerden elde edilen sayısal değerler, varyans analizine tabi tutulup uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemlilik derecesi ortaya konulmuştur. Bunun için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılıp farklılık dereceleri $p<0.05$ düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir. Bu amaç için JMP istatistik programı 5.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc. Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Yaprak oransal su içeriği ve membran zararlanma indeksine ait sonuçlar yüzde değerler olarak hesaplandığından, bunların varyans analizinde açı transformasyonu uygulanarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

4. BULGULAR

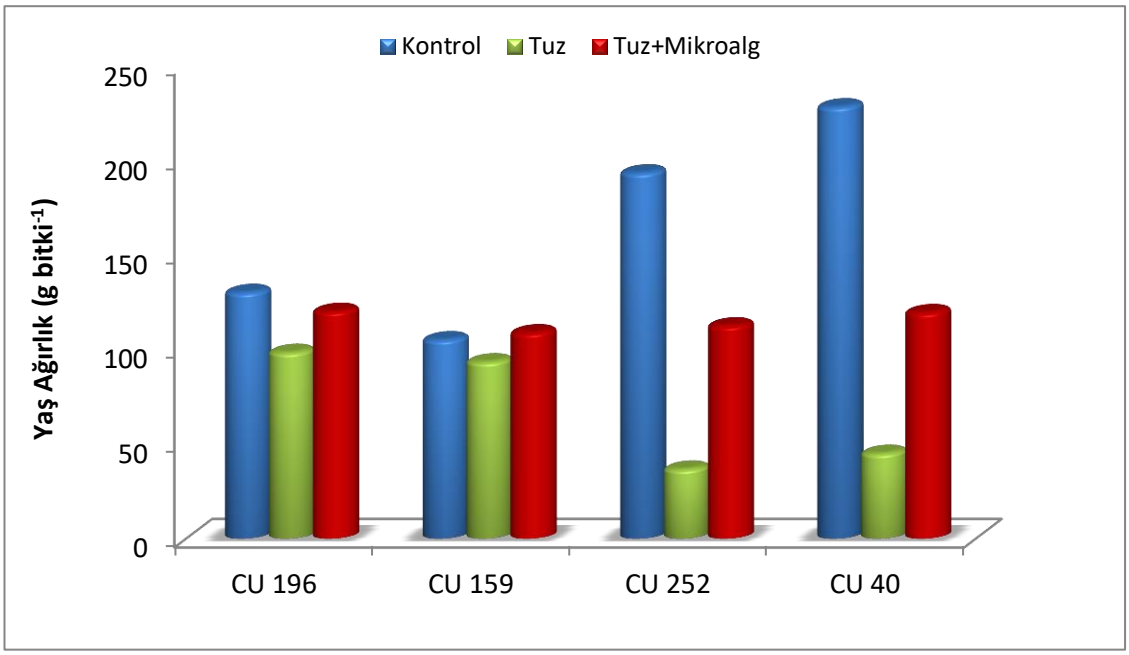
4.1. Bitki Yaş Ve Kuru Ağırlıklarında Meydana Gelen Değişimler

Kavunda tuza tolerant ve hassas genotiplerin yer aldığı çalışmada, tuz stresi koşullarında mikroalg uygulamalarının etkisini ortaya koymak amacı ile çalışma sonucunda bitkilerde yaş ve kuru ağırlık değerlendirilmiş ve bulgular Tablo 4.1, Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

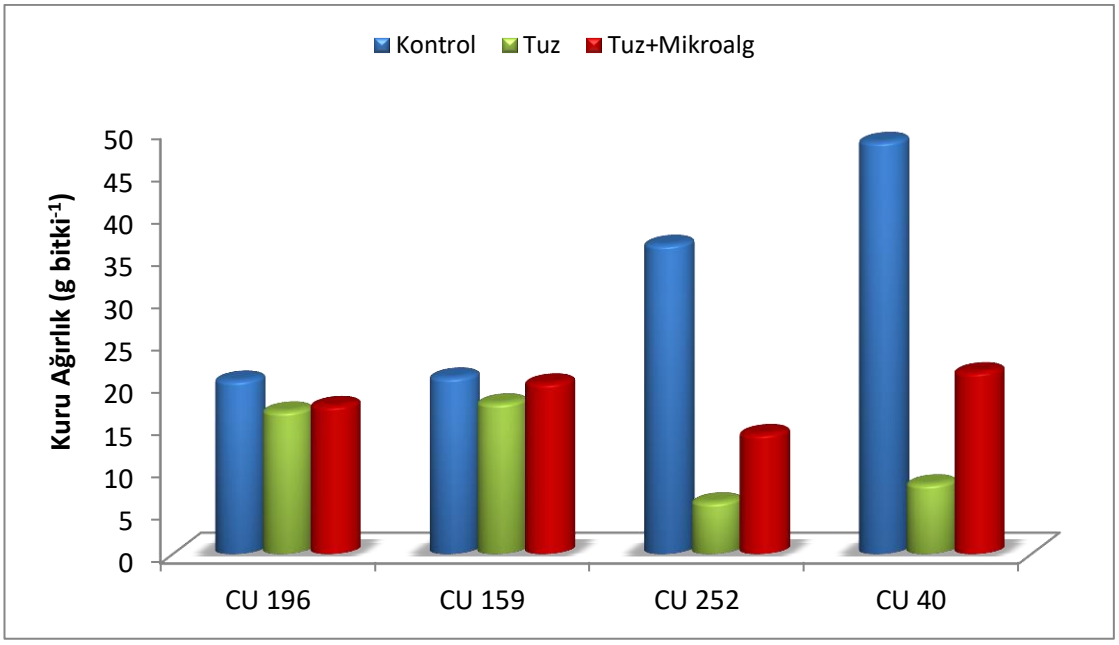
Tuz stresi koşullarında tüm genotiplerde yaş ve kuru ağırlık değerleri azalma göstermiştir. Bu azalma %26 ile %81 oranlarında değişim göstermiş; hassas olan CU40 ve CU252 genotiplerinde %80 ve %81 olarak belirlenmiştir. Tuz stresi ile birlikte mikroalg uygulaması genel olarak ortaya çıkan bu değişimlerin sınırlanmasına imkan vermiş, ortalama olarak kontrol bitkilerine oranla yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen azalma %7 ile %68 oranlarında gerçekleşmiştir. Tuz stresi koşullarında mikroalg kullanımı ile mikroalg uygulanmayan sadece tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilere oranla bitki yaş ağırlığında %46; bitki kuru ağırlığı bakımından ise %77 oranlarında iyileşme meydana geldiği belirlenmiştir. Özellikle tuza hassas olan CU40 ve CU252 kavun genotiplerinde tuz stresine oranla yaş ağırlıklarında %62 ve %86 oranında; kuru ağırlıklarında ise %131 ve %160 iyileşme belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının bitki yaş ve kuru ağırlıklarında ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	Genotip	Bitki Yaş Ağırlığı (g bitki^{-1})	Bitki Kuru Ağırlığı (g bitki^{-1})
Kontrol	CU196	132.50±5.06 c	20.46±5.18 c
	CU159	105.00±4.26 d-f	20.82±2.30 c
	CU252	193.25±7.54 b	36.47±3.12 b
	CU40	228.25±10.08 a	47.70±2.75 a
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	98.25±6.77 ef	16.83±2.92 cd
	CU159	93.25±11.55 f	17.87±2.52 cd
	CU252	36.50±3.58 g	6.33±2.04 e
	CU40	45.00±4.75 g	7.48±1.91 e
Tuz +Mikroalg	CU196	120.00±8.56 cd	17.48±1.04 cd
	CU159	108.50±7.24 d-f	20.14±3.58 c
	CU252	112.25±10.30 c-f	15.00±1.99 d
	CU40	119.25±12.28 c-e	21.34±1.57 c



Şekil 4.1 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında bitki yaş ağırlığında meydana gelen değişimler



Şekil 4.2 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında bitki kuru ağırlığında meydana gelen değişimler

4.2. Gövde Boyu ve Çapında Meydana Gelen Değişimler

Kontrol, tuz stresi ve stres ile mikroalg uygulamalarının gövde boyunda ve çapında meydana getirdiği değişimler incelenmiş; Tablo 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

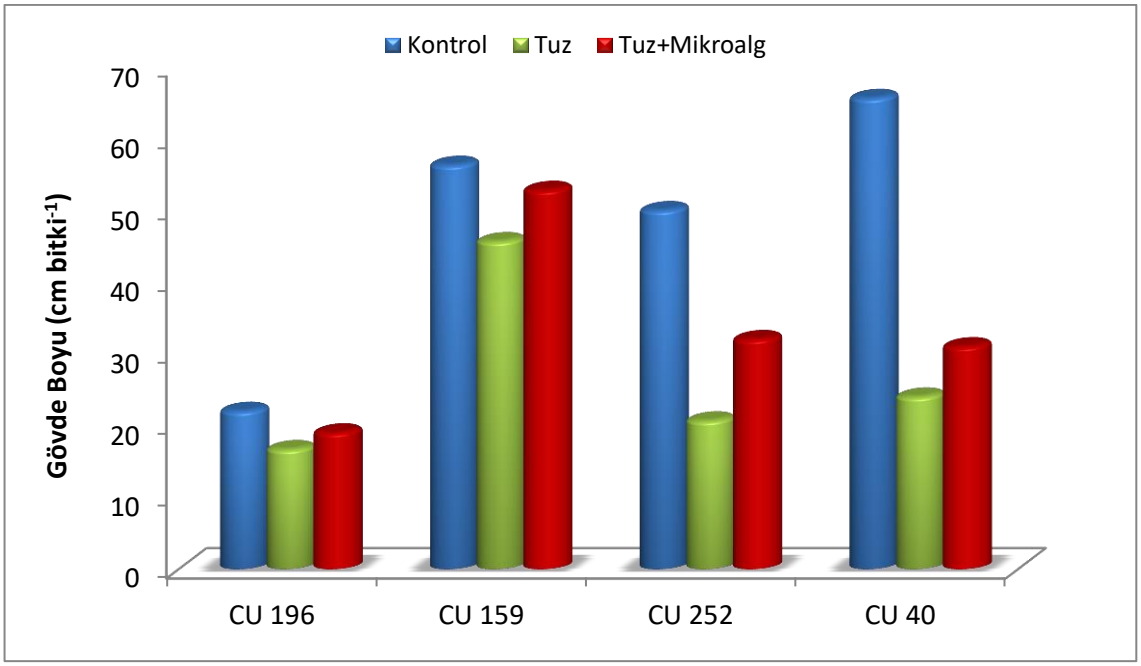
Gövde boyu bakımından en yüksek değerler kontrol bitkilerinde belirlenmiştir. Kontrol bitkileri içerisinde CU 40; 65.66 cm bitki^{-1} değeri ile ilk sırada yer almıştır. Tuz uygulaması (200 mM NaCl) genel olarak tüm genotiplerde bitki gelişiminde olumsuzluklara yol açmış ve kontrol bitkilerine oranla ortalama olarak %41 oranında azalmaya yol açmıştır. Ortaya çıkan bu değişimler içerisinde hassas genotipler CU 252 ve CU 40 kontrol bitkilerine oranla %58 ve %63 değişim ile tuz stresinden en fazla etkilenen bitkiler olarak ortaya çıkmıştır. Buna karşın tolerant genotiplerde (CU 196 ve CU 159) söz konusu olan değişimler sadece %18-24 aralığında kalmıştır. T+MA uygulaması tüm genotiplerde stres etkisini önemli düzeyde azaltmıştır. Buna göre ortalama olarak tuz stresi koşullarında %41 olan azalma, mikroalg uygulaması ile

birlikte %27 olarak tespit edilmiştir. Tuz stresi koşullarına göre ise %28 oranında bir gelişme kaydedilmiştir.

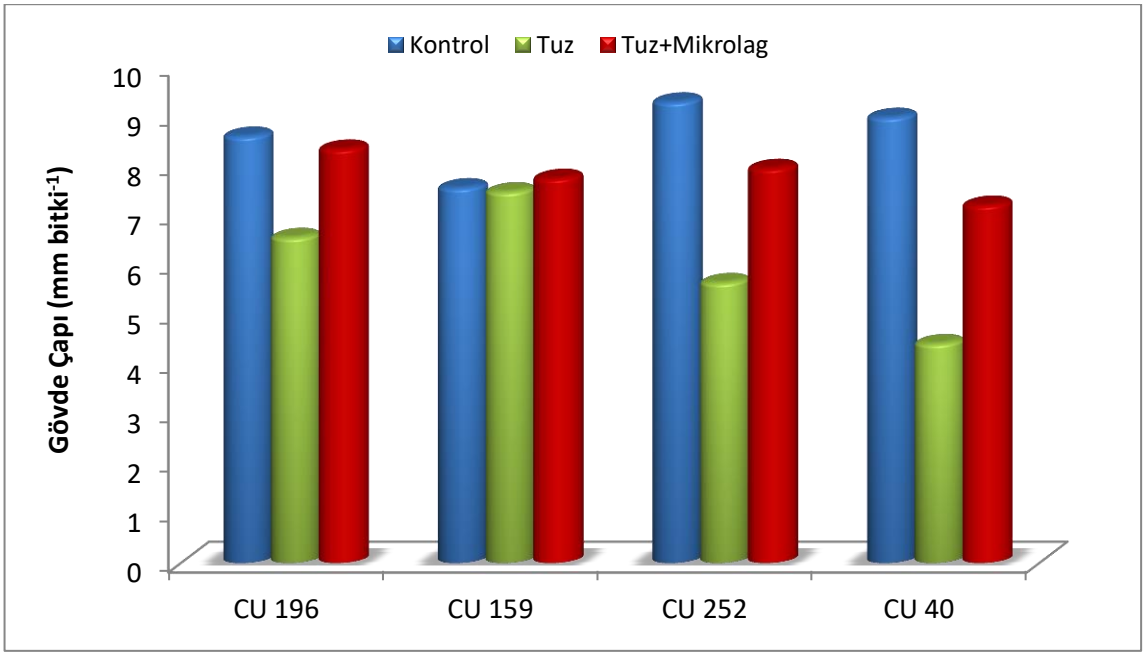
Gövde çapı bakımından meydana gelen değişimlerde gövde boyu bakımından ortaya çıkan değişimler ile benzerlik göstermiştir. Tuz stresi uygulaması ile gövde çapında ortalama olarak %28 oranında azalma meydana gelmiş; bu azalma CU 252 genotipinde %39, CU40 genotipinde ise %50 olarak saptanmıştır. Mikroalg uygulaması ile gövde çapı bakımından meydana gelen azalma %33 oranında sınırlandırılabilmiştir. T+MA uygulamasında CU196, CU252 ve CU40 genotiplerinde kontrol bitkilerine oranla ortya çıkan zararlanma sırasıyla %3, %14 ve %19 olarak belirlenmiş; CU 159 genotipinde ise kontrol bitkilerine oranla %2 oranında artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.2 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının gövde boyu ve çapı bakımından ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	**Genotip**	**Gövde Boyu (cm bitki^{-1})**	**Gövde Çapı (mm bitki^{-1})**
Kontrol	CU196	22.00±6.56 f	8.60±1.79 a-c
	CU159	56.33±4.04 b	7.55±0.18 c-e
	CU252	50.00±7.21 bc	9.29±0.80 a
	CU40	65.66±4.51 a	8.98±0.37 ab
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	16.66±3.06 f	6.55±0.48 ef
	CU159	45.66±1.53 c	7.48±0.38 c-e
	CU252	20.66±3.06 f	5.65±0.87 f
	CU40	24.00±1.32 ef	4.42±0.27 g
Tuz +Mikroalg	CU196	19.00±2.00 f	8.33±0.89 a-d
	CU159	52.83±2.47 bc	7.74±0.85 c-e
	CU252	32.00±1.00 d	7.95±0.84 b-d
	CU40	31.00±3.46 de	7.21±0.09 de



Şekil 4.3 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında gövde boyunda meydana gelen değişimler



Şekil 4.4 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında gövde çapında meydana gelen değişimler

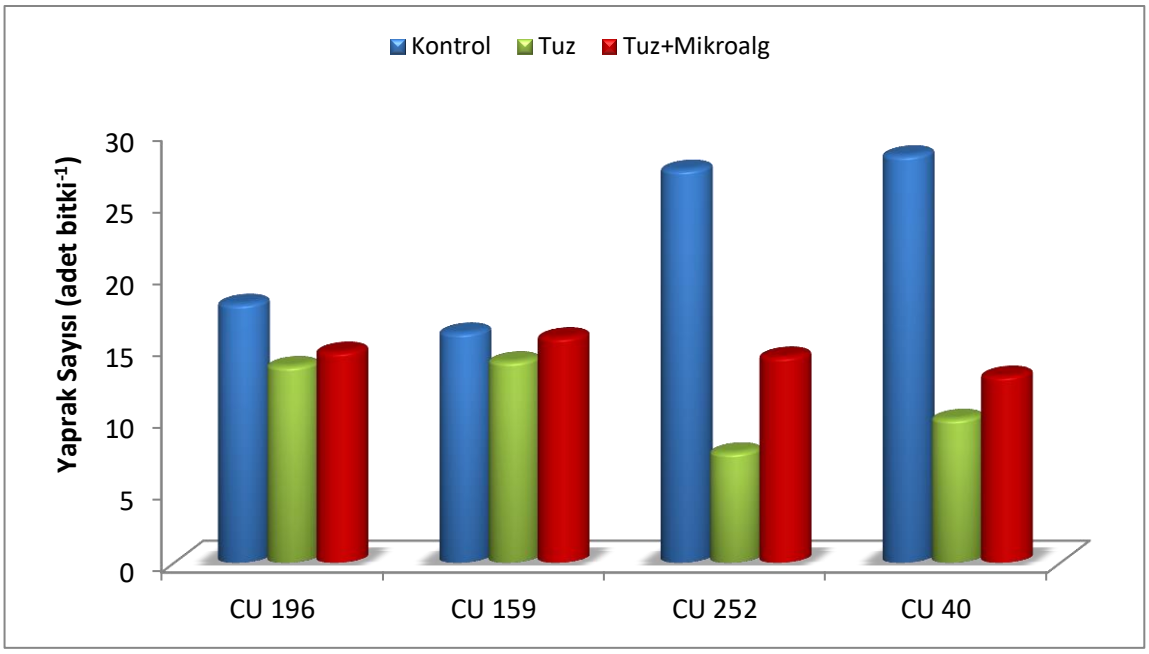
4.3. Yaprak Sayısı ve Yaprak Alanında Meydana Gelen Değişimler

Kontrol, tuz stresi ve stres ile mikroalg uygulamalarının yaprak sayısı ve yaprak alanında meydana getirdiği değişimler incelenmiş; Tablo 4.3, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

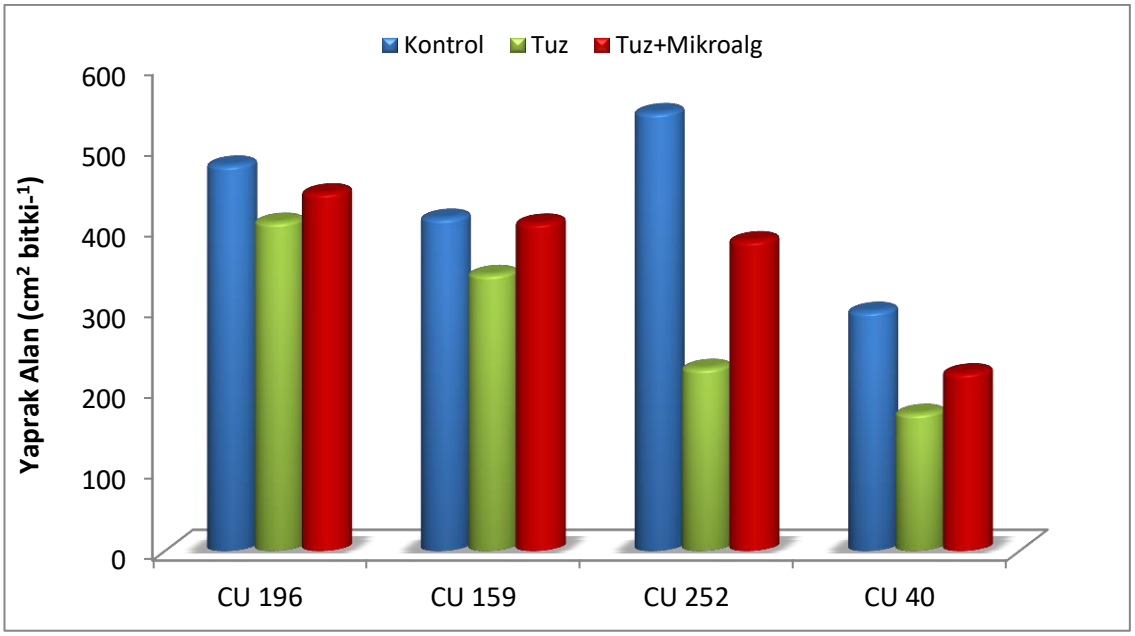
Yaprak sayısı ve yaprak alanı bakımından incelenen genotiplerde en yüksek değerler kontrol bitkilerinde belirlenirken; 200 mM NaCl uygulaması incelenen parametreler bakımından azalmaya yol açmıştır. Stres koşulları altında yaprak sayısı ortalama olarak %43, yaprak alanı ise %33 oranında azalma göstermiştir. Ortaya çıkan bu olumsuzluk CU 252 ve CU 40 oranında daha net görülmüş; kontrol bitkilerine oranla yaprak sayısında %71 ve %64; yaprak alanında ise %58 ve %42 oranında azalma tespit edilmiştir. Söz konusu değişimler tolerant olan genotiplerde %12-24 oranları arasında yer almıştır. Mikroalg uygulaması ile birlikte tuz stresinin engelleyici etkisi belirli bir seviyeye kadar azaltılabilmiştir. T+MA uygulamasında en yüksek yaprak sayısı 15.67 adet bitki^{-1} ile CU 159 genotipinde belirlenmiş; bu değer ile kontrol bitkilerine oranla sadece %2 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Hassas genotipler bakımından ise CU 252 ve CU 40 genotiplerinde kontrol bitkilerine oranla %47 ve %54 oranında azalma belirlenirken; bu genotiplerde tuz stresine oranla %86 ve %30 oranında gelişme sağlanmıştır. Yaprak alanı bakımından ise tolerant genotiplerde mikroalg uygulaması sadece tuz stresi koşullarına oranla %8 ve %18 oranında iyileşme görülmüş; hassas genotiplerde ise tuz stresinin olumsuz etkisi %69 ve %29 oranında sınırlandırılabilmiştir.

Çizelge 4.3 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının yaprak sayısı ve yaprak alanı bakımından ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	Genotip	Yaprak Sayısı (adet bitki^{-1})	Yaprak Alanı (cm bitki^{-1})
Kontrol	CU196	18.00±5.29 b	477.02±52.80 ab
	CU159	16.00±3.61 bc	411.33±41.68 bc
	CU252	27.33±4.93 a	541.88±38.07 a
	CU40	28.33±4.04 a	296.17±14.88 e
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	13.66±1.15 cd	406.43±63.72 cd
	CU159	14.00±2.65 c	341.82±49.42 de
	CU252	7.66±1.15 e	225.53±30.42 f
	CU40	10.00±1.00 de	170.09±27.04 f
Tuz +Mikroalg	CU196	14.66±1.53 bc	442.73±46.57 bc
	CU159	15.66±0.58 bc	405.32±55.24 cd
	CU252	14.33±1.12 bc	383.56±41.84 cd
	CU40	13.00±1.65 cd	220.18±35.15 f



Şekil 4.5 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yaprak sayısında meydana gelen değişimler



Şekil 4.6 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yaprak alanında meydana gelen değişimler

4.4. Yaprak Oransal Su İçeriğinde (YOSİ) Meydana Gelen Değişimler

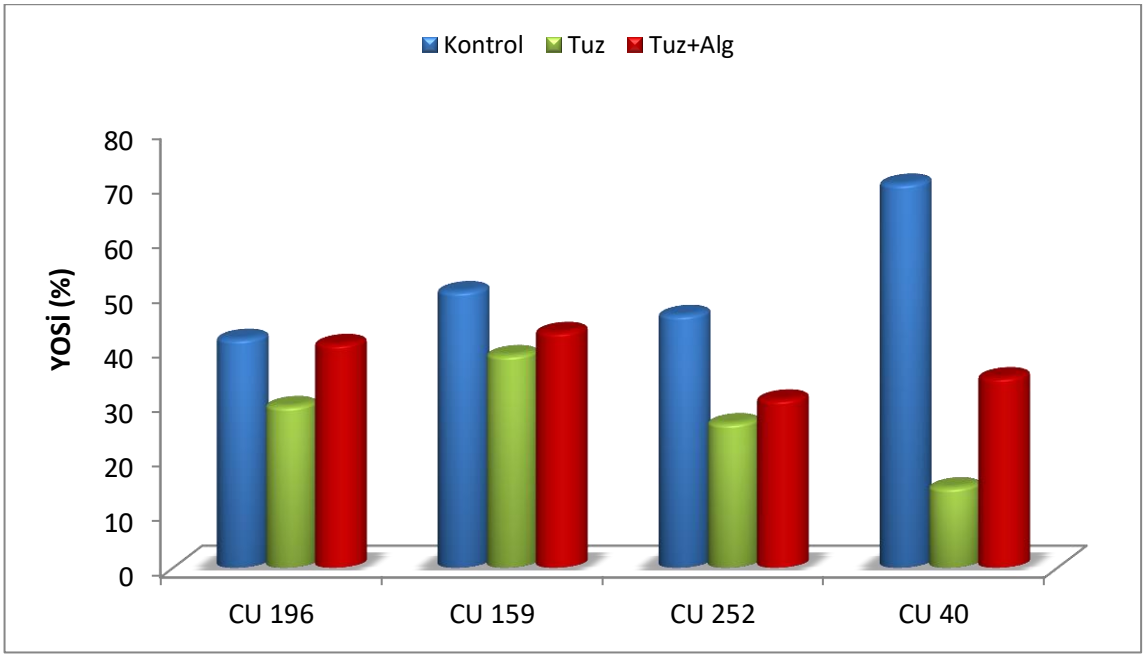
Kontrol, tuz stresi ve stres ile mikroalg uygulamalarının yaprak oransal su içeriği bakımından meydana getirdiği değişimler incelenmiş; Tablo 4.4 ve Şekil 4.7'de verilmiştir.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) en yüksek kontrol bitkilerinde belirlenmiş olup; %83 ile %88 arasında değişim göstermiştir. Tuz stresi koşulları incelenen tüm genotiplerde YOSİ değerlerinde azalmaya yol açmıştır. Tolerant CU196 ve CU159 genotiplerinde %69 ve %67 olarak ölçülen değerler; hassas genotiplerde (CU252 ve CU40) %37 ve %49 olarak saptanmıştır. Tuz stresi ile birlikte gerçekleştirilen mikroalg uygulaması bitkilerin su içeriklerini korumalarına imkân vermiş ve tüm genotiplerde YOSİ değerleri mikroalg uygulanmayan 200 mM NaCl ortamına oranla %3-54 oranlarında artış göstermiştir. İstatistiksel olarak da farklılığın ortaya çıktığı çalışmada; özellikle hassas olan CU252 genotipinde tuz stresi ortamında %37.19 olarak belirlenen YOSİ değeri

tuz+mikrolag uygulaması karşısında %54 oranında artış göstererek % 57.58 değerine ulaşmıştır.

Çizelge 4.4 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının yaprak oransal içeriği (YOSİ) bakımından ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	Genotip	YOSİ (%)
Kontrol	CU196	87.66±1.80 a
	CU159	82.56±3.79 ab
	CU252	84.67±2.28 ab
	CU40	84.96±2.13 ab
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	68.87±1.51 cd
	CU159	67.32±2.09 d
	CU252	37.19±1.86 g
	CU40	48.68±3.00 f
Tuz +Mikroalg	CU196	77.26±2.53 bc
	CU159	70.00±2.82 cd
	CU252	57.58±4.08 e
	CU40	51.64±1.18 ef



Şekil 4.7 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında YOSİ 'de meydana gelen değişimler

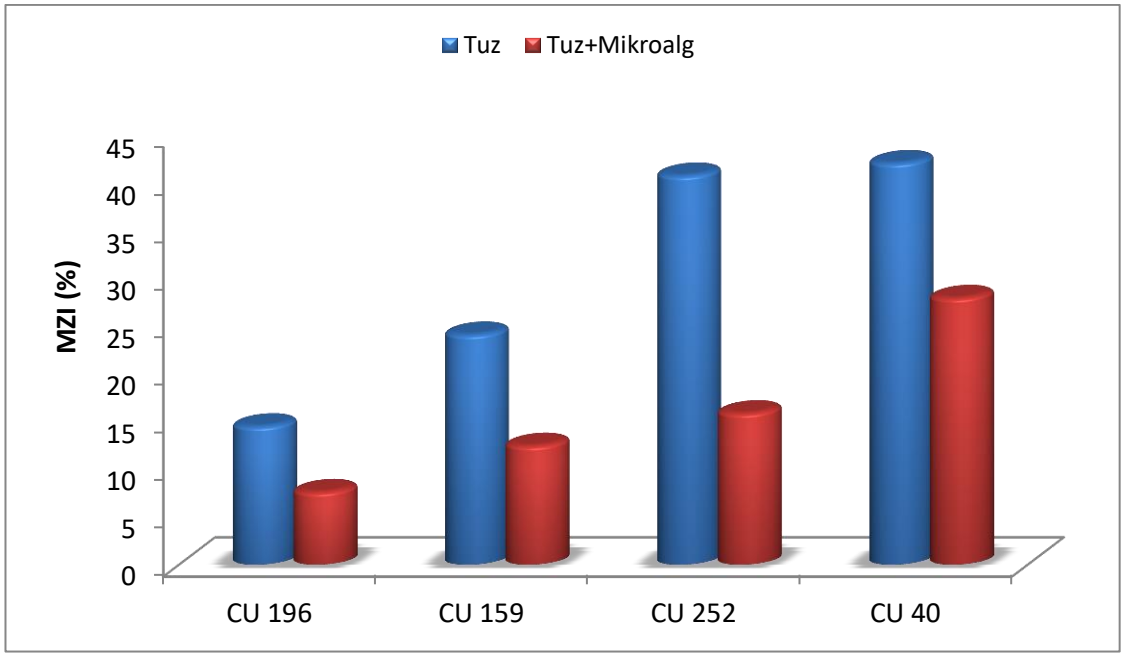
4.5. Membran Zararlanma İndekisi'nde (MZİ) Meydana Gelen Değişimler

Kontrol, tuz stresi ve stres ile mikroalg uygulamalarının membran zararlanma indeksi bakımından ortaya koyduğu değişimler incelenmiş; Tablo 4.5 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

Membran zararlanma indekisi bakımından genotipler incelendiğinde tuz stresi koşullarında değerlerin; CU196 ve CU159 genotiplerinde %14.49 ve %24.11 olduğu hassas genotiplerde (CU252 ve CU40) ise bu değerlerin %40.79 ve %42.11 olduğu tespit edilmiştir. Mikroalg uygulaması MZİ değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Buna göre CU 196 ve CU159 genotiplerinde %7.6 ve %12.45; CU252 ve CU40 genotiplerinde ise %15.86 ve %27.96 değerlerine gerilemiştir.

Çizelge 4.5 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının membran zararlanma indeksi (MZİ) bakımından ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	Genotip	MZİ (%)
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	14.49±2.82 c
	CU159	24.11±2.09 b
	CU252	40.79±3.24 a
	CU40	42.10±1.68 a
Tuz +Mikroalg	CU196	7.60±0.98 d
	CU159	12.45±1.62 cd
	CU252	15.86±1.23 c
	CU40	27.96±1.48 b



Şekil 4.8 Tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl) + mikroalg uygulamalarında MZİ'de meydana gelen değişimler

4.6. Klorofil Oranında (SPAD) Meydana Gelen Değişimler

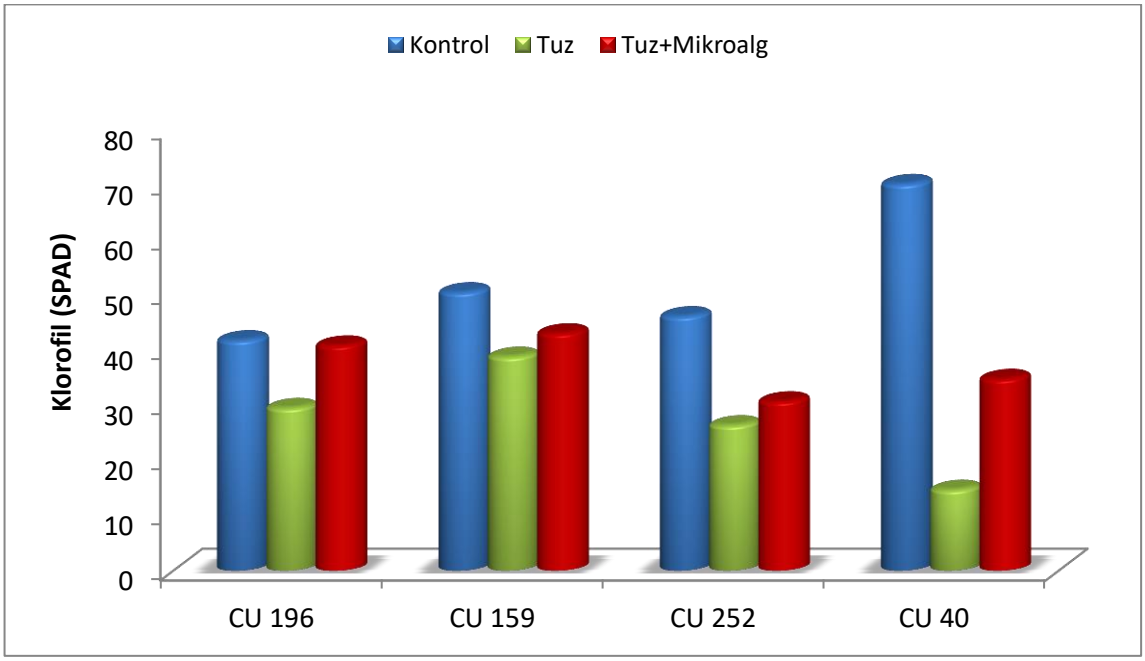
Kontrol, tuz stresi ve stres ile mikroalg uygulamalarının klorofil oranı (SPAD) bakımından meydana getirdiği değişimler incelenmiş; Tablo 4.6 ve Şekil 4.9'da verilmiştir.

SPAD ölçümleri sonunda en yüksek klorofil oranı kontrol bitkilerinde, bu grup içerisinde ise CU40 70.10 ile ilk sırada yer almıştır. Bu genotipi sırasıyla CU159 (50.47), CU252 (46.13) ve CU196 (41.77) izlemiştir. Tuz stresi klorofil içeriğinde azalmaya neden olmuş kontrol bitkilerine oranla bu azalma ortalama olarak %43 bulunmuştur. Genotipler bazında incelendiğinde % değişimin en fazla olduğu dolayısıyla klorofil kaybının en fazla hissedildiği genotip %79 ile CU40 olmuş; bunu %42 ile CU252 izlemiştir. CU196 ve CU159 genotiplerinde ise ortaya çıkan değişim %23-29 düzeyde gerçekleşmiştir. Tuz stresi koşullarında mikroalg kullanımı klorofil oranının korunması adına %35 düzeyinde katkı sağlamıştır. Buna göre hassas

genotiplerinde kontrol bitkilerine ortaya çıkan azalma CU40 genotipinde %50; CU252'de %33; CU159'da %14 ve CU196'da %2 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının klorofil oranı(SPAD) bakımından ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	Genotip	SPAD
Kontrol	CU196	41.77±4.64 b-d
	CU159	50.47±3.15 b
	CU252	46.13±1.34 bc
	CU40	70.10±2.18 a
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	29.50±1.14 e-f
	CU159	38.80±1.54 b-e
	CU252	26.37±2.32 fg
	CU40	14.67±2.05 g
Tuz +Mikroalg	CU196	40.83±2.12 b-e
	CU159	43.03±1.80 bc
	CU252	30.70±2.05 d-f
	CU40	34.77±2.97 c-f



Şekil 4.9 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl) + mikroalg uygulamalarında klorofil oranı (SPAD) meydana gelen değişimler

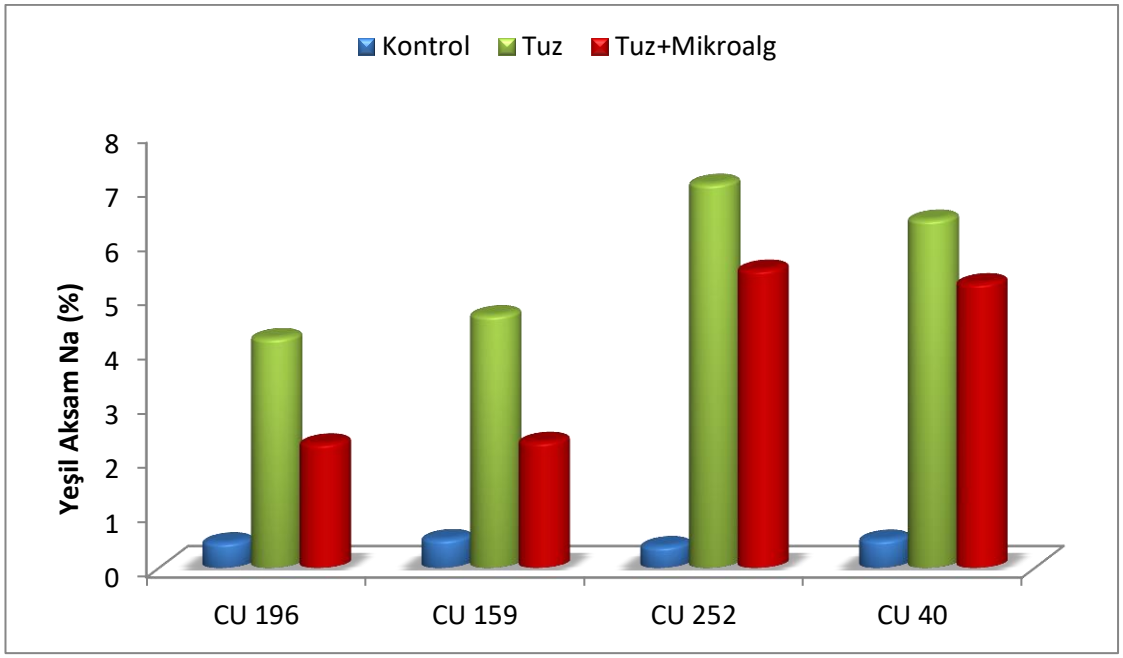
4.7. Sodyum (Na^+) İyon Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişimler

Kontrol, tuz stresi ve stres ile mikroalg uygulamalarının, yeşil aksam ve kök Na^+ iyon içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimler incelenmiş; Tablo 4.7, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de verilmiştir.

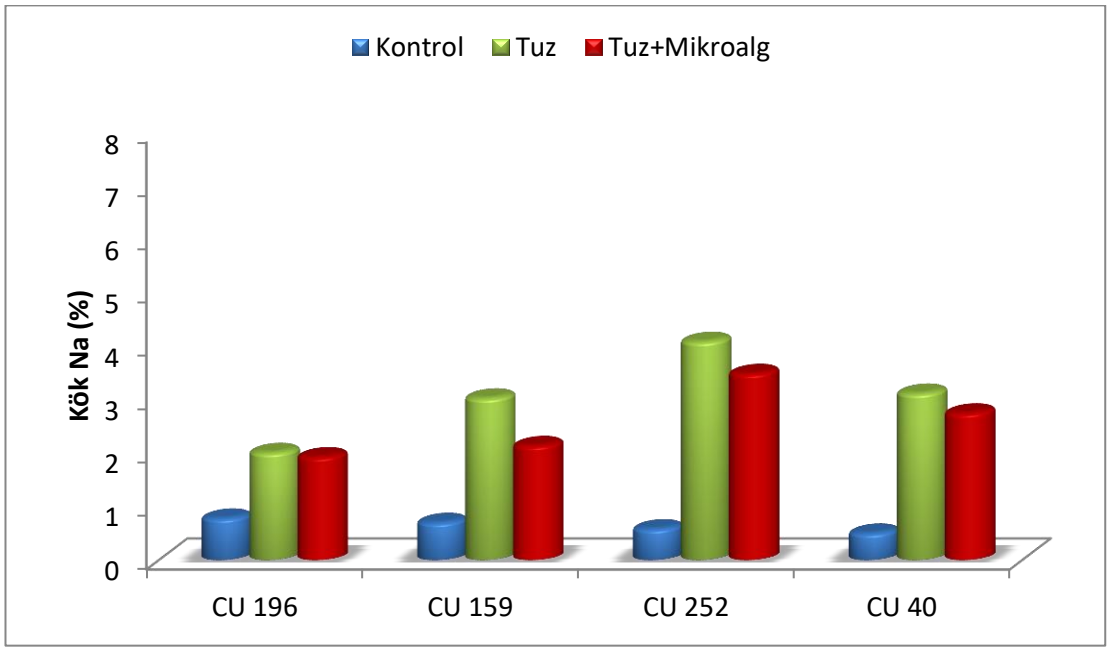
Tuz stresi bitkilerde değişen oranlarda Na iyon birikimine yol açmıştır. Tolerant olan genotiplerde yeşil aksam Na iyon konsantrasyonu %4.23 ve %4.65; hassas genotiplerde %7.07 ve %6.41 olarak belirlenmiştir. Genotipler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında CU196 ve CU159 da ortaya çıkan artış %800 ve %777; CU252 ve CU40'da ise %1667 ve %1132 düzeyde gerçekleşmiştir. Tuz stresi koşullarında mikrolag uygulaması bitkilerde Na iyon alımını %37 oranında sınırlandırmıştır. Buna göre kontrol bitkilerine oranla ortaya çıkan değişim CU196 ve CU159'da %387 ve %337; CU252 ve CU40 genotiplerinde ise %1272 ve %907 olarak saptanmıştır. Kök Na içerikleri de yeşil aksam Na içeriklerine benzer değişimler göstermiştir. Ortalama olarak tuz stresi koşullarında %404 oranında Na içeriğinde artış meydana gelirken mikroalg uygulaması ile birlikte bu oran %14 oranında azalmış ve %326 düzeyinde kalmıştır.

Çizelge 4.7 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının Na iyon içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	Genotip	Yeşil Aksam Na (%)	Kök Na (%)
Kontrol	CU196	0.47±0.15 f	0.78±0.03 f
	CU159	0.53±0.08 f	0.70±0.19 f
	CU252	0.40±0.26 f	0.58±0.08 f
	CU40	0.52±0.31 f	0.49±0.11 f
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	4.23±1.07 d	2.01±0.19 e
	CU159	4.65±0.94 cd	3.03±0.20 cd
	CU252	7.07±0.57 a	4.09±0.51 a
	CU40	6.41±1.46 ab	3.12±0.27 c
Tuz +Mikroalg	CU196	2.29±0.20 e	1.93±0.06 e
	CU159	2.32±0.28 e	2.14±0.19 e
	CU252	5.49±0.66 bc	3.49±0.51 b
	CU40	5.24±0.63 c	2.75±0.32 d



Şekil 4.10 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yeşil aksam Na iyon içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 4.11 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında kök Na iyon içeriğinde meydana gelen değişimler

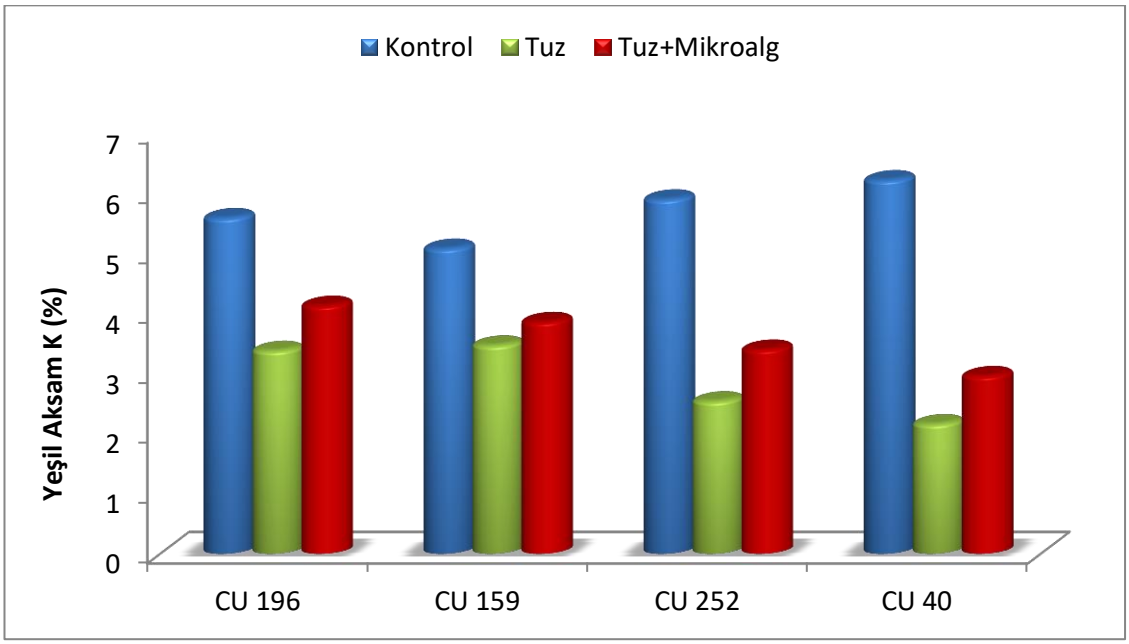
4.8. Potasyum (K^+) İyon Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişimler

Kontrol, tuz stresi ve stres ile mikroalg uygulamalarının yeşil aksam ve kök K iyon içeriği bakımından meydana getirdiği değişimler incelenmiş; Tablo 4.8, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'te verilmiştir.

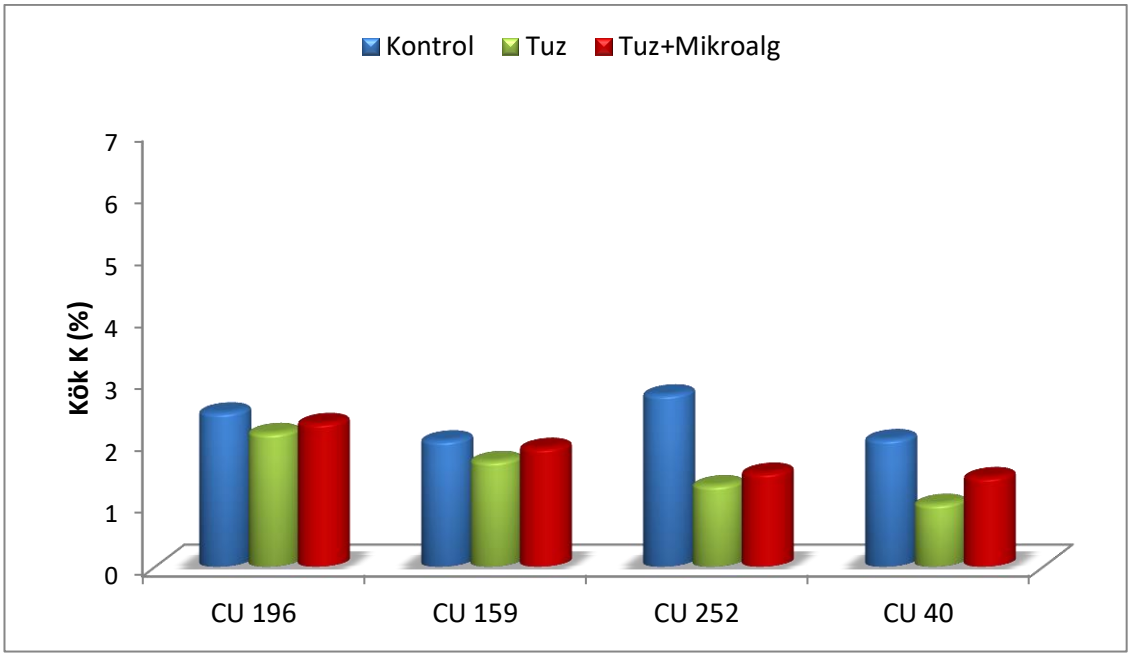
Potasyum içeriği bakımından kontrol bitkilerinde değerler 5.08-6.22 arasında değişmiş; en yüksek K içeriği "a" istatistik değerlendirmesine sahip olan CU40 genotipinde %6.22 olarak belirlenmiştir. Bu genotipi "ab" istatistik harflendirmesine sahip olan CU252 (%5.90) ve CU 196 (%5.59) izlemiştir. Tuz stresi tüm genotiplerde K iyon içeriğinde azalmaya yol açmıştır. Ancak tolerant olan CU196 ve CU159 genotipleri bünyelerindeki K içeriğini diğer genotipler ile karşılaştırıldığında koruyabilmişlerdir. Bu genoiplerde kontrol bitkilerine oranla %39 ve %31 oranında azalma kaydedilirken; hassas CU252 ve CU40 genotiplerinde %56 ve %65 olarak tespit edilmiştir. Tuz+mikrolag uygulaması K içeriğinde meydana gelen azalmayı ortalama olarak %26 düzeyinde azaltmıştır. Mikrolag uygulaması ile birlikte özellikle CU252 ve CU40 genotiplerinde ortaya çıkan azalma %42 ile %52 düzeyinde kalmıştır. Kök K içeriği kontrol bitkilerinde en yüksek %2.77 ile CU252 de tespit edilmiştir. K içerikleri tuz stresi koşullarında ortalama olarak %33 oranında azalırken; hassas genotiplerde bu oran %50 düzeyinde gerçekleşmiştir. Mikroalg uygulaması K kaybını %19 düzeyinde engellemiştir. Hassas genotiplerde (CU252 ve CU40) ise bu oran %25-49 düzeyinde ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.8 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının K iyon içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	Genotip	Yeşil Aksam K (%)	Kök K (%)
Kontrol	CU196	5.59±1.64 ab	2.48±0.45 ab
	CU159	5.08±0.49 bc	2.03±0.49 b-d
	CU252	5.90±0.48 ab	2.77±0.44 a
	CU40	6.22±1.14 a	2.05±0.18 b-d
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	3.38±0.43 d-f	2.15±0.39 b-d
	CU159	3.47±0.09 d-f	1.70±0.11 d-f
	CU252	2.54±0.61 fg	1.31±0.34 fg
	CU40	2.16±0.20 g	1.01±0.24 g
Tuz +Mikroalg	CU196	4.13±0.24 cd	2.31±0.15 bc
	CU159	3.86±0.15 de	1.91±0.24 c-e
	CU252	3.40±0.28 d-f	1.51±0.20 ef
	CU40	2.96±0.62 e-g	1.44±0.27 fg



Şekil 4.12 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yeşil aksam K iyon içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 4.13 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında kök K iyon içeriğinde meydana gelen değişimler

4.9. Kalsiyum (Ca^{++}) İyon Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişimler

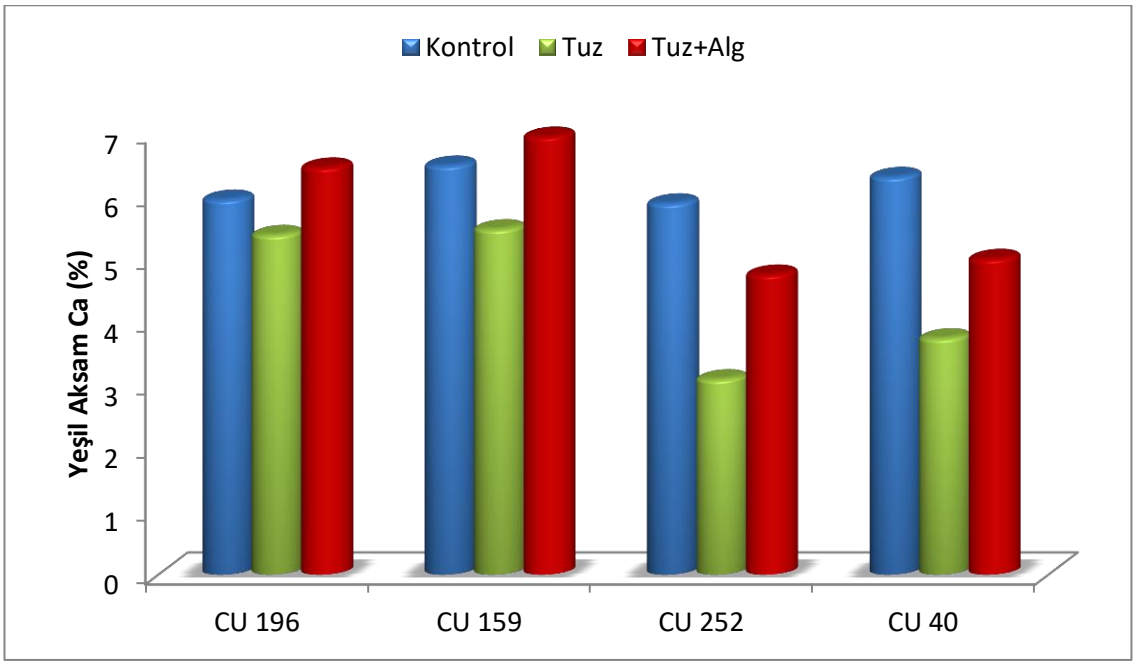
Kontrol, tuz stresi ve stres ile mikroalg uygulamalarının, yeşil aksam ve kök Ca iyon içeriği bakımından meydana getirdiği değişimler incelenmiş; Tablo 4.9, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'de verilmiştir.

Kalsiyum içeriği kontrol bitkilerinde %5.89-6.49 arasında değişim göstermiştir. Stres koşulları (200 mM NaCl) Ca içeriğinde ortalama olarak %28 oranında azalmaya neden olmuştur. Genotipler içerisinde değişim en fazla görüldüğü genotipler CU252 (%47.36) ve CU40 (%40.57) olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte tuz stresi koşullarında mikroalg uygulaması karşısında CU196 ve CU159 genotiplerinde kontrol bitkilerine oranla Ca içeriğinde %8 ve %7 oranında artış tespit edilmiştir. CU252 genotipinde T+MA uygulamasında tuz stresine oranla %53 oranında iyileşme sağlanmış ve Ca içeriğinde ortaya çıkan azalma %19 düzeyinde kalmıştır. Aynı şekilde CU40 genotipinde de mikroalg uygulaması ile sadece 200 mM NaCl içeren stres koşullarına oranla Ca içeriği %33 oranında korunmuş ve değişim %20 düzeyinde kalmıştır.

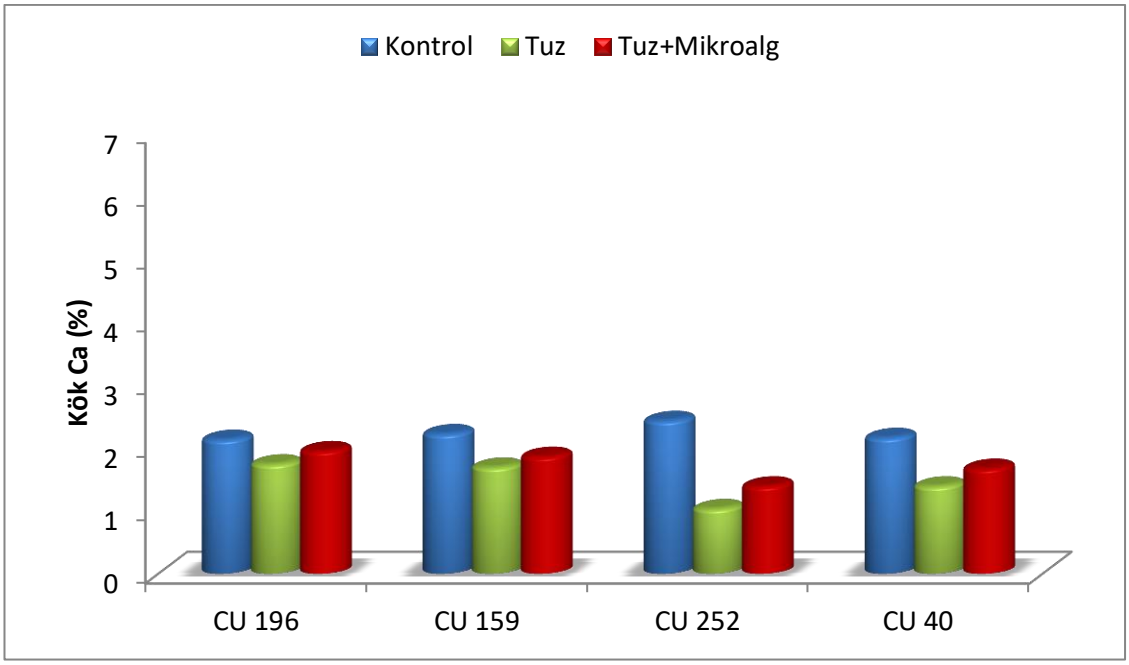
Kalsiyum içeriği bakımından genotipler değerlendirildiğinde tuz stresi ile birlikte değişen oranlarda azalma gösterdiği tespit edilmiştir. CU196 ve CU159 genotiplerinde bu değişim %18 ve %23 düzeyinde olurken; CU252 ve CU40 genotiplerinde %57 ve %35 oranlarında ortaya çıkmıştır. Mikroalg uygulaması genel olarak Ca içeriğinde meydana gelen azalmayı %19 düzeyinde engellemiştir. Özellikle CU252 ve CU40 genotiplerinde T+MA uygulamalarında ortaya çıkan azalma %42 ve %22 düzeyinde kalmıştır.

Çizelge 4.9 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının Ca iyon içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	Genotip	Yeşil Aksam Ca (%)	Kök Ca (%)
Kontrol	CU196	5.95±0.72 a-d	2.13±0.15 a-c
	CU159	6.49±1.07 ab	2.22±0.07 ab
	CU252	5.89±0.90 a-d	2.43±0.08 a
	CU40	6.31±0.49 a-c	2.16±0.13 a-c
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	5.39±0.53 c-e	1.74±0.17 d
	CU159	5.48±0.34 b-e	1.69±0.26 de
	CU252	3.10±0.43 g	1.03±0.41 f
	CU40	3.75±0.54 fg	1.38±0.18 e
Tuz +Mikroalg	CU196	6.46±1.48 a-c	1.95±0.10 b-d
	CU159	6.95±0.59 a	1.86±0.15 cd
	CU252	4.76±0.83 ef	1.39±0.34 e
	CU40	5.01±0.32 de	1.67±0.36 de



Şekil 4.14 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yeşil aksam Ca iyon içeriği meydana gelen değişimler



Şekil 4.15 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında kök Ca iyon içeriği meydana gelen değişimler

4.10. Klor (Cl^-) İyon Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişimler

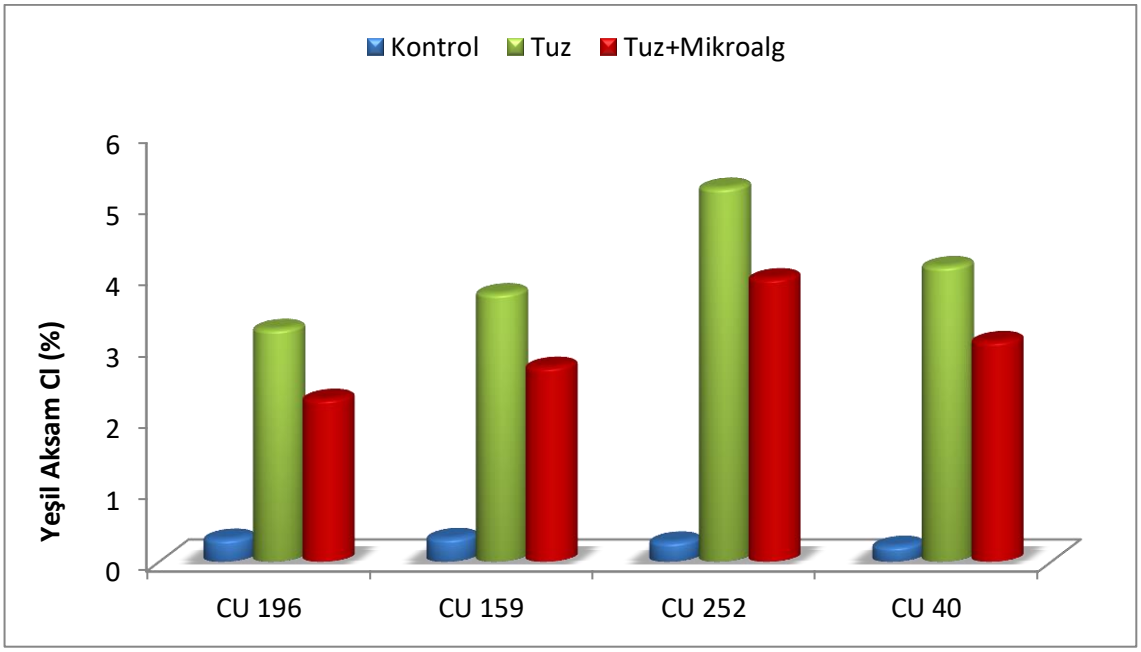
Kontrol, tuz stresi ve stres ile mikroalg uygulamalarının, Cl iyon içeriği bakımından meydana getirdiği değişimler incelenmiş; Tablo 4.10, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de verilmiştir.

Klor iyon kontrol bitkilerinde %0.22-0.33 düzeyinde belirlenmiştir. Tuz uygulaması Cl iyonunun da ortalama olarak %1377 oranında artış göstermekle birlikte genotiplere göre farklılıklar ortaya çıkmıştır. CU196 ve CU159 genotiplerinde 200 mM NaCl uygulaması %918 ve %1039 oranında artışa yol açarken; bu oran CU252 ve CU40 genotiplerinde %1771 ve %1782 olarak belirlenmiştir. Mikroalg uygulaması Cl alımını önemli düzeyde engelleyebilmiştir. Buna göre CU196 ve CU159 genotiplerinde %612 ve %727 artış sağlanırken; CU252 ve CU40 genotiplerinde ortalama olarak %24 oranında sınırlamaya imkan vermiş ve artış %1317 ve %1304 olarak tespit edilmiştir. Tuz stresi kök Cl iyon konsantrasyonunda %335 oranında artışa neden olmuştur. Mikroalg uygulaması Cl iyon artışında %25 oranında engelleyici etki göstermiş ve

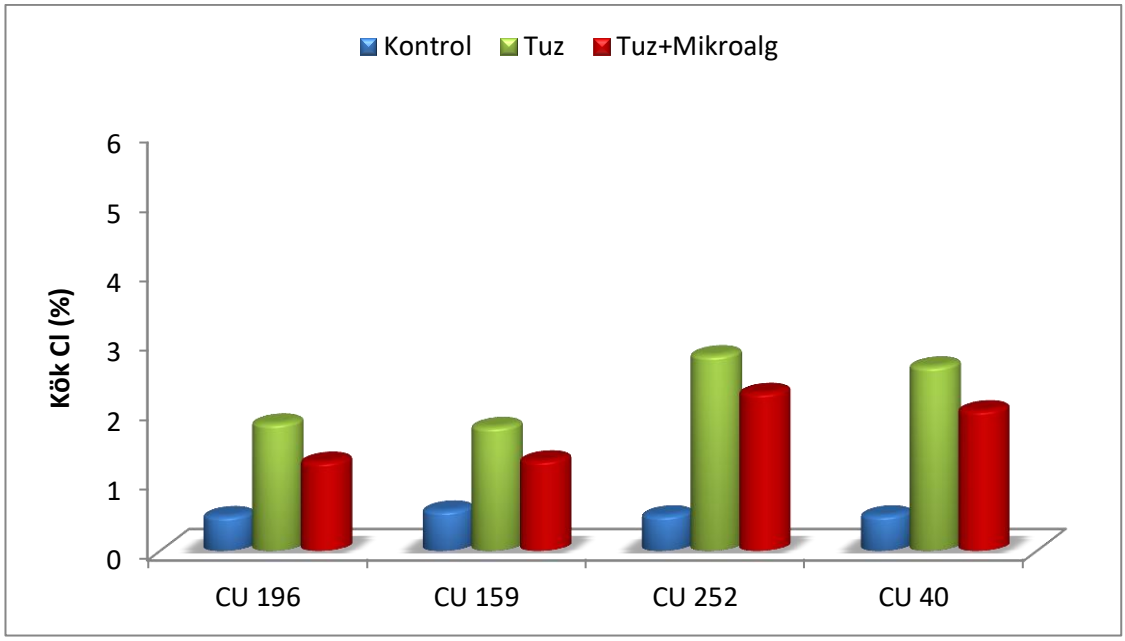
kontrol bitkilerine oranla ortalama olarak %230 oranında bir artış izlenmiştir. Özellikle hassas genotiplerde Cl iyon içeriği 200 mM NaCl uygulamasında %419-450 oranında artış gösterirken; mikroalg uygulaması ile birlikte bu oran %296-345 oranında seyretmiştir.

Çizelge 4.10 Kavunda kontrol, tuz ve tuz+mikroalg uygulamalarının Cl iyon içeriği bakımından ortaya koyduğu değişimler

Uygulama	Genotip	Yeşil Aksam Cl (%)	Kök Cl (%)
Kontrol	CU196	0.32±0.03 g	0.50±0.09 e
	CU159	0.33±0.09 g	0.58±0.12 e
	CU252	0.28±0.13 g	0.51±0.06 e
	CU40	0.22±0.23 g	0.52±0.08 e
Tuz (200 mM NaCl)	CU196	3.26±0.65 de	1.83±0.21 c
	CU159	3.76±0.40 cd	1.78±0.15 c
	CU252	5.24±0.16 a	2.81±0.37 a
	CU40	4.41±0.22 b	2.65±0.40 a
Tuz +Mikroalg	CU196	2.28±0.45 f	1.28±0.17 d
	CU159	2.73±0.44 ef	1.30±0.14 d
	CU252	3.97±0.80 bc	2.27±0.18 b
	CU40	3.09±0.16 e	2.02±0.12 bc



Şekil 4.16 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında yeşil aksam Cl iyon içeriği meydana gelen değişimler



Şekil 4.17 Kontrol, tuz (200 mM NaCl) ve tuz (200 mM NaCl)+mikroalg uygulamalarında kök Cl iyon içeriği meydana gelen değişimler

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bitkisel üretimi sınırlandıran abiyotik ve biyotik stres faktörleri içerisinde %70 lik bir oran ile abiyotik stres etmenleri ilk sırada yer almaktadır. Tuzluluk hem kurak hem de yarı-kurak alanlarda bitkisel üretimi ve dünyada sulanabilir alanların %20'sini tehdit eden en önemli abiyotik stres türlerinden bir olarak değerlendirilmektedir. Tuz stresi bitkinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerinde değişikliklere neden olarak bitkilerin büyüme, biyokütle, verim ve kalitesinde azalmaya yol açmaktadır (Wu *et al.* 2017, Yamauchi 2018)

Bitkilerin tuz stresine vermiş olduğu tepkiler iklim koşulları, ışık yoğunluğu gibi parametreler çerçevesinde değişirken; bitki tür ve çeşitleri bakımından önemli farklılıklar ortaya koymaktadır (Tang *et al.* 2015). Tuz stresi koşullarında toksik iyon alımı, tuzdan sakınım (exclusion) ve tuzu kabullenme (inclusion) mekanizmalarının etkinliği, osmotik düzenleme, CO2 asimilasyonu, fotosentetik elektron taşınımı, klorofil içeriği, reaktif oksijen türleri (ROS) ve antioksidatif savunma mekanizmaları bakımından gösterdikleri değişimler göz önüne alındığında bitkiler halofitler (tuzcul bitkiler) ve glikofitler (yüksek tuz yoğunluklarından zarar gören bitkiler) olmak üzere iki grupta toplanmaktadırlar. Halofitler iyonların birikimi ile yüksek turgor potansiyeline sahip olan, böylece tuzun yüksek konsantrasyonlarında yaşayabilme yeteneğine sahip olan bitkilerdir. Bu bitkiler arasında deniz börülcesi (*Salicornia herbecea*) ve kara pazı (*Atriplex vericaria*) obligat halofit olarak bilinen ve yüksek tuz koşullarında yaşayabilen bitkilerdir. Ayıkulağı (*Aster atripalium*) ve sinir otu (*Plantago vesicaria*) gibi bitkiler ise düşük tuz seviyelerinde normal gelişimlerini sürdürebilen halofit bitkiler arasında yer almaktadır. Bunların aksine yüksek bitkilerin tamamı glikofit bitkiler içerisinde yer almakta ve bu bitkiler tuz stresi koşullarında ozmotik düzenlemeyi gerçekleştirememektedir (Munns 2005, Koyro 2006, Stepien *et al.* 2009, Kuşvuran 2010, Tang *et al.* 2015).

Bitkilerin geliştiği tuz ortamı, düşük ozmotik potansiyel, spesifik iyon etkisi ve beslenme dengesizliği gibi nedenlerle birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Tüm bu faktörler bitkiyi fizyolojik ve biyokimyasal seviyelerde etkilemekte, bitki gelişiminde olumsuzluklara yol açmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışmada, 200 mM NaCl uygulaması bitki yaş ve kuru ağırlıklarında kontrol bitkilerine oranla %49 oranında azalmaya yol açmıştır. Ortaya çıkan bu değişim genotipler arasında farklılıklar ortaya koymuş; tolerant CU196 ve CU159 genotiplerinde azalma daha düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Benzer biçimde bitki boyu ve çapı da tüm genotiplerde kontrol bitkilerine oranla ortalama olarak %41 ve %28 oranında azalmaya yol açmıştır. Özellikle hassas genotiplerde (CU252 ve CU40) kontrol bitkilerine oranla %44 ve %61 oranında azalma meydana gelmiştir. Tuz stresi bitkilerde büyüme ve gelişmeyi iki aşamada etkilemektedir. Öncelikle toprak su potansiyelindeki azalmaya bağlı olarak bitki gelişimi engellenmekte (ozmotik faz); daha sonra spesifik iyon etkisine bağlı olarak vakuollerde uzun süre hapsedilemeyen tuzlar hücre duvarında yada sitoplazmada hızla birikerek hücre ölümlerine sebep olmaktadır (iyonik faz) (Acosta- Matos *et al.* 2017). Munns (2005) tuz birikimi ile birlikte yaşlı yapraklarda ölümlerin arttığını; meristematik bölgelere karbonhidrat ve/veya büyüme hormonlarının taşımının azaldığı böylece büyüme ve gelişmenin engellendiğini ifade etmektedir. Nitekim Nimbolkar *et al.* (2018) mangoda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında 50 mM NaCl uygulaması sonucu gövde ve kök yaş ve kuru ağırlıkları, bitki boyu ve çapında kontrol bitkilerine oranla azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Bununla birlikte domateste gövde çapı ve bitki boyunun 50 mM NaCl uygulamasında %12 ve %8 oranında azalma gösterdiğini; 75 mM NaCl uygulamasında bu oranların daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (El-Mogy *et al.* 2018). Tuz stresi koşullarında mikroalg uygulaması kavun bitkilerinde tuz zararını hafifletmede oldukça etkili olmuştur. Yaş ve kuru ağırlık değerlerinde ortalama olarak %46-77; gövde boyu ve çapında ise %28-33 oranında iyileşme sağlanmıştır. Bu etki özellikle hassas genotiplerde kendini önemli düzeyde hissettirmiş; bu genotiplerde ortalama olarak tuz stresine oranla %40-160 arasında iyileşme belirlenmiştir. Dineshkumar *et al.* (2018) *Chlorella vulgaris* gibi yeşil alglerin fotosentetik organizmalar olduğunu, yüksek protein, vitamin, ve amino asit içeriği ile birlikte bio gübre olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. Bununla birlikte iz elementler ile birlikte bitki gelişiminde önemli olan fitohormonlar, karetonidler, antifungal maddeler ve makro

elementleri içermesi dolaysıyla bitki büyüme ve gelişiminde önemli etkileri olduğu vurgulanmıştır. Soğanda gerçekleştirilen bir çalışmada mikroalg uygulamasının soğanda bitki gelişimi ve verimi artırdığı; suda çözünebilir madde içeriği, toplam fenol ve amino asit içeriğinin mikroalg uygulanan bitkilerde çok daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Dineshkumar *et al.* 2018). Benzer sonuçlar üzüm (Abd El Moniem and Abd-Allah 2008) ve marulda da tespit edilmiştir (Faheed *et al.* 2008). Yüksek tuz konsantrasyonlarının su eksikliği nedeniyle bitki büyümesini sınırlandırdığını, bunun Na ve Cl iyonlarının yapraklarda meydana getirdiği zarar ve bunun devamında besin maddelerinin taşınımı sırasında ortaya çıkan sorunlar nedeniyle olabilmektedir (Kuşvuran 2010). Mikroalg uygulaması bitkilerde gerekli besin elementlerinin sağlanmasına imkan tanıyarak bitki büyüme ve gelişmesine katkıda bulanabileceği düşünülmektedir.

Genel olarak tuz, daha küçük yapı, yaprak sayısında ve alanında azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan büyümede yavaşlama şeklinde etkisini göstermektedir. Çalışmamızda tuz stresinin genel olarak yaprak sayısı ve alanında azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. Bu etki hassas olan genotiplerde belirginleşmiş ve kontrol bitkilerine oranla ortaya çıkan azalma %50-68 düzeyinde gerçekleşmiştir. Tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transprasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalışmaktadır. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO_2 fiksasyonu da azalır. Bu süre içerisinde respirasyon artar, bu durum birim yaprak yüzey alanı başına düşen günlük net CO_2 asimilasyonunda bir azalışa neden olur. Yaşamak için yoğun enerji harcayan bitki, ihtiyacından daha az fotosentez yapmakta ve gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır. Sonuç olarak büyüme ve gelişmede gerileme başlamaktadır (Kuşvuran 2010). Mikroalg uygulaması sonucu, tuz stresi sonucu ortalama olarak %33-43 arasında gerçekleşen azalma %15-30 oranına indirgenebilmiştir. Yaprak sayısı ve yaprak alanı bakımından tuz stresine oranla %31-34 oranında iyileşme sağlanmıştır. Çilekte gerçekleştirilen farklı çalışmalarda mikroalg uygulamasının yaprak alanında %30-38 oranında artırdığı bildirilmiştir (Eshghi *et al.* 2013, Righini *et al.* 2018).

Tuz stresi, bitkinin su alımını engelleyerek, ozmotik etki nedeniyle bitki gelişiminin azalmasına, iyon toksisitesi nedeniyle de yapraklarda su taşınımını sağlayan hücrelerde zararlanmalara neden olmaktadır. Özellikle Na iyon toksisitesi ile bitkiye su girşi arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır (Munns 2005). Farooq and Azam (2006) buğdayda artan tuz stresinin YOSİ değerlerinde azalmaya yol açtığını, ancak hassas genotiplerde bu değişimin daha belirgin olabileceğini; Ghars *et al.* (2008) ise, *Arabidopsis thaliana* ve *Thellungiella halophila* bitkilerinde Na iyonunun bitki gelişimini olumsuz etkilediğini ve yaprak su içeriğinin artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Goreta *et al.* (2008), karpuzda tuz stresinin bitki gelişimini olumsuz etkilemesi yanında yaprak su içeriğinin de azaldığını ifade etmişlerdir. Hand *et al.* (2017) biberde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında yaprak oransal su içeriğinin artan tuz dozuna bağlı olarak azaldığını; bu etkinin tolerant genotiplerde daha az oranda gerçekleştiğini ifade etmiştir. Araştırıcılar bu etkinin toksik Na ve Cl iyonlarından kaynaklanabileceğini; tuz stresi ile birlikte su alımının azalarak kuraklık stresi ile benzer etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda YOSİ değerleri, tuz stresi koşullarında kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiştir. Buna karşı tuz stresi koşullarında mikroalg uygulaması, bu olumsuz etkiyi %20 oranında azaltmıştır. Borowitza (1999), mavi-yeşil mikroalg türlerinin toprak yapısını düzelterek bitki köklerinin su alım etkinliğini artırdığını ifade etmektedir.

Stres karşısında hücre membranlarında meydana gelen zararlanma ortama iyonların sızmasına neden olmaktadır. Bu prensip doğrultusunda ölçümleri yapılan kavun genotiplerinde membran zararlanma indeksindeki artış, bitkinin stresten etkilenme düzeyinin de bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Özellikle hassas genotiplerde MZİ değerlerinin çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tuz stresi koşullarında mikroalg uygulaması MZİ içeriğindeki artışı ortalama olarak %50 düzeyinde azaltmıştır. Mikroalglerin en önemli özelliklerinden biri de yüksek protein içeriğine sahip olmalarıdır (Koru vd. 2005). Bu özellik mikroalglerde hücre büyüme ve gelişmede önemli avantaj sağlamakla birlikte, olumsuz stres koşullarında hücre koruma ve onarımı, kimyasal sinyal, hücresel aktivitelerin düzenlenmesi ve yine stres koşulları altında savunma mekanizmalarının da aktif duruma geçmesine imkan tanımaktadır

(Solomon 1999, Özdemir 2014). Çalışmamızda mikroalg uygulamasının, bu olumlu özellikleri sayesinde bitkilerde hücrelerde meydana gelebilecek hasarın büyük ölçüde engellendiği ve tuz stresinin hücresel boyutta oluşturabilecek zararlanmayı önlediği düşünülmektedir.

Tuz stresi bitkiyi doğrudan öldürebileceği gibi, bitkinin tuza toleransı ve ortamın tuz konsantrasyonuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, yaşlı yapraklardan başlayan klorofil ve membran parçalanmasına, yani kloroz ve nekrozlara neden olmaktadır. Santos (2004), klorofil içeriğindeki azalmanın klorofil degradasyonundaki artma veya klorofil sentezindeki azalmadan kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Farklı türlerde gerçekleştirilen (hıyar, buğday, ayçiçeği) çalışmalarda klorofil içeriğinde tuz stresi ile birlikte azalma meydana geldiğin belirlenmiştir (Khan *et al.* 2013, Ghassemi-Golezani and Hosseinzadeh-Mahootchi, Shah *et al.* 2015). Kavunda 4 farklı genotipin yer aldığı çalışmada, tuz stresi klorofil oranında azalmaya neden olmuş, kontrol bitkilerine oranla bu azalma ortalama olarak %43 bulunmuştur. Ortaya çıkan değişim hassas olan genotiplerde daha belirgin gerçekleşmiştir. Dineshkumar *et al.* (2018) mikrolag gibi biyogübrelerin kullanımı bitkilerin klorofil içeriği için önemli olan N, P ve K alımının artış göstererek bitkilerde ile bitkilerde klorofil içeriğinin de arttığını ifade etmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada mikrolag uygulaması karşısında klorofil içeriğinde ortaya çıkan azalma kontrol bitkilerine oranla %38 bulunurken; tuz stresi ile karşılaştırıldığında % 35 oranında artış sağlandığı tespit edilmiştir.

Tuz stresi koşullarında yetiştirilen kavun genotiplerinin tümünde Na içeriği değişen oranlarda artış göstermiştir. Bununla birlikte 200 mM NaCl uygulaması karşısında CU252 ve CU40 genotiplerinin bünyelerine daha fazla Na iyonunu aldığı; CU196 ve CU159 genotiplerinin ise bu konuda seçici davrandığı belirlenmiştir. Munns (2005), tuza tolerant olan bitkilerin, hassas olanlara göre bünyelerine daha düşük oranlarda Na ve Cl iyonu aldıklarını, bu toksik iyonların vakuollerde biriktirilerek hücre duvarı ve sitoplazmada oluşabilecek yıkımların engellendiğini ifade etmiştir. Kuşvuran vd. (2007), bamyada yaptıkları tuzluluk çalışmasında, bazı genotiplerin bünyelerine yüksek miktarda Na iyonu almasına rağmen düşük skala değeri aldıkları ve bu genotiplerin

"Na-kabullenen" genotipler olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bazı genotiplerin bünyelerinden Na iyonunu uzak tutarak tuz stresinden korundukları, bu genotiplerin ise "Na-sakınan" olarak sınıflandırılabileceğini belirtmişlerdir. Yüksek tuz konsantrasyonlarının hücrede meydana getirdiği olumsuzlukların nedenleri arasında Na ve Cl iyonlarının yüksek konsantrasyonu ile oluşan iyon toksisitesi yer almaktadır. Çalışmada yer alan kavun genotiplerinde tuz stresi ile birlikte Cl iyon konsantrasyonunda artış olmakla birlikte bu artış özellikle tolerant genotiplerde daha az oranda Cl iyonu değerine sahip oldukları görülmüştür. Tuz stresi koşullarında büyümesindeki azalmanın en önemli kritik nedenlerinden birisi de bitki bünyesine gereğinden fazla biriken klor iyonu konsantrasyonu olduğunu vurgulayan Kıran vd. (2015), patlıcanda 100 mM NaCl uygulaması sonucu yeşil aksamda Cl- iyon içeriğinde artışı olduğunu, bu artışın çeşit ve genotipler arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Pinero *et al.* (2016) ve Baath *et al.* (2017) biberde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında da tuz stresinin toksik Cl iyonu birikimine yol açtığı ifade edilmiştir.

Farklı kavun genotiplerinin yer aldığı çalışmada, tuz stresi, yeşil aksam K iyon konsantrasyonunun azalmasına neden olmuştur. Genotipler ortalamasına bakıldığında tuz stresinde K iyon konsantrasyonunda kontrol bitkilerine oranla %48 oranında bir azalma meydana geldiği saptanmıştır. Tuz stresi karşında bitkiler ozmotik dengeyi inorganik iyonların yardımı ile sağlamaktadırlar. Bitkiler, K'un aktif absorbsiyon ile alınması ve birikimi ile hücre içerisindeki ozmotik potansiyelin artmasını ve hücreye daha fazla su girişini sağlamaktadırlar (Koç 2005). Bu nedenle hücre içerisinde ozmotik dengenin korunmasında K konsantrasyonunun önemi büyüktür. Tuz stresinin en önemli olumsuz etkilerinden biri de bitki bünyesinde meydana gelen, büyüme ve gelişmeyi de olumsuz etkileyen iyon dengesinde oluşan aksaklıklardır. Na miktarında meydana gelen artış, genellikle ozmotik regülasyonu ve besin dengesini bozarak spesifik iyon toksisitesine girmekte, iyonik çaplarının ve elektriksel yüklerinin benzerliği nedeniyle K iyonu ile rekabete girerek bu iyonun alımını da engellemektedir (Levitt 1980). Hu and Schimidhalter (2005), tuz stresinde su eksikliği nedeniyle turgor basıncında azalmanın meydana geldiğini ifade etmiştir. Nitekim Kuşvuran (2010) kavunda ve Kuşvuran vd.

(2015) mısırda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında tuz stresine bağlı olarak K iyon alımının sınırlandığı ifade edilmiş, Lima *et al.* (2018) bu durumun özellikle tuz stresi koşullarında sitoplazmadaki K içeriğindeki azalmanın, kök plasma membranlerındaki depolarizasyon ve reaktif oksijen türevlerinin K iyonunun hücre dışına sızmasına neden olacak kanalları aktive etmesine bağlı olabileceğini vurgulamıştır.

Bitki hücresinde devam eden iyon taşınımı tek değerli (K, Na) ve çift değerli (Ca) katyonlar arasındaki denge ile sürdürülmektedir. Tek değerli katyonların konsantrasyonunda meydana gelen artış, iyon taşınım dengesini değiştirerek hücre geçirgenliğinin bozulmasına ve hücrenin zararlanmasına neden olmaktadır (Karanlık 2001). Tuz stresi kavun bitkilerinin yeşil aksam Ca konsantrasyonunda azalmaya neden olmuştur. Tuz stresi sonucu meydana gelen kuraklık stresi, kök hücrelerinden başlayarak diğer doku ve organlara besin maddesi akışının azalmasına, böylece faklı dokularda besin elementi eksikliklerinin meydana gelmesine neden olmaktadır. Su eksikliği dokularda Ca konsantrasyonunun azalmasına neden olmaktadır. Ca iyonun ksilemde taşınması ve floemdeki hareketliliğinin sınırlı olması, suyun kısıtlı olduğu durumlarda taşınımının da sınırlanmasına neden olmaktadır (Kiegle *et al.* 2000). Bu azalma respirasyon ve fotosentez gibi metabolik olaylar dışında enzim aktivitelerinde meydana gelen aksaklıklar nedeniyle membran geçirgenliğinin azalmasına, ozmotik dengenin bozulmasına ve sonuçta bitki büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara neden olmaktadır (Kuşvuran 2010). Kıran vd. (2015), NaCl'ün bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azalttığını, kalsiyum yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olduğunu, patlıcanda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında da benzer şekilde tuz stresi koşullarında Ca iyon içeriğinde kontrol bitkilerine oranla azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Hand *et al.* (2017) biberde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında Ca iyon konsantrasyonun artan tuz düzeyine bağlı olarak azaldığını, Na ve Cl iyonlarının toksik etkisi nedeniyle K, Ca, ve Mg gibi diğer mineral maddelerin alımındaki azalma ile birlikte iyonik dengesizliklerin ortaya çıktığını bildirmiştir.

Çalışmamızda mikroalg uygulamaları Na ve Cl toksik iyonlarının alımını %25-34 oranında azaltmıştır. Bununla birlikte tuz stresi koşullarında ortalama olarak K ve Ca

iyon içeriği %28-48 oranında azalırken; mikroalg uygulaması ile birlikte bu oran %6-11 düzeyinde kalmıştır. Mikroalg türlerinin en önemli özellikleri arasında bitkide kuvvetli kök gelişimini sağlayarak bitkinin ortamdan daha fazla besin maddesi ve su almasına olanak sağlamasıdır. Bunun yanı sıra bitkide klorofil oluşumunu hızlandırmakta böylece fotosentez miktarında da artış sağlanmakta, böylece bitki bünyesinde daha fazla karbonhidrat, protein gibi maddelerin sentezlenmektedir. Sentezlenen bu maddeler bitkilerin olumsuz çevre koşullarına toleransını da artırmaktadır. Yine mikroalgler, toprakta bitki tarafından alınamayan özellikle makro elementleri şelat formuna sokarak bitkinin en yüksek oranda almasını ve bunların bitkide dengeli hale gelmesine; makro ve mikro besin elementlerinin topraktan dengeli olarak ve uzun süreli alınmasını sağlayarak verimin ve ürün kalitesinin artmasına katkıda bulunmaktadır (Zenova *et al.* 1995, Önalan 2011). Taha and Youssef (2015) *Chlorella vulgaris* türünün makro ve mikro besin elementleri ile karbonhidrat ve protein gibi maddeler bakımından zengin olduğunu; mısırda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında mikroalg uygulamasının bitkide beslenme durumunu dengeleyerek büyüme ve gelişmeyi olumlu etkilediğini vurgulamışlardır. El-Baky *et al.* (2008) buğdayda tuz stresi koşullarında Na iyon konsantrasyounda artış meydana gelirken; Ca iyon içeriği bakımından azalma görüldüğünü ifade etmiştir. Araştırıcılar alg uygulamasının Na alımını sınırlandırdığını bildirmiş; Atar ve Alçiçek (2009) *Chlorella*'nın tek hücreli yapısının; vitamin, protein, mineral, amino asitler, nükleik asitler (RNA,DNA), temel yağ asitleri, enzimler ve karotenoidlerin yoğun bir kaynağı olmasına büyük bir avantaj sağladığını ifade etmektedir. Li *et al.* (2007) mikroalgin antioksidantları içerdiğini belirtmiş; El-Baky *et al.* (2008) ise buğdayda Na alımının sınırlandırılması, osmotik regülasyonun sağlanmasında mikroalglerin antioksidant içerikleri sayesinde oksidatif hasarın önlenebildiğini belirtmiştir.

Çalışma sonucunda;

1. Tuz stresi koşullarında mikroalg uygulaması bitki büyüme parametreleri bakımından tuzun zararlı etkisini hafifletici rol oynamıştır.

2. Stres koşullarında (200 mM NaCl) toksik Na ve Cl iyonlarında artış görülürken; K ve Ca iyon alımı değişen oranlarda azalma göstermiştir. Ancak 200 mM NaCl+mikroalg uygulaması Na ve Cl iyonlarının alımını önemli düzeyde sınırlandırmıştır. Buna bağlı olarak K ve Ca iyon içeriği bitki bünyesinde korunabilmiştir.
3. Kavunda tuz stresi koşullarında biyogübre olarak mikroalg kullanımının, stresin olumsuz etkilerini azaltacağı kanaatine varılmıştır.
4. Çalışmanın arazi koşullarında verime yönelik yapılması mikroalg kullanımının etkinliğinin daha iyi anlaşılmasına imkan sağlayabilecektir.
5. Bio-gübre olarak mikroalg kullanımının sürdürülebilir tarım açısından çevreci, doğayı koruyan ve kimyasal gübre kullanımı nedeniyle ortaya çıkan olumsuzlukları ortadan kaldırabilecek alternatif bir uygulama olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abd El Moniem, E. A. and Abd-Allah, A. S. E. 2008. Effect of green alga cells extract as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of superior grapevines. J. Agric. Environ. Sci., 4, 427-433.

Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J. and Hernandez, J. A. 2017. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. Agronomy, 7(1), 18.

Afzal, M., Ahmad, A., Alderfasi, A. A., Ghoneim, A. and Saqib, M. 2014. Physiological tolerance and cation accumulation of different genotypes of *Capsicum annuum* under varying salinity stress. Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences, 4(1), 39-49.

Ahmadi, A., Emam, Y. and Pessarakli, M. 2009. Response of various cultivars of wheat and maize to salinity stress. Journal of Food, Agriculture Environment, 7(1), 123-128.

Aktas, H. Abak, K., Öztürk, L. and Cakmak, İ. 2006. Effect of zinc supply on growth and shoot concentrations of sodium and potassium in pepper plants under salinity stress. Tr. J. Agriculture and Forestry, 30, 407–412.

Anonim 2017. FAO Agricultural Statistical Database. http://faostat.org

Anonim 2019. http://www.dengetarim.com.tr.

Asraf, M. 1999. Breeding for salinity tolerance proteins in plants. Crit. Rev. Plant Sci., 13, 17-42.

Atar, H.H. ve Alçiçek, Z. 2009. Seafood consumption and health. TAF Preventive Medical Bulletin, 8 (2); 173-176.

Aydöner, G. 2011. Sera topraksız domates yetiştiriciliğinde mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 89s.

Baath, G.S., Shukla, M.K., Bosland, P.W., Steiner, R. L. and Walker, S.J. 2017. Irrigation water salinity influences at various growth stages of *Capsicum annuum*. Agricultural Water Management, 179, 246-253.

Bai N. R., Christi R. M. and Kala , T. C. 2011. Effect of seaweed concentrate of padina pavonia on the growth and yield of a pulse crop. Plant Archives, 11(1), 117-120.

Bohra, J. S. and Doffling, K. 1993. Potassium nutration of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. Plant and Soil, 152; 299-303.

Bonılla, I., El-Hamdaoui, A. and Bolanos, L. 2004. Boron and calcium increase Pisum sativum seed germination and seedling development under salt stress. Plant Soil, 267(1-2), 97-107.

Borowitzka, M.A. 1999. Commercial production of microalgae: ponds, tanks, and fermenters. In Progress in Industrial Microbiology, 35, 313-321.

Boyer, J. S. 1982. Plant productivity and environment. Science. 218(4571), 443-448.

Calvo, P., Nelson, L. and Kloepper, J.W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil, 383(1-2), 3-41.

Chokshi, K., Pancha, I., Ghosh, A. and Mishra, S. 2017. Salinity induced oxi- dative stress alters the physiological responses and improves the biofuel potential of green microalgae *Acutodesmus dimorphus*. Bioresources and Technology, 244, 1376–1383

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.

Daşgan, H.Y. ve Abak, K. 1999. Topraksız kültür kavun yetiştiriciliğinde azot ve potasyum düzeyleri ile farklı substratların verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri Ankara. 310-314.

Daşgan, H.Y., Aktaş, H., Abak, K. and Çakmak, I. 2002. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. Plant Science, 163, 695-703.

Demir, N., Dural, B. and Yildirim, K. 2006. Effect of seaweed suspensions on seed germination of tomato, pepper and aubergine. J Biol Sci., 6(6), 1130-1133.

Dineshkumar, R., Kumaravel, R., Gopalsamy, J., Sikder, M. N. A. and Sampathkumar, P. 2018. Microalgae as bio-fertilizers for rice growth and seed yield productivity. Waste and Biomass Valorization, 9(5), 793-800.

Dlugokecka, E. and Kacperska-Palacz, A. 1978. Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injury. Biologia Plantarum (Prague), 20, 262–267.

El-Baky, H.H.A., Hussein, M.M., and El-Baroty, G.S. 2008. Algal extracts improve antioxidant defense abilities and salt tolerance of wheat plant irrigated with sea water. African Journal of Biochemistry Research, 2(7), 151-164.

El-Mogy, M. M., Garchery, C. and Stevens, R. 2018. Irrigation with salt water affects growth, yield, fruit quality, storability and marker-gene expression in cherry tomato. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil and Plant Science. 68(8), 727-737.

Eshghi, S., Zare, M., Jamali, B., Gharaghani, A. and Farahi, M.H. 2013. Vegetative and reproductive parameters of 'Selva' strawberry as influenced by Algaren, Drin and green hum foliar application. Ag. Commun., 1, 27–32.

Faheed, A.F. and Abd-El Fattah, Z. 2008. Effect of *Chlorella vulgaris* as biofertilizer on growth parameters and metabolic aspects of lettuce plant. J. Agric. Soc. Sci., 4(4), 165–169.

Fan, S. and Blake, T. 1994. Abscisic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements. Physiologıa Plantarum, 90, 414-419.

Farhangi-Abriz, S. and Torabian, S. 2017. Antioxidant enzyme and osmotic adjustment changes in bean seedlings as affected by biochar under salt stress. Ecotoxicology and environmental safety, 137, 64-70.

Faroq, S. and Azam, F. 2006. The use of cell membrane stability (Cms) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. Journal of Plant Physiology, 163, 629-637.

Ghars, M. A., Parre, E., Debez, A., Bordenave, M., Richard, L., Leport, L. and Abdelly, C. 2008. Comparative salt tolerance analysis between Arabidopsis thaliana and *Thellungiella halophila*, with special emphasis on K+/Na+ selectivity and proline accumulation. Journal of Plant Physiology, 165(6), 588-599.

Ghassemi-Golezani, K. and Hosseinzadeh-Mahootchi, A. 2015. Improving physiological performance of safflower under salt stress by application of salicylic acid and jasmonic acid. Walia J., 31, 104-109.

Goreta, S., Bucevic-Popovic, V., Selak, G. V., Pavela-Vrancic, M. and Perica, S. 2008. Vegetative growth, superoxide dismutase activity and ion concentration of salt-

stressed watermelon as influenced by rootstock. The Journal of Agricultural Science, 146(6), 695-704.
Güneş, A., Turan, M., Şahin, F. ve Haliloğlu, K. 2008. Organik Tarımda Biyogübrelerin Kullanımı. 5 s.
Hand, M., Taffouo, V. D., Nouck, A. E., Nyemene, K. P., Tonfack, B., Meguekam, T. L. and Youmbı, E. 2017. Effects of salt stress on plant growth, nutrient partitioning, chlorophyll content, leaf relative water content, accumulation of osmolytes and antioxidant compounds in pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 45(2), 481-490.
Hassen, A., Maher, S. and Cherif, H. 2014. Effect of salt stress (NaCl) on germination and early seedling parameters of three pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.). Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 10(1), 14-25.
Hu, Y. and Schmıdhalter, U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. J. Plant Nutr. Soil Sci., 168, 541–549.
Jensen, B. 1987. Chlorella: Gem of the Orient. Bernard Jensen, California, 221- 227.
Johnson, C.M. and Ulrich, A. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. California Agricultural Experiment Station. Bull. 766.
Ju, I., Wj, B., Md, S., Ia, O. and Oj, E. 2018. A review: Biofertilizer-A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. Journal of Microbiology and Biotechnology Reports, 2(2), 22-28.
Kaouther, Z., Nina, H., Rezwan, A. and Cherif, H. 2013. Evaluation of salt tolerance (NaCl) in Tunisian chili pepper (*Capsicum frutescens L.*) on growth, mineral analysis and solutes synthesis. Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 9(1), 209-228.
Karaçal, İ. ve Tüfenkçi, Ş. 2010. Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi. Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Kongre, 257-268.
Karanlık, S. 2001. Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 123 sayfa.
Karaoğlu, M. ve Yalçın, A.M. 2018. Toprak tuzluluğu ve Iğdır Ovası örneği. Journal of Agriculture, 1(1), 27-41.
Kendirli, B. ve Benli, B. 2001. Türkiye'de su kalitesinin izleme ve değerlendirilmesi. Ziraat Mühendisliği Dergisi, 331, 14-24.
Khan, M.M., Al-Mas'oudi, R.S., Al-Said, F. and Khan, I. 2013. Salinity effects on growth, electrolyte leakage, chlorophyll content and lipid peroxidation in cucumber (*Cucumis sativus* L.). In International Conference on Food and Agricultural Sciences, 55 (5), 28-32.
Kiegle, E., Moore, C A., Haseloff, J., Tester, M.A. and Knight, M.R. 2000. Cell-type-specific calcium responses to drought, salt and cold in the Arabidopsis root. The Plant Journal, 23(2), 267-278.
Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H. ve Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2015. Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması.Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi (TABAD), 8(1), 20-30.
Koç, S. 2005. Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi.Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 87 s.

Koru, E., Cirik, S., Turan, G., Tekoğul, H., Karacalar, U. ve Seyhaneyıldız, Ş. 2005. Bazı ekonomik alg türlerinin üretim teknolojilerinin geliştirilmesi. Üniversite-sanayici işbirliği projesi, İzmir, 146s.

Koyro, H.W. 2006. Effect of salinity of growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.). Environ. Exp. Bot., 56, 136–146.

Kuşvuran, A., Kiran, S.U., Nazlı, R.I. and Kusvuran S. 2015. Morphological response and ion regulation in maize (*Zea mays* L.) varieties under salt stress. Fresenius Environmental Bulletin, 24(1), 124-131.

Kuşvuran, Ş. 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 356s.

Kusvuran, S. 2012. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo L.*). African Journal of Agricultural Research, 7 (5), 775-781.

Kusvuran, S. 2012. Ion regulation in different organs of melon (*Cucumis melo*) genotypes under salt stress. International Journal of Agriculture and Biology, 14 (1), 141-144.

Kuşvuran, Ş., 2004. Kavunda (*Cucumis melo* L.) Tuz Stresine Toleransın belirlenmesinde Antioksidant Enzim Ektivitesi ve Lipid Peraksidasyonundan Yararlanma Olankaları. Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Ens. , Yüksek Lisans Tezi 110s.

Kusvuran, S., Ellialtioglu, S. and Polat, Z. 2013. Applications of salt and drought stress on the antioxidative enzyme activities and malondialdehyde content in callus tissues of pumpkin genotypes. Journal of Food, Agriculture and Environment, 11(2), 496-500.

Kuşvuran, Ş., Üzen, N., Daşgan, H.Y. ve Abak, K. 2007. Farklı Bamya Genotiplerinin tuz Stresi Altında Göstermiş Oldukları Tepkilerin İncelenmesi. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum.

Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol.Ii, 2nd Ed. Academic Press, New York, 607

Li, H.B., Cheng, K.W., Wong, C.C., Fan, K.W., Chen, F. and Jiang, Y. 2007. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. Food chemistry, 102(3), 771-776.

Lima, N.D.S., Silva, Ê.F.D., Menezes, D., Camara, T.R. and Willadino, L.G. 2018. Fruİt yİeld and nutritional characteristics of sweet pepper grown under salt stress in hydroponic system. Revista Caatinga, 31(2), 297-305.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. Edn. Academic Pres.

Monıem, E.A.A., Abd-Allah, A.S.E. and Ahmed, M.A. 2008 The combined effect of organic manures. mineral n fertilizers and algal cells extract on yield and fruit quality of williams banana plants. American Eurasian J.Agric. ve Environ. Sci., 4 (4), 417-426

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stres. Plant Cell Environment. 25, 239-250.

Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: Bringing them together. New Phytol. 167, 645-663.

Nimbolkar, P.K., Kurian, R.M., Upreti, K.K., Laxman, R.H. and Varalakshmi, L.R. 2018. Seed germination and seedling growth responses of polyembryonic mango (*Mangifera indica L.*) genotypes to salinity stress. IJCS, 6(2), 3641-3648.

Niu, M., Xie, J., Sun, J., Huang, Y., Kong, Q., Nawaz, M. A. and Bie, Z. 2017. A shoot based Na+ tolerance mechanism observed in pumpkin An important consideration for screening salt tolerant rootstocks. Scientia horticulturae, 218, 38-47.

Önalan, S.K. 2011. Organik silajlık mısır bitkisi (*Zea mays* L.)'nin metabolik özellikleri ve büyüme parametreleri üzerine gübre olarak *Chlorella vulgaris* kullanımının etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst, İzmir, 112s.

Özdemir, S. 2014. Sera organik domates yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris* Beyerinck (Beijerinck)' in Biyogübre Olarak Kullanımının Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst, İzmir. 91s.

Özdemir, S., Sukatar, A. ve Öztekin, G. B. 2016. Chlorella vulgaris Üretimi ve Sera Organik domates yetiştiriciliğinde biyogübre olarak kullanımının etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 22(4), 596-605.

Paliwal, C., Mitra, M., Bhayani, K., Bharadwaj, S. V., Ghosh, T., Dubey, S. and Mishra, S. 2017. Abiotic stresses as tools for metabolites in microalgae. Bioresource Technology, 244, 1216-1226.

Phang, S.M. 1992. Role of algae in livestock-fish integrated farming system. (Editors , T.K. Mukherjee; P.S. Moi; J.M., Panandam and Y.S. Yang). Proceedings of The FAO/IPT Workshop on Integrated Livestock-Fish Production System; 16-20 Dec., 1992, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia, 49-56.

Pinero, M. C., Pérez-Jiménez, M., López-Marín, J. and del Amor, F.M. 2016. Changes in the salinity tolerance of sweet pepper plants as affected by nitrogen form and high CO_2 concentration. Journal of Plant Physiology, 200, 18-27.

Righini, H., Roberti, R., & Baraldi, E. 2018. Use of algae in strawberry management. Journal of Applied Phycology,1-14.

Sanchez, F.J., Andres, E.F., TenorIo, J.L. and Ayerbe, L. 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjectedto water stres. Field Crops Research, 86, 81-90.

Santos, C.V. 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. Scientia Horticulturae, 103(1), 93-99.

Sarabi, B., Bolandnazar, S., Ghaderi, N. and Ghashghaie, J. 2017. Genotypic differences in physiological and biochemical responses to salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: Prospects for selection of salt tolerant landraces. Plant Physiology and Biochemistry, 119, 294-311.

Schroder, F.G. and Lieth, J.H. 2002. Irrigation control in hydroponics. In: Savvas D, Passam P (Eds) Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications. Athens, Greece, 263-269.

Sevengor, S., Yasar, F., Kusvuran, S. and Ellialtıoglu, S. 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. African Journal of Agricultural Research, 6(21), 4920-4924.

Shaaban, M.M. 2001. Nutritional status and growth of maize plants as affected by green microalgae as soil additives. Online Journal of Biological Sciences, 1(6), 475-479.

Singh, A., Singh, S. P. and Bamezai, R. 1998. Perinatal influence of *Chlorella vulgaris* (E-25) on hepatic drug metabolizing enzymes and lipid peroxidation. Anticancer research, 18(3A), 1509-1514.

Sohrabi, S., Ebadi, A., Jalali, S. and Salami, S. A. 2017. Enhanced values of various physiological traits and VvNAC1 gene expression showing better salinity stress tolerance in some grapevine cultivars as well as rootstocks. Scientia Horticulturae, 225, 317-326.

Solomon, E. P., Berg, L.R. and Martin, D.W. 1999. Biology 5th ed. Fort Worth: Saunders Collage Publishing.

Stepien, P. and Johnson, G.N. 2009. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte Arabidopsis and the halophyte Thellungiella: Role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink. Plant Physiol., 149, 1154–1165.

Taha, T. M. and Youssef, M. A. 2015. Improvement of growth parameters of Zea mays and properties of soil inoculated with two Chlorella species. Rep Opin., 7(8), 22-27.

Takahashi, F. andShinozaki, K. 2019. Long-distance signaling in plant stress response. Current opinion in plant biology, 47, 106-111.

Tang, X., Mu, X., Shao, H., Wang, H. and Brestic, M. 2015. Global plant-responding mechanisms to salt stress: Physiological and molecular levels and implications in biotechnology. Crit. Rev. Biotechnol., 35, 425–437.

Van Oosten, M.J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S. and Maggio, A. 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 4(1), 1-12.

Villora, G., Pulgar, G., Moreno, D. A. and Romero, L. 1997. Effect of salinity treatments on nutrient concentration in zucchini plants (*Cucurbita pepo* L. var. *moschata*). Australian Journal of Experimental Agriculture, 37(5), 605-608.

Wu, G.Q., Feng, R.J., Li, S.J. and Du, Y.Y. 2017. Exogenous application of proline alleviates salt-induced toxicity in sainfoin seedlings. The Journal of Animal and Plant Sciences, 27(1), 246-251.

Yakupoğlu, T. ve Özdemir, N. 2007. Tuzluluk Ve Alkaliliğin Toprağin Bazi Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 22(1), 132-138.

Yamauchi, Y. 2018. Integrated Chemical Control of Abiotic Stress Tolerance Using Biostimulants. Book chapter: Plant, Abiotic Stress and Responses to Climate Change. http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.74214

Yang, Y. and Guo, Y. 2018. Elucidating the molecular mechanisms mediating plant salt-stress responses. New Phytologist, 217(2), 523-539.

Zenova, G.M., Shtina, E.A., Dedysh, S.N., Glagoleva, O.B. Likhacheva, A.A. and Gracheva, T.A. 1995. Ecological relations of algae in biocenoses, Mikrobiologia, 64, 121-133.

ÖZGEÇMİŞ

Adı - Soyadı	: Ümmehan TÜRKMEN TUNA
Doğum Yeri	: Çankırı
Doğum Tarihi	: 09.02.1991
Medeni Hali	: Evli
Yabancı Dil	: İngilizce
Adres	: Buğday Pazarı Mah. Esentepe Cad. 1/15 Çankırı
Telefon	: 0554 833 95 53
E- posta	: turkmenummehan@gmail.com

Öğrenim Durumu ve Yıl

Lise	: Çankırı Anadolu Lisesi	2005-2009
Lisans	: Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği	2010-2014
Yüksek Lisans	: Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım ve Yaşam Bilimleri	2016-2019

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü:	2015-2017
Çankırı Orman Fidanlık Müdürlüğü:	2018-2019

Yayınlar

- Tuna Türkmen, U., Kaya, E. ve Kuşvuran, Ş. 2018. Kavunda mikroalg (*Chlorella vulgaris* Beijerinck) kullanımının genç bitki aşamasında tuza tolerans üzerindeki etkileri. II. International Scientific and Vocational Studies Congress, 5-7 July, 2018, Ürgüp, Nevşehir, TURKEY.