

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

**HÜMİK ASİTİN TUZ STRESİ ALTINDAKİ DOMATESTE
(*Solanum lycopersicum*) BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELER
VE GEN İFADELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Cansu URAL

**Danışman
Doç. Dr. Halime ÜNLÜ**

ISPARTA - 2020



© 2020 [Cansu URAL]

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

01/06/2020

Cansu URAL


.....

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Tuz Stresi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	5
2.2. Oksidatif Stres ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	10
2.3. Hümkik Asit ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	14
2.3.1. Tuz stresine karşı hümkik asit ile ilgili yapılmış çalışmalar	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Materyal	23
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Bitki yetiştiriciliği ve stres uygulamaları	23
3.2.2. Gövde/Kök uzunluğu ve gövde/kök yaş/kuru ağırlıklarının belirlenmesi	23
3.2.3. Prolin miktarının belirlenmesi.....	24
3.2.4. Malondialdehit (MDA) miktarının belirlenmesi.....	24
3.2.5. İyon sızıntısı	24
3.2.6. Klorofil miktarının belirlenmesi	25
3.2.7. Gen ifadelerinin incelenmesi.....	25
3.2.8. RNA izolasyonu	25
3.2.9. Yarı kantitatif ters transkripsiyon PCR.....	25
3.2.10. Verilerin istatistiki değerlendirilmesi	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1. Anatomik Etkiler	27
4.2. Fizyolojik Etkiler	32
4.3. Toplam RNA Eldesi.....	36
4.4. Hümkik Asitin ve Stres Uygulamalarının <i>EF-1</i> Gen İfadesi Üzerine Etkisi	36
4.5. Hümkik Asitin ve Stres Uygulamalarının <i>FeSOD</i> Gen İfadesi Üzerine Etkisi	37
4.6. Hümkik Asitin ve Stres Uygulamalarının <i>APX1</i> Gen İfadesi Üzerine Etkisi	39
4.7. Hümkik Asitin ve Stres Uygulamalarının <i>CAT2</i> Gen İfadesi Üzerine Etkisi	41
4.8. Hümkik Asitin ve Stres Uygulamalarının <i>GR1</i> Gen İfadesi Üzerine Etkisi	43
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	62

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HÜMİK ASİTİN TUZ STRESİ ALTINDAKİ DOMATESTE (*Solanum lycopersicum*) BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELER VE GEN İFADELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Cansu URAL

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Halime ÜNLÜ

Bu çalışma domates bitkisinde tuz stresinin etkisini belirlemek ve tuz stresi üzerinde hümit asit uygulamasının etkilerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Kayra F₁ domates çeşidine ait bitkiler 150 mM NaCl dozuna maruz bırakılmış ve 3 ml/l olacak şekilde hümit asit uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada gövde yaş-kuru ağırlığı, kök yaş-kuru ağırlığı, gövde-kök uzunluğu, prolin, klorofil, MDA ve iyon sızıntısı miktarları ile *CAT*, *SOD*, *GR* ve *APX* gibi antioksidatif enzim gen ifadeleri incelenmiştir.

Çalışma sonucunda tuz+hümit asit uygulamasının tuz uygulaması ile kıyaslandığında gövde yaş/kuru ağırlığı, kök yaş/kuru ağırlığı, gövde/kök uzunluğu ve klorofil değerlerinde önemli düzeylerde artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, tuz uygulanan bitkilere hümit asit uygulanması ile iyon sızıntısı, MDA ve prolin değerlerinde azalmalar meydana geldiği saptanmıştır. Bu parametreler incelendiğinde tuz uygulamasının olumsuz etkilerine karşılık hümit asit uygulamasının olumlu etkisi gözlemlenmiştir.

Çalışmada antioksidatif enzim gen ifadeleri değerlendirildiğinde, tuz stresi altındaki bitkilere hümit asit uygulamasının *SOD* gen ifadesinde farklılık oluşturmazken *APX* gen ifadesini artırdığı, *CAT* ve *GR* gen ifadelerini ise azalttığı saptanmıştır. Bu sonuçlar hümit asit uygulamasının stres ile ilişkili antioksidatif enzim genleri ve tolerans mekanizmaları üzerinde etkili olduğu ve bu etkinin olumlu olabileceği görülmüştür.

Sonuç olarak, tuz stresinin yaşandığı koşullarda bitkilere uygulanacak olan hümit asitin tuz stresini azaltmada etkin rol oynayabileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, Tuz stresi, Hümit asit, Gen ifadesi

2020, 62 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EFFECT OF HUMIC ACID ON SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND GENE EXPRESSIONS IN TOMATO (*Solanum lycopersicum*) UNDER SALT STRESS

Cansu URAL

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Agricultural Biotechnology**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Halime ÜNLÜ

This study was carried out to determine the effect of salt stress on tomato plants and to demonstrate the effects of humic acid application on salt stress. For this purpose, plants belonging to Kayra F₁ tomato variety were exposed to a dose of 150 mM NaCl and humic acid application was performed as 3 ml/l. In the study, shoot fresh/dry weight, root fresh/dry weight, shoot/root length, proline, chlorophyll, MDA, ion leakage amounts, antioxidative enzyme gene expressions such as *CAT*, *SOD*, *GR* and *APX* were investigated.

As a result of the study, it was determined that the application of salt+humic acid compared to the salt application caused a significant increase in shoot fresh/dry weight, root fresh/dry weight, shoot/root length and chlorophyll values. In addition, it was found that ion leakage, MDA and proline values decreased by applying humic acid to salt treated plants. When these parameters are examined, the positive effect of humic acid application was observed against the negative effects of salt application.

When antioxidative enzyme gene expressions were evaluated in the study, it was found that application of humic acid to plants under salt stress did not make any difference in *SOD* gene expression while increasing *APX* gene expression and decreasing *CAT* and *GR* gene expression. These results showed that humic acid application is effective on stress-related antioxidative enzyme genes and tolerance mechanisms and that this effect may be positive.

As a result, it was concluded that humic acid, which will be applied to plants under salt stress conditions, can play an effective role in reducing salt stress.

Key Words: Tomato, Salt stress, Humic acid, Gene expression

2020, 62 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca beni her zaman motive eden, yönlendiren ve çalışma süresince değerli bilgileriyle bana ışık tutan ve karşılaştığım zorlukları fikir ve tecrübeleri ile aşmamda yardımcı olan danışman hocam Doç. Dr. Halime ÜNLÜ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince, ikinci bir danışman gibi bilimsel düşüncelerini büyük bir içtenlikle benimle paylaşan ve çalışmamı yürütmem için laboratuvarını kullanmama izin veren sayın Doç. Dr. Ufuk ÇELİKKOL AKÇAY' a teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarında tezimin her aşamasında değerli yardımları ve her türlü desteği için Dr. İbrahim Ertan ERKAN'a, özel dostluğu, tüm katkı ve eşsiz yardımları için değerli arkadaşım Zir. Müh. Esra AYTAÇ'a ayrıca teşekkür ederim.

Tüm yaşamım boyunca olduğu gibi yüksek lisans boyunca da sonsuz anlayış ve maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen babam Sezai URAL, annem Gülbahar URAL, kardeşim İbrahim Caner URAL'a sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Cansu URAL
ISPARTA, 2020

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Domatesin yayılışı	1
Şekil 2.1. Çevresel stres faktörleri	5
Şekil 4.1. Domates bitkisinde dört uygulama altında Total RNA bantları	36
Şekil 4.2. Domates bitkisinde dört uygulama altında <i>EF-1</i> gen ifadesi.....	37
Şekil 4.3. Domates bitkisinde total <i>EF-1</i> gen ifadesi.....	37
Şekil 4.4. Domates bitkisinde <i>FeSOD</i> gen ifadesi	38
Şekil 4.5. Domates bitkisinde total <i>FeSOD</i> gen ifadesi	38
Şekil 4.6. Domates bitkisinde <i>APX1</i> gen ifadesi.....	40
Şekil 4.7. Domates bitkisinde total <i>APX1</i> gen ifadesi.....	40
Şekil 4.8. Domates bitkisinde <i>CAT2</i> gen ifadesi.....	41
Şekil 4.9. Domates bitkisinde total <i>CAT2</i> gen ifadesi.....	42
Şekil 4.10. Domates bitkisinde <i>GR1</i> gen ifadesi.....	43
Şekil 4.11. Domates bitkisinde total <i>GR1</i> gen ifadesi.....	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Denemede gerçekleştirilen uygulamalar.....	23
Çizelge 3.2. PCR Basamak döngüleri ve zamanları	26
Çizelge 4.1. Uygulamaların domateste gövde yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkileri	27
Çizelge 4.2. Uygulamaların domateste kök yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkileri..	28
Çizelge 4.3. Uygulamaların domateste gövde ve kök uzunlukları üzerine etkileri ...	29
Çizelge 4.4. Uygulamaların domateste MDA, iyon sızıntısı, klorofil ve prolin üzerine etkileri	32

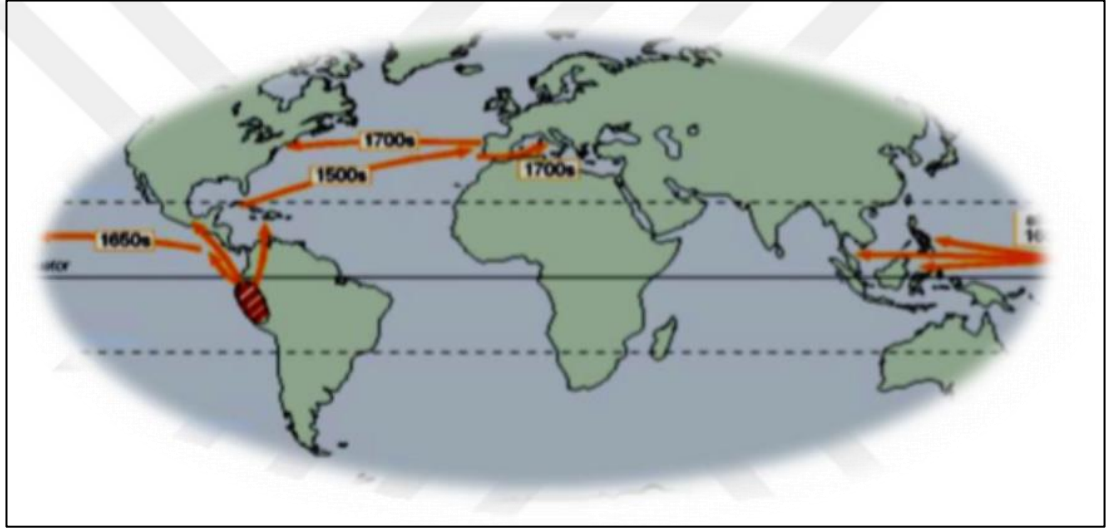


SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABA	Absisik asit
APX	Askorbat Peroksidaz
BBD	Bitki Büyüme Düzenleyicileri
CaCl ₂	Kalsiyum Klorür
CAT	Katalaz glutatyon redüktaz
EC	Elektriksel Kondüktivite
GA3	Giberellik Asit
GR	Glutatyon redüktaz
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
IAA	Indol-3-asetik asit
POX	Peroksidaz
PPM	Parts Per Million
RNA	Ribonükleik asit
SOD	Süperoksit dismutaz

1. GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum*), 3000'den fazla türü içeren Solanaceae ailesine aittir (Knapp, 2002). Domatesin kökeni And Dağlarına dayanmasına rağmen anavatanı Güney Amerika ülkelerinden olan Peru'dur. 15. yüzyılda Avrupa'ya gelişi Amerika'nın keşfinden sonra olmuştur. Domatesin yayılışı 17. yüzyılda Güney Amerika'dan Asya kıtasına olmuştur. 18. yüzyılda Avrupa'dan Kuzey Amerika'ya yayılmıştır. Günümüzde üretim ile tüketimi artmaya devam eden ve tüm dünyada yetiştirilen bir kültür bitkisidir. Domatesin ilk olarak Türkiye'ye gelişi ise 19. yüzyılda Fransa ve Suriye üzerinden gerçekleşmiştir (Şekil 1.1) (Al-Remi vd., 2018).



Şekil 1.1. Domatesin yayılışı

Domates insan sağlığına oldukça yararlı olan niacin, yağ, protein, potasyum, demir ve bol miktarda likopen ve β - karotenin yanı sıra A, B1, B, B6, C, K vitaminlerini önemli miktarlarda içermektedir. Taze tüketiminin dışında salça, domates suyu, çorba, ketçap, sos, kurutulmuş domates gibi farklı ürün olarak değerlendirilmektedir. Bu özelliklerinin yanı sıra lezzetinden dolayı da dünyanın birçok ülkesinde en çok tüketilen sebzelerdendir (Bergougnoux, 2014).

Dünyada yaygın olarak yetiştirilen bitkisel ürünlerin başında gelen domates toplam dünya üretimi 2018 yılı verilerine göre 182 258 016 ton'dur. Dünyada en fazla domates üretimi 61 631 582 ton ile Çin olup bu ülkeyi sırasıyla Hindistan (19 377 000 ton) ve 12 150 000 tonluk üretimi ile ülkemiz takip etmektedir (Anonim, 2020a).

2019 yılı verilerine göre Türkiye’de sofralık domates üretimi 1 191 772 dekar alanda 8 836 055 ton, salçalık domates üretimi ise 542 442 dekar alanda 4 005 935 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2020b).

Domates, yarı-kurak bölgelerde yetiştirilen oldukça önemli sera ve tarla bitkisidir. Bu bölgelerde, toprak ve sulama suyundaki tuzluluk domates üretiminde hem verimi hem de kaliteyi yüksek oranda etkilemektedir (Sekmen vd., 2005).

Dünyadaki toprakların yaklaşık %7’sinin, sulanan arazilerin en az %20’sinin bitki verimliliğini azaltarak tuzluluk stresinden etkilendiği bilinmektedir (Munns ve Tester, 2008). Bitki gelişiminin tüm aşamaları, tohum çimlenmesi, bitkisel büyüme ve üreme gibi olaylar tuzluluk stresine karşı tepki göstermekte ve sonuç olarak ciddi kayıplar meydana gelmektedir (Babu vd., 2012).

Tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik faktörlerden birisi tuzluluk stresidir. Tuzluluk, sebzelerin verimliliğini yüksek miktarda düşürmektedir. USDA (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı) raporunda belirtildiğine göre, diğer bitki türlerine göre domatesin tuzluluğa duyarlılığının orta dereceli olduğu görülmüştür. Tuz stresi üç aşamalı olarak; su potansiyelini düşürme, iyon dengesizliği ve toksik etki olarak meydana gelmektedir. Tuz stresi çimlenme, çimlenme hızı, kök/filiz kuruması ve kök ve filizdeki Na^+/K^+ gibi süreçleri etkilemektedir (Abogadallah, 2010).

Tuz stresine karşı bitkiler, metabolizma yan ürünü olarak oluşan reaktif oksijenleri yok etmede görev alan farklı antioksidan enzimleri ile enzimatik olmayan antioksidanların aktivitelerinin artırılması sonucunda, bitki büyüme düzenleyicileri (BBD) ile ozmolit sentezinin desteklenmesi, gen ifadesi ve iyon alımının düzenlenmesi, stres ile ilgili proteinlerin üretiminin artırılması gibi çeşitli stratejiler geliştirmektedirler (Yılmaz vd., 2011).

Bitkilerin maruz kaldığı; tuzluluk, kuraklık, su baskını, don stresi, herbisit uygulamaları gibi abiyotik ve biyotik stresler karşısında üretilen reaktif oksijen çeşitleri (ROS) membranlardaki yağlara, DNA’ya, proteinlere ve fotosentetik pigmentler gibi gerekli makromoleküllere zarar vermektedir (Ashraf ve Ali, 2008). Zararlı oksijen türevleri, biyotik ve abiyotik stres etmenleri ile artış göstermektedir.

Oksidatif stres (etki) reaktif oksijen türlerinin (hidrojen peroksit, süperoksit ve hidroksit radikalleri) oluşumuna neden olmaktadır. Bu radikaller plazma membranı, mitokondri, endoplazmik retikulum membranlarında oluşabilir (Kadıoğlu, 2004). Bitkiler dokularını bu zararlı serbest oksijen radikallerinin etkisinden korumak için bazı enzimleri ‘süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon redüktaz (GR), peroksidazlar’ ve antioksidanları (glutatyon, askorbik asit, tokoferoller, flavonoidler) oluşturduğu bilinmektedir (Van Assche ve Clijsters, 1990; Çelik ve Atak, 2012).

Topraklar için önemli bir sorun olan tuzluluk probleminin ortadan kaldırılmasına yönelik yapılan ıslah çalışmaları için uygulanmakta olan ıslah yöntemleri pahalı ve zaman alıcı yöntemler olduğu için çoğu zaman tercih edilmemektedir (Shannon, 1984). Bu nedenle tuzluluğun negatif etkisini ortadan kaldırmak amacıyla büyüme ortamına iyileştirici maddeler üzerinde durulmaktadır. Bunlar organik veya inorganik uygulamalar olabilir. Ancak son zamanlarda organik madde uygulamaları ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmıştır (Korkmaz vd., 2016). Kimyasal gübreler yerine son yıllarda hümik asit gibi organik gübreler tercih edilmektedir (Kabay, 2018). Organik maddelerden biri olan hümik asitin tuzluluk üzerine etkilerinin belirlenmesi amacı ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı konsantrasyonlarının kullanıldığı görülmektedir (Akıncı, 2017). Son zamanlarda kimyasal gübre kullanımının artışı, topraktaki humusu azaltarak bitkinin gübre alımını zorlaştırmıştır. Günümüzde modern tarımda toprakta organik maddeyi artırmak için hümik madde kullanımı önem kazanmıştır (Çelik, 2010).

Hümik maddeler genel anlamda toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyerek bitki gelişimine ve ekosistem dengesine katkıda bulunur (Özdemir, 2011). Hümik asitin yapısında bulunan fonksiyonel grupların metallerle bağ yapabilme özelliği ile topraklarda meydana gelen besin elementlerinin kayıplarını önleyerek uygulanan gübre miktarında bir azalma sağlamaktadır. Hümik asit kullanımıyla bitki gelişimini desteklemenin yanı sıra insan sağlığı da korunmuş olacaktır (Akıncı, 2011).

Bu çalışmada domatesin, tuz stresi altında değişen, kuru/yaş ağırlık, prolin, malondialdehit, klorofil miktarları, iyon sızıntısı, antioksidatif enzim genleri, hümik asit varlığında kontrol bitkilerle karşılaştırmalı olarak kök ve gövde dokularında incelenmiştir. Böylelikle tuz stresi altındaki hümik asit uygulamasının, domatesin

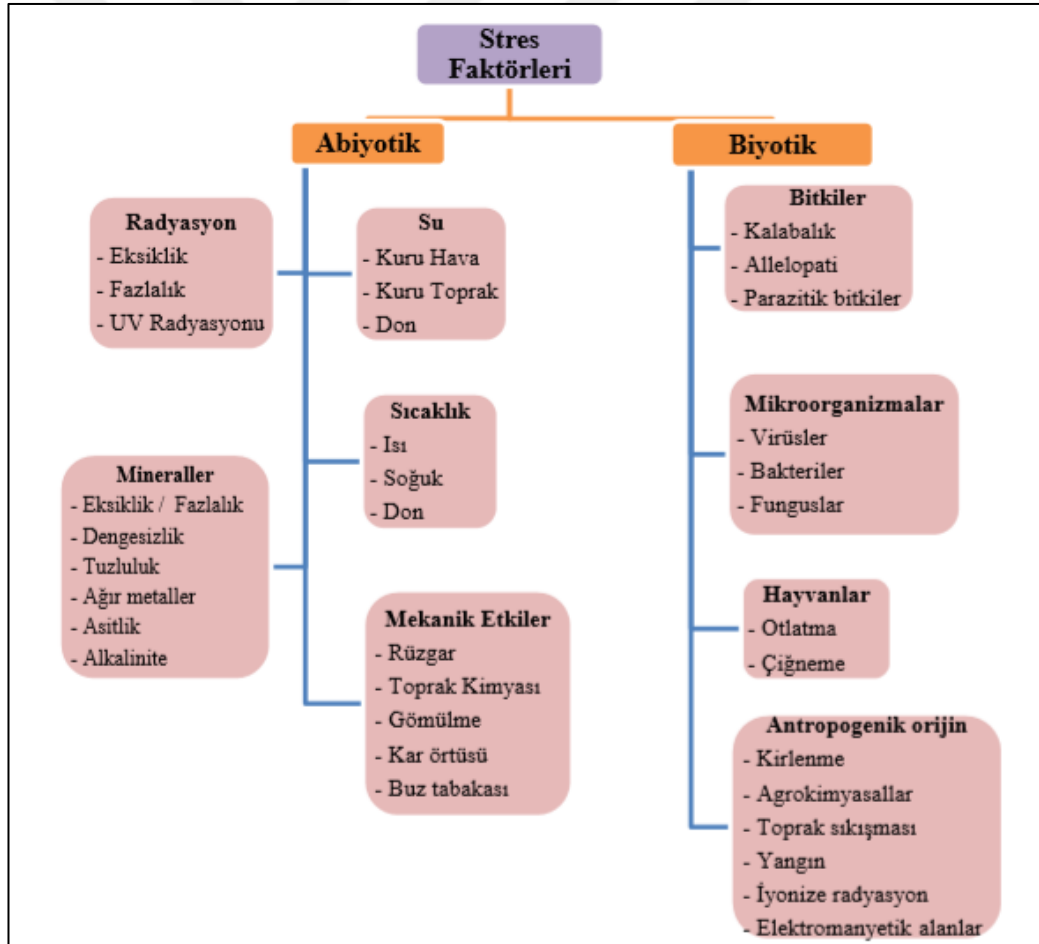
anatomik özellikleri, antioksidatif sistem bileşenleri ve beş farklı gen ifadesine etkisi karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Elde edilen verilerle, hümik asitin abiyotik stresle mücadele için tarımdaki potansiyel kullanımı değerlendirilmiş, ayrıca stres toleransı için domates ıslahında kullanım potansiyeli olan çeşitli moleküler mekanizmalar belirlenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Tuz Stresi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Ekosistemdeki canlı yaşamın sürdürülebilirliği için bitkiler temel üreticiler olup, besin elementlerini kullanarak canlıların yaşamları için gerekli olan besinleri üretmektedirler. Bununla birlikte erozyonu önlemede, canlılara beslenme ortamı sağlamada ekosisteme katkı sağlamaktadırlar. Bitkiler bu görevlerini yerine getirebilmeleri için adaptasyon sağlayabilecekleri çevre koşulları olmalıdır. Çevre koşullarının her türlü değişimi bitkilerin büyüme ve gelişimini etkilemektedir. Böylece bitkiyi her türlü olumsuz etkileyecek koşullar stres olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.1) (Eroğlu ve Tuna, 2016).



Şekil 2.1. Çevresel stres faktörleri (Larcher, 1995)

Stres faktörleri abiyotik ve biyotik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Abiyotik stres; su taşkını, soğuk, sıcak, tuzluluk, kuraklık, oksidatif stresler, ışık, radyasyon (UV), biyotik stresler ise; bakteri, virüs, böcekler, herbivorlardır (Fujita vd., 2006).

Yaşam boyunca karşılaşılan ilk kimyasal stres faktörü tuzdur (Özcan vd., 2001). Evaporasyon ve transpirasyon ile oluşan kalıntıların bitkilerdeki vejetasyon süresinde yaprak gibi kısımlarda birikmesiyle toprağa düşmesinin ardından yağışlarla tuzlar toprağa geçmektedir. Tuzluluk sulara ve topraklarda bulunan çözünmüş mineral tuzların yoğunluklarından ileri gelmektedir (Ünlükara vd., 2006).

Yağmur suyu 6-50 mg/kg sodyum klorür içerir. Yoğunluk kıydan uzaklaştıkça azalır. 10 mg/kg sodyum klorür içeren yağmur, yağış başına 100 mm ile her yıl 10 kg/ha tuz biriktirir (Aydın vd, 2014).

Daha çok Akdeniz ülkelerinde yetiştirilen domates bitkisi de diğer bitkiler gibi tuzluluktan etkilenmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde suların tuzlu olması, denizden gelen rüzgarların etkisi, yeraltı sularının tuzlu olması bu alanlarda yapılan tarımın tuzluluktan etkilenmesine neden olmaktadır (De Herralde vd., 1998). Domatesin kalitesinde ve veriminde azalmaya yol açan önemli bir problem kurak ve ılıman bölgelerde toprak ve taban suyunun tuzluluğudur (Romero-Aranda vd., 2001). Bu problem domates bitkisinin verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Domates bitkisi, tuzlu alanların iyileştirilmesi için model bir bitki olarak rol oynayabilmektedir (Grunberg vd., 1995).

Tuz stresinin domates bitkilerinin sodyum ve potasyum içeriği ile su kullanım randımanı ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, dikimden 1 hafta sonra 3 domates çeşidine (Sera, 898 ve Rohaba) 0, 72, 144 ve 216 mM konsantrasyonlarda besin solüsyonu uygulanmıştır. Besin solüsyonunun tuz seviyesi arttıkça; üst aksam ve kök kuru ağırlığı, bitki boyu, su kullanım randımanı, K konsantrasyon miktarı, K/Na oranı tüm çeşitlerde azalmıştır. Tuz stresinin çeşitler arasında değişiklik oluşturduğu görülmüştür. Sara çeşidinde en yüksek kök ve üst aksam kuru ağırlığı, su kullanım randımanı ve üst aksam K içeriği görülmüştür (Al-Karaki, 2000).

Dorai vd. (2001), sera domates yetiştiriciliğinde elektriksel iletkenliğin verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Tuzluluk miktarının artması ile verimin azaldığını belirtmişlerdir. Yüksek elektriksel iletkenlik uygulaması sonucunda meyve büyüklüğünde ve meyve kuru ağırlığında düşüşlerin meydana geldiğini saptamışlardır. EC ve tuz artışının; titre edilebilir asit, meyvedeki potasyum ve azot içeriğini azalttığını buna karşılık sodyum içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Domateste gerçekleştirilen çalışmada üç farklı büyüme evresinde [vejetatif büyüme erken dönem (bitkinin tarlaya şaşırtılmasından 16 gün sonra), çiçeklenme başlangıcı ve meyve gelişimi başlangıcı] 4 farklı dozda (0, 20, 40 ve 60 mM NaCl) tuz uygulaması yapılmıştır. Domates bitkisinin gelişimi arttıkça tuz toleransının da arttığı görülmüştür. Tuz uygulamalarının yaprak ve meyvedeki kalsiyum ve potasyum içeriğini, meyve sayısı ve büyüklüğünü azalttığı, buna karşılık şeker ve toplam çözünebilir katı madde içeriğini artırması ile meyve kalitesini de arttırdığı tespit edilmiştir (Delamor vd., 2001).

Tüzel vd. (2001), domateste farklı EC seviyelerinin (2, 4, 6 ve 8 dS/m) verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bunun için iki farklı dönemde dört farklı domates çeşidi (sonbaharda 189 F₁ ve 870 F₁; ilkbaharda FA361 ve Target F₁) yetiştirmişlerdir. Sonuç olarak EC oranının artması ile domatesin verimi ve meyve büyüklüğünün azaldığını, buna karşılık bazı kalite parametrelerinin arttığını bildirmişlerdir.

Domates bitkisinin kullanıldığı çalışmada, tuz stresinin meyve ozmotik potansiyeli ve meyve gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla tuza hassas *L. esculentum* cv. *MoneyMaker* ve tuza dayanıklı *L. pimpinellifolium* hatları 0 (kontrol) ve 70 mM NaCl'de tutularak yetiştirilmiştir. Çalışma sonucunda tuzlu koşullarda *L. pimpinellifolium* hattının meyve ağırlığında herhangi bir kayıp yaşanmaz iken *L. esculentum* hattının meyve ağırlığında azalma meydana gelmiştir. Her iki hatta da meyve ozmotik potansiyeli meyve gelişim döneminde tuzluluk uygulaması süresince önemli ölçüde azalmıştır. Fakat azalma oranlarının birbirinden farklı olduğu saptanmıştır (Bolarin vd., 2001).

İki farklı domates çeşidinde (Daniella ve MoneyMarker) gerçekleştirilen araştırmada farklı dozlarda tuz uygulaması (0, 35 ve 70 mM NaCl) yapılmıştır. 35 mM NaCl

uygulamasından itibaren bitki kuru ağırlığının, bitki boyunun ve yaprak sayısının azaldığı saptanmıştır. Yapraktaki su ve ozmotik potansiyelinin tuz stresi altında azaldığı, yaprak turgor basıncının ise yükseldiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak tuz miktarının artışı hem morfolojik hem de fizyolojik değişimlere sebep olduğu bildirilmiştir (Romero-Aranda vd., 2001).

Tuz stresinin sera domateslerinde vejetatif gelişme üzerindeki etkisine kuru madde verimi üzerinden belirlenen çalışmada 3 farklı tuz değeri 6.5, 8 ve 9.5 dS/m üzerinde durulmuştur. Elde edilen veriler tuzun yaprak büyüklüğünü azaltarak vejetatif gelişmeyi etkilediğini göstermiştir (Li ve Stanghellini, 2001).

Domateste gerçekleştirilen çalışmada potasyum ve fosfor uygulamalarının tuz stresi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için üç domates çeşidinde (Rio Grande, Monika F₁ ve Marilyn F₁) 60 mM NaCl yapraktan haftada 2 kez olacak şekilde 4 hafta boyunca uygulanmış ayrıca ilave olarak 5 mM K ve P uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda tuz stresi uygulanan bitkilerde elde edilen kuru madde ve klorofil içeriklerinin azaldığı, membran geçirgenliğinin arttığı ancak K ve P uygulamalarının bu artışı azalttığı tespit edilmiştir. K ve P uygulamaları sonucunda üç çeşitte de kuru madde ve klorofil miktarlarında artışların meydana geldiği belirlenmiştir (Kaya vd., 2001).

Tuz stresine (100 mM NaCl) maruz bırakılan domateste yapılan çalışmada bitkilerin gelişimi, verimi ve bitki dokularının mineral kompozisyonları belirlenmeye çalışılmıştır. Tuz stresinin öncelikle köklerde daha sonra ise yapraklardaki K konsantrasyonunu azalttığı saptanmıştır. Çalışma sonucunda tuz stresinin meyve verimini ve ortalama meyve ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir (Mavrogianopoulos vd., 2002).

Schwarz (2003), domateste kök oluşumu üzerine besin çözeltisinin konsantrasyon ve kompozisyonunun etkisini araştırmıştır. Bu amaçla kök ortamını üç farklı EC değerinde [1.5 (kontrol), 5 ve 10 dS/m] tutmuştur. EC değerinin artması sonucunda kök ve üst aksamın taze ve kuru ağırlığının, toplam kök uzunluğunun, yan köklerin sayısının ve üst aksam kuru madde içeriğinin azaldığını tespit etmiştir. Ayrıca köklerin kuru madde içeriğinin ve ana kök çapının tuz stresinden etkilenmediğini bildirmiştir.

Domatesin farklı gelişme dönemlerinde tuzluluk seviyesi 1.7 (kontrol), 3.7, 5.7 ve 8.7 dS/m olacak şekilde uygulamaların gerçekleştirildiği çalışmada, tuz etkisinin artması ile bitkinin büyüme ve veriminin azaldığı saptanmıştır. Tuz seviyesinin artması ile kontrol uygulamasına göre verimde %20.3, %30.2 ve %49 oranlarında; bitki boyunda ise %2.9, %12.2 ve %20.1 oranlarında azalmalar tespit edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda tuz stresinin olumsuz etkisinin suyun kalitesine göre değişiklik gösterdiği; yani tuz stresinin olumsuz etkisi kalitesi yüksek olan suda daha az olduğu belirlenmiştir (Olympios vd., 2003).

Durinta domates çeşidinde 5 farklı EC seviyesinde (2.7, 4.5, 6.0, 7.5 ve 8.6 dS/m) NaCl içeren besin solüsyonunun meyve kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Artan NaCl içeriğinin verimi azalttığı, buna karşılık toplam suda çözünür madde miktarını ve kuru madde içeriğini arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar NaCl içeriğinin meyvenin karotinoid içeriği ve antioksidan kapasitesi gibi besinsel özelliklerini ters yönde etkilemediğini göstermiştir (Leonardi vd., 2004).

Domateste gerçekleştirilen çalışmada dört farklı EC değeri (0.25, 2.5, 5 ve 10 dS/m) altında ve 3 farklı dozda (0, 5 ve 10 mmol/l) K uygulamasının verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Tuzluluğun artması ile bitki biyomasının, su tüketiminin ve su kullanım randımanının azaldığı, küçük meyve sayısında artışların meydana geldiği tespit edilmiştir (Yurtseven vd., 2005).

Bezelyenin kullanıldığı bir çalışmada farklı NaCl konsantrasyonlarının bitki gelişimine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada yedi farklı tuz konsantrasyonu (0, 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM NaCl) ve beş farklı bezelye genotipi (Töre, Gölyazı, Özkaynak, Ürnlü, Çaybaşı, Turnasuyu) kullanılarak bitki boyu, kök uzunluğu, yaprak sayısı, spad değeri, toprak üstü yaş ağırlığı, toprak üstü kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlıkları ve toprak üstü aksamının Na konsantrasyonu belirlenmiştir. Deneme sonucunda genel olarak tüm genotiplerde artan tuz seviyelerinin bitkinin gelişimini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Zambi, 2019).

Kayess vd. (2020), domateste yaptıkları çalışmada farklı tuz streslerinin (0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m) kök ve sürgün gelişimi ve çimlenme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, sürgün taze ağırlığı, kök taze ağırlığı,

sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök oranı ve sürgün taze ağırlığı, kök ve sürgün kuru ağırlığı gibi kök ve sürgün parametreleri incelenmiştir. Bu amaçla on farklı domates genotipi (BARI Tomato-2, BARI Tomato-3, BARI Tomato-5, BARI Tomato-11, BARI Tomato-14, BARI Tomato-16, Mintoo, Unnoyon, Mintoo Super ve Sawsan) kullanmışlardır. Çalışma sonucunda BARI Tomato-2, Mintoo ve Unnoyon genotiplerinin diğer genotiplerden daha yüksek çimlenme, kök ve sürgün gelişimleri göstererek, yüksek tuzluluk stresinde daha toleranslı genotipler olduğunu keşfetmişlerdir.

Yemlik börülce üzerinde tuzluluk stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemede 10 farklı tuz seviyesi (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 ve 300 mM NaCl) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda radikula ve plumula uzunlukları, çimlenme süresi, çimlenme oranı, radikula, plumula kuru ve yaş ağırlıkları parametreleri bakımından değerlendirilerek tuz stresinin çimlenme ve fide gelişimini azalttığı ve 90 mM'ın üzerindeki tuzun bitki üzerinde olumsuz etki gösterdiği tespit edilmiştir (Okcu, 2020).

2.2. Oksidatif Stres ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Bitkiler; tuzun yarattığı baskıdan kurtulmak, bitki dokularında tuz birikimini önlemek, biyokimyasal reaksiyonlara zarar vermesini önlemek veya tuzu dokudan uzaklaştırmak için bazı mekanizmalar geliştirmişlerdir. Ozmotik ayarlama bunlardan biridir. Hücredeki ozmotik potansiyeli azaltmak için tuz stresine maruz kalan bitkilerin bazıları inorganik iyonları (Na, Cl ve K) uygun şekilde biriktirirken, bir kısmı da çözülebilir organik maddeleri (çözülebilir karbonhidratlar, aminoasitler, prolin, betain) biriktirmektedir (Bulut, 2007).

Yüksek tuz konsantrasyonları sonucu oluşan düşük su potansiyelinin neden olduğu turgor azalması hiperozmotik şoka neden olur (Botella vd., 2005). İyonik ve hiperozmotik stres ikinci metabolik etkilere yol açar. Oksijen normal şartlarda bitkinin büyümesi ve gelişmesi için gerekliyken yüksek konsantrasyonlara ulaştığında bitkide ölümle sonuçlanacak hücresel hasarlara yol açmaktadır. Bunun nedeni, hücredeki moleküler oksijenin sürekli indirgenerek çeşitli reaktif oksijen türlerini (ROT) meydana getirmesidir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Bu reaktif oksijen türleri olan

superoksit radikali (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil (OH) gibi aktif radikaller bitki hücrelerinde kloroplastlarda, mitokondrilerde, peroksizomlarda meydana gelen oksidatif reaksiyon sonucu üretilmektedir. Bu reaktif oksijen türlerinin etkisi ile lipidler, proteinler ve nükleik asitler oksidatif hasara uğramakta ve bunun sonucunda metabolizmada önemli derecede problemler oluşmaktadır (Demiral ve Türkan, 2004). Örneğin, tuz stresi superoksit radikali (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil (OH) radikallerini arttırarak oksidatif strese neden olur (Büyük vd., 2012).

Stres metabolizmasının toksik ürünleri olan ROT, stres, sinyal ve strese uyum cevaplarını ayarlanmasında da önemli rol oynamaktadır (Miller vd., 2010; Çulha ve Çakırlar, 2011).

Stres koşulları altında canlıların genelinde olduğu gibi bitkilerde de serbest oksijen radikallerinin zararlı etkilerine karşı geliştirdikleri antioksidanlar; enzimatik [superoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POX), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR)] ve enzimatik olmayanlar [fenoller, flavonoidler, karotenoidler, tokoferoller (vitamin E), poliaminler, glutatyon ve fenolik bileşikler] olarak iki grupta toplanmaktadır.

Tuz stresinin uygulandığı çalışmada tuza duyarlı (*Lycopersicon esculentum*) ve dayanıklı (*Lycopersicon pennellii*) olmak üzere iki domates türü kullanılmıştır. Domates yapraklarından alınan örneklerde toplam protein miktarı, toplam SOD enzim aktivitesi, prolin miktarı, bağıl su içeriği ve bazı bitki büyüme hormonları (oksin, gibberellik asit, zeatin, absisik asit) incelenmiştir. Çalışma sonucunda tuz stresi uygulaması kontrol uygulaması ile kıyaslandığında tuza duyarlı olan domates türünde toplam protein miktarı, toplam SOD enzim aktivitesi, bağıl su içeriği ve zeatin miktarının azaldığı, buna karşılık prolin, IAA, GA_3 ve ABA miktarlarının arttığı saptanmıştır. Tuza dayanıklı olan domates türünde ise; toplam protein miktarı, toplam SOD enzim aktivitesi, prolin miktarı, bağıl su içeriği, IAA, GA_3 , zeatin ve ABA miktarlarının arttığı bildirilmiştir (Porgalı, 2001).

Koca (2002), tuz stresinin uygulama zamanı ve konsantrasyonunu göz önünde bulundurarak tuza duyarlı ve tuza toleranslı iki domates türünde total protein miktarı, total SOD, POX, APX aktiviteleri, lipid peroksidasyon seviyesi, fotosentetik

verimlilik, bağıl nem içeriği ile kök ve gövde büyümesi gibi parametreler üzerinde durmuştur. Çalışma sonucunda; tuz stresinin duyarlı domates türünde kök ve gövde büyümesini, toplam SOD aktivitesini ve APX aktivitesini dayanıklı olan domates türüne göre azalttığını tespit etmiştir. Her iki domates türünde de protein içeriklerinin ve MDA seviyelerinin NaCl artışına bağlı olarak kontrole göre arttığını bildirmiştir. Tuza toleranslı olan domates türünün tuz stresine karşı daha güçlü bir uyum mekanizmasına sahip olduğunun kanaatine varmıştır.

Çekiç (2004), tuza hassas olan domates çeşidi (*Lycopersicon esculentum* var. Rheinlands Ruhm) kullanarak çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda tuz stresinin büyüme parametrelerini, klorofil ve karotenoid içeriklerini azaltırken MDA seviyesini artırdığını tespit etmiştir.

Tuz stresine karşı duyarlılığı farklı olan Triticale çeşitlerinin kullanıldığı çalışmada antioksidatif savunma enzimleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda özellikle SOD ve POD enzim aktivitelerindeki artışların bitkilerin tuza karşı dayanımları ile ilişkili olduğu kanısına varılmıştır (Baykal, 2006).

Kuşvuran vd. (2007), tuza toleranslı ve tuza hassas kavun bitkilerinde çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda CAT aktivitesinin belirlenmesi ile tuz stresine karşı dayanıklı kavun bitkilerinin seçilebileceğini bildirmişlerdir.

Pamuk bitkisinde yapılan araştırmada tuz stresinin etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 6 farklı dozda tuz uygulaması (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) Nazilli-84, NM-503 ve Carmen çeşitlerine uygulanmıştır. Tuz dozlarının artışı ile klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, SOD, POX ve CAT aktivitelerinde artışların meydana geldiği ancak bu artışın 150 mM tuz seviyesinden sonra azaldığı bildirilmiştir (İzci, 2007).

Cucumis sp. genotiplerinin kullanıldığı çalışmada tuz stresinin yapraklardaki Na⁺, K⁺, Cl⁻ iyon miktarları, lipid peroksidasyon ve klorofil miktarları üzerindeki etkileri belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasına maruz bırakılan tuza duyarlı genotiplerde MDA seviyesinde artış gözlenirken klorofil miktarlarında azalmalar saptanmıştır (Kuşvuran vd., 2007).

Farklı karpuz çeşitlerinde gerçekleştirilen çalışmada tuz stresinin bazı antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkileri araştırılmıştır. 100 mM NaCl uygulanmış olan bitkilerin SOD, CAT, APX ve GR antioksidan enzim aktivitelerinin paralel olarak arttığı ve bu artışın tuza dayanım oranının artırdığı tespit edilmiştir (Yaşar vd., 2008).

Lin vd. (2011), tuz stresinin hıyar bitkisindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda gerek SOD, APX ve GR enzim aktivitelerinde gerek O₂.- oluşum oranında, MDA ve H₂O₂ miktarlarında artışların meydana geldiğini bildirmişlerdir.

İki farklı tütün çeşidi (İzmir Ozbaşı ve Akhisar 97) kullanılarak yapılan çalışmada farklı seviyelerdeki tuz stresinin (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 ve 350 mM NaCl) etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, prolin birikimi ve bitkilerin tuza dayanımı arasında negatif bir korelasyon olduğu saptanmıştır. Ayrıca çeşitler arasında SOD, APX, guaiakol peroksidaz ve CAT aktiviteleri açısından önemli bir fark gözlemlenmezken GR enzim aktivitelerinde istatistiki anlamda önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu doğrultuda tütün bitkilerinin tuza dayanımlarının tespitinde GR'nin rol alan önemli bir enzim olduğunun kanısına varılmıştır (Çelik ve Atak, 2012).

Parvin vd. (2019), tuz stresi altında domateste fizyolojik, biyokimyasal ve antioksidatif savunma rollerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada; dört gün boyunca 150 ve 250 mM dozlarında NaCl uygulamışlardır. Araştırma sonucunda tuz stresinin enzimatik ve enzimatik olmayan bileşenleri üzerinde olumsuz etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Yaşar vd. (2020), tuz stresi altındaki biber bitkisinde kalsiyum uygulamalarının antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla çalışmada stres altındaki bitkilere tuzla birlikte (75 mM NaCl) 5 farklı dozda (150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm ve 350 ppm) Ca ilave etmişlerdir. Toplam bitki ağırlığı ile bitkilerin tuza dayanım skalalarını ve meydana gelen biyokimyasal değişikliklerini belirlemek amacıyla bitki yapraklarındaki katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve süperoksit dismutaz (SOD) gibi antioksidan enzim aktivitelerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda her üç enzim aktivitesinin tuz stresinde artış gösterdiğini, ancak Ca dozlarının artmasıyla enzim aktivitelerinin düşmeye başladığını bildirmişlerdir.

Sorgum bitkisinin kullanıldığı çalışmada tuz stresinin bitki büyüme potansiyeli ve bitki gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada tuza dayanıklı *Bayeqi* ve tuza hassas *PL212* hatları, 0 (kontrol), 80, 160 ve 240 mM NaCl tuz stresi altında yetiştirilerek total SOD, POX, APX aktiviteleri, lipid peroksidasyon seviyesi, prolin, iyon sızıntısı, bağıl nem içeriği ile kök ve gövde büyümesi gibi parametreler üzerinde durulmuştur. Her iki hatta da bitki büyüme ve gelişim döneminde tuzluluk uygulaması süresince önemli gerilemeler meydana geldiği saptanmıştır. En yüksek verim, CAT, POD ve SOD antioksidan enzim aktiviteleri ve serbest amino asitlerin strese bağlı ozmolit içerikleri tuza toleranslı sorgum çeşidinde tespit edilmiştir (Zhang vd., 2020).

2.3. Hümik Asit ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Hümik asitin bitki dokularında farklı biyokimyasal reaksiyonlarla doğrudan etkisi olmasının yanında toprak özelliklerinin artırılması, boşlukların hava alabilmesi, su taşıma kapasitesinin artması, makro ve mikro besleyicilerin taşınması ve alınabilirliği gibi özellikleri de sayılabilmektedir (Tan, 2004). Sıkı yapıdaki ağır ve killi topraklar için hümik maddeler çok yararlıdır. Bu türdeki topraklar soğuk ve nemli hava şartlarında suyu tutmakta, sıcak havalarda ise büzülüp küçülmektedir. Her iki durum bitkilerin gelişimi için uygun değildir (Özdemir, 2011). Su molekülleri toprak kurumaya başladığı zaman kil parçalarının arasından uzaklaşmaktadır. Bu durum kil parçalarının birbirine çok yaklaşmasına ve hacimlerin azalarak yüzeyde çatlaklar oluşmasına neden olur. Bu tip topraklara hümik maddelerin ilave edilmesi, su tutma kapasitesinin artmasına ve toprak yapısının iyileşmesini sağlar. Hümik asitler kil partiküllerinin olduğu yere su girişini sağlarlar. Tuzu ayrıştırarak kil partiküllerinden uzaklaştırırlar. Kil parçalarının arasına giren hümik asit, kuru ve sıcak hava şartlarında birleşmelerini ve yapışmalarını engellemektedir. Hümik asit, kil parçalarını ayrı tutarak, su ve besin maddelerinin kolaylıkla bu alanlara yerleşebilmelerini sağlamaktadır (Çelik, 2003). Tuz stresi üzerine hümik asitin etkisini belirlemek için birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Akıncı, 2017).

Çilek bitkilerine sıvı ve katı formlardaki hümik asit uygulamalarının besin alımı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada dikimden önce %85 katı hümik asit (Agrolig) 0, 100, 200, 300 ve 400 kg miktarlarında ve %15 oranında sıvı hümik asit (Blackjak) 0, 2500, 5000, 7500 ve 10.000 mL/ha dozlarında

uygulanmıştır. Elde edilen veriler sıvı halde uygulanan hümik asitin, yaprakların çinko (Zn) içeriği üzerinde daha olumlu etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Pılanalı ve Kaplan, 2003).

Matador ıspanak çeşidine uygulanan hümik asitin çinko alımı ve fide gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada; hümik asit dozları 0, 500 ve 1000 ppm, çinko dozları ise 0, 5, 50 ve 500 ppm olarak belirlenmiştir. Araştırmanın sonunda hümik asitin SÇKM, yapraktaki P, S, kökteki Zn ve S miktarlarını artırdığı saptanmıştır (Kaya, 2014).

Yılmaz (2014), Matador ıspanak çeşidinde farklı humik asit dozlarının kurşun alımına ve bitki gelişimine etkisini incelediği çalışmada; tohumlar ekilmeden önce toprağa 0 ve 1000 ppm dozlarında hümik asit ve 0, 2.5, 250, 500 ve 1000 ppm dozlarında kurşun (Pb) uygulamıştır. Çalışmadan elde ettiği veriler hümik asit uygulamasının bitki boyu, kök yaş ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanına etkisinin olmadığını göstermiştir. Buna karşılık en yüksek dozda kurşun uygulanmış bitkilerde kontrol uygulamasına göre hümik asit uygulamasında daha az miktarda kurşun tespit etmiş ve bu doğrultuda hümik asitin yüksek miktarlarda uygulanan kurşunun bitki dokularında alımını azalttığını rapor etmiştir.

Tursun (2014), maydanozda bor ile hümik asitin birlikte uygulanmasıyla bitki büyüme ve gelişme parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada; kontrol uygulamasının yanında iki farklı dozda bor (15 ve 150 ppm) ve her bir çözeltiye 10 ml hümik asit ilavesi gerçekleştirmiştir. Büyüme parametrelerinde ölçümlerin sonucunda, maydanoz bitkilerinin 15 ppm bor uygulamasında dayanıklı olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca hümik asitin bütün gruplarda Fe ve Zn seviyesini artırdığını saptamıştır.

Organik madde uygulamalarının marulda verim ve bitki beslenmesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; topraktan 4 farklı dozda (0, 25, 50 ve 100 kg/da) humus ile birlikte 3 farklı doz (0, 1500 ve 3000 ml/da) humik asit uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda humus ve humik asit uygulamalarının verim, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, kuru madde oranı ile bitkilerin K, Mg, B, Zn, Fe ve Mn içerikleri üzerine etkileri anlamlı bulunması ile birlikte,

uygulamaların en yüksek dozlarının kontrol uygulamasına göre verimi 2 kat kadar artırdığı tespit edilmiştir (Köse, 2015).

Hibrit domateslerde (Nema 1400 ve Platinum 5043) gerçekleştirilen çalışmada hümik asit uygulamalarının (4.8, 9.6 ve 14.4 kg/ha) gelişme ve verim üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda 14.4 kg/ha hümik asit uygulamasının vejetatif büyüme (bitki boyu ve taze ağırlığı), çiçeklenme parametreleri (bitki başına çiçek salkımı ve çiçek sayısı) ve verim parametreleri (bitki başına meyve sayısı ve meyve ağırlığı) üzerinde etkisinin olumlu olduğu saptanmıştır (Abdellatif vd., 2017).

Özdamar Ünlü vd. (2018), hümik asit uygulamalarının pırasada verim, kalite ve beslenme durumları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 0, 5, 10, 15 lt/da dozlarında humik asit uygulamaları ile konvansiyonel uygulamaları karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak hümik asit uygulamalarının yapraklardaki N, P, K, Ca ve Mg miktarlarını artırması ile birlikte verim, bitki ağırlığı ve bitki uzunluğu üzerinde de olumlu etkileri olduğunu saptamışlardır.

Farklı büyüme ortamı ve hümik asit uygulamalarının safran kormlarının gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, 0, 0.65, 1.30 ve 2.60 gr/m² dozlarında hümik asit ve yetiştirme ortamı olarak torf, mil, cüruf ve toprak kullanılmıştır. Denemede, çıkış yüzdesi, toplam çıkış sayısı, yaprak sayısı, yaprak boyu, korm sayısı, korm ağırlığı ve birim korm ağırlığı parametreleri üzerinde durulmuştur. Araştırma sonunda farklı hümik asit dozları ve yetiştirme ortamlarının küçük safran kormlarının gelişimleri üzerine etkilerinin farklı olduğu ancak en yüksek değerlerin yetiştirme ortamı olarak torfta, hümik asit uygulamasında ise 0.65 gr/m² ile 1.30 gr/m² dozlarında tespit edilmiştir (Hatipoğlu ve Yıldırım, 2020).

Domates bitkilerinin kullanıldığı çalışmada (Big Beef F₁) vejetatif büyüme ve meyve gelişimi üzerinde hümik asitin (250 mg/L, 500 mg/L ve 700 mg/L) ve naftalin asetik asitin (250 mg/L, 500 mg/L ve 700 mg/L) etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonunda hümik asitin en yüksek bitki yüksekliğine (264.6 cm), gövde çapına (1.9 cm) ve meyve ağırlığına (137 g) neden olduğu, askorbik asit ve karotenoid içeriklerini artırdığı saptanmıştır. Ayrıca domates meyve kalitesini iyileştirerek kuru ağırlığı (75.1 g) önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir (Suliman vd., 2020).

Arduç vd. (2020), iki ekmeklik buğday çeşidinde (*Renan* ve *Krasunia Odeska*) hümik/fulvik asit uygulamasının tane verimi ve bazı kalite özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada bitki boyu, başak uzunluğu, metrekaresindeki başak sayısı, tane verimi, hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı, protein içeriği, yaş gluten içeriği, yağ oranı, nişasta içeriği, kül oranı, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) değerleri parametreleri üzerinde durmuşlardır. Sonuç olarak hümik asitin bitki büyüme ve gelişme parametreleri üzerinde oldukça önemli etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Dört çilek çeşidinde (*Albion*, *Monterey*, *San Andreas* ve *Sweet Charlie*) gerçekleştirilen çalışmada hümik asit uygulaması (750 ml da^{-1}) yapılmıştır. Deneme iki yıl yürütülerek meyve verimi, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, suda çözünür kuru madde içeriği, titre edilebilir asitlik oranı ve meyve pH'sı gibi parametreler üzerinde durulmuştur. Çalışma sonucunda, hümik asit uygulamasının meyve veriminde en yüksek $146.44 \text{ g bitki}^{-1}$ ile *Albion* çeşidinde, meyve sayısı bakımından ise en yüksek 12.60 bitki^{-1} ile *Albion* çeşidinde ve $12.41 \text{ adet bitki}^{-1}$ ile *Sweet Charlie* çeşidinde saptanmıştır. Sonuç olarak bazı parametreler üzerine humik asit uygulamalarının olumlu etkilerde bulunduğu ve bu yönüyle daha sağlıklı ve kaliteli bir üretim için önerilebileceği bildirilmiştir (Geçer, 2020).

2.3.1. Tuz stresine karşı hümik asit ile ilgili yapılmış çalışmalar

Topraktaki ve sulama suyundaki tuzluluk domates üretimini sınırlandırmaktadır. Domates, orta seviyeli tuzluluk miktarlarına duyarlıdır. Bitkinin bütün gelişme aşamaları, tohum çimlenmesi, bitkisel büyüme ve üreme de dahil olmak üzere tuz stresine hassasiyet göstermekte ve bunun sonucunda ekonomik kayıplar meydana gelmektedir (Babu vd., 2012). Ancak yapılacak gübrelemeler bu zararı azaltabilmektedir. İyi bir besleme bitkinin biyotik ve abiyotik zararlara karşı direncini artırmaktadır (Kabay, 2018).

Tuzluluğun olumsuz tesirini yok etmek için gelişme ortamına pozitif yönde etkisi olacak inorganik uygulamaların yanında organik madde uygulamaların üzerinde de durulmaktadır (Korkmaz vd., 2016). Kimyasal gübreler yerine son zamanlarda hümik asit gibi birçok organik gübre kullanılmaktadır (Kabay, 2018).

Birçok çalışmada hümik asitin topraklarda tuzluluk seviyesini düşürdüğü (Gumuzzio vd., 1985), bitki besin maddeleri alımını artırmasıyla tuzlu ve alkali toprakların kullanılabilirliğini artırdığı rapor edilmiştir (Pilanali ve Kaplan, 2003).

Kil partiküllerinin olduğu yere hümik asitler su girişini sağlarlar. Hümik asitler tuzu ayrıştırarak kil partiküllerinin yüzeyinden tuzları uzaklaştırmanın yanı sıra net olumsuz yükteki artımdan ötürü kil partikülleri birbirlerini iterek toprak yapısında gevşeme sağlarlar. Bunun yanı sıra hümik asit maddesinin üstündeki negatif yüklü karbon grubu (karboksil grubu) pozitif yüklü kil parçacığının yanına bağlanarak kilin üstündeki net olumsuz yükü azaltırlar (Chen ve Avnimelech, 1986). Hümik asit özellikle kök gelişimini sağlayarak bitki büyüme ve gelişimini desteklemesinin yanında kök hücrelerinin H-ATPaz enzim aktivitesini de uyandırarak bitkilerin besin ve su alımını artırmaktadır (Akıncı, 2011).

Yapılan araştırmalarda, toprak organik madde ölçüsü yeterli seviyenin altında olan ortamlarda, hümik asitin bitki büyümesi üzerinde kayda değer ölçüde etkileri görülmüştür (Lee ve Bartlett., 1976).

Hümik asitler, tuzluluk karşısındaki sistemlerini toksik oranlardaki elementler için de kullanılmaktadırlar. Hümik asitin tuz stresine karşı etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar incelendiğinde farklı konsantrasyonlarının kullanıldığı görülmektedir (Akıncı, 2017).

Türkmen vd. (2007), hümik asit ve kalsiyum uygulamalarının tuz koşulları altındaki domates fidelerinin gelişim ve besin içeriği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada 4 farklı hümik asit dozu (0, 500, 1000 ve 2000 mg/kg) ile 4 farklı kalsiyum dozunu (0, 100, 200 ve 400 mg/kg) 50 mg/kg NaCl içeren ortama uygulamışlardır. Tohum çimlenmesi, hipokotil uzunluğu, kotiledon genişliği ve uzunluğu, kök büyüklüğü, gövde uzunluğu, yaprak sayısı, gövde ve kök taze ağırlığı, gövde ve kök kuru ağırlığı, gövde ve köklerin makro ve mikro besin içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn ve Zn) gibi parametreleri incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda en olumlu değerlerin 1000 mg/kg dozundaki hümik asit uygulamasından alındığını bildirmişlerdir.

Kant (2008), farklı tuz kaynaklarını toprağa uygulayarak hümik asit ve hidrojelın bazı toprak özellikleri ile fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin gelişimi ve tuz stresine tepkisini incelemiştir. Bu doğrultuda stres koşullarını oluşturmak amacıyla 4 farklı dozda (0, 30, 60 ve 120 mM) 8 farklı tuz kaynağı (CaCl₂, CaSO₄, MgCl₂, MgSO₄, NaCl, Na₂SO₄, KCl, K₂SO₄) kullanarak 3 farklı dozdaki (0; %0,05; %0,1) hümik asit ve hidrojel uygulamalarının etkilerini ortaya koymuştur. Çalışmada, bitki dokularında katalaz (CAT), peroksidaz (POD), süperoksitdismutaz (SOD), klorofil, prolin, nitrat, hücre geçirgenliği, yaprak alan indeksi ve tuz tolerans indeksi, bitki kuru madde miktarı ve bitki mineral içeriği gibi parametreler üzerinde durmuştur. Sonuç olarak hümik asit ve hidrojel uygulamalarının toprakların elektriki iletkenlik (EC), doyumluk yüzdesi (DY), tarla kapasitesi (TK), daimi solma noktası (DSN) ve yarayışlı nem kapasitesi (YNK) gibi özelliklerine önemli düzeyde etkili olduğunu saptamıştır. Bununla beraber bitkisel parametreleri (CAT, POD, SOD, klorofil, prolin, nitrat, hücre geçirgenliği vs.) üzerinde de uygulamaların istatistiki olarak tuz stresini azaltmada etkili olduğunu tespit etmiştir.

Tuz stresi koşullarında total RNA miktarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada 0, 50 ve 100 mM NaCl çözeltisi 15 gün süre ile domates bitkilerine uygulanmıştır. Örnekler uç yapraklarından alınmış ve total RNA analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda NaCl çözeltisinin oluşturduğu tuz stresinin etkisiyle; kontrol grubuna göre 100 mM NaCl uygulanan bitkilerde total RNA miktarının önemli düzeyde arttığı saptanmıştır (Pektez, 2009).

Fosfor ve hümik asitin bitki gelişimi ve besin içeriği üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlanan çalışmada 8 mM NaCl tuz stresi altında yetiştirilen biber fidelerine 0 (HA0), 750 (HA1) ve 1500 (HA2) mg/kg hümik asit ve 0 (P0), 50 (P1), 100 (P2) ve 150 (P3) mg/kg fosfor uygulamaları yapılmıştır. Elde edilen veriler hümik asit uygulamalarının, biber fidelerinin gövdelerindeki N, P, K, Ca, Mg, S, Mn ve Cu içeriklerini ile köklerin N, P, K, Ca, S, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerini artırdığını göstermiştir. Sonuç olarak özellikle yüksek dozdaki hümik asit uygulamalarının tuz toleransı üzerinde olumlu etkileri olduğu dolayısıyla hümik asitin tuzlu toprak koşullarında biber üretimdeki sorunları azaltmak için ekonomik ve basit bir uygulama olabileceği kanısına varılmıştır (Çimrin vd., 2010).

Mısır bitkisinde yapılan çalışmada hümik asitin tuz stresine karşı besin elementlerinin alımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, 0, 20 ve 60 mM konsantrasyonlarında NaCl kullanılarak tuz koşulları oluşturulmuştur. Ekimden bir ay önce toprağa 0, 2 ve 4 g/kg katı hümik asit uygulanmış ve fidelerinin ortaya çıkmasından 20. ve 40. günlerde yapraktan %0, %0.1 ve %0.2 sıvı hümik asit iki kez püskürtülmüştür. Çalışma sonucunda hümik asitin topraktan uygulaması mısırın N alımını artırırken, yaprak uygulaması P, K, Mg, Na, Cu ve Zn alımını artırmıştır. Tuz stresine karşı hem topraktan hem de yapraktan hümik asit uygulamalarının olumlu etkilerde bulunduğu tespit edilmiştir (KHaled ve Fawy, 2011).

Mısır bitkisinin kullanıldığı çalışmada hümik asitin kireçli ve tuzlu toprak koşullarında bitki gelişimi ve bazı besin elementleri alımı üzerine etkisini tespit etmek amacıyla %40 CaCO₃ ve 60 mM NaCl toprağa uygulanmıştır. Hümik asit 3 farklı dozda (%0, 0.1 ve 0.2) tohum çıkışın 20. ve 35. günlerinde yapraktan uygulanmıştır. Çalışma sonucunda hümik asitin stres şartlarında bitkinin kuru madde miktarı ve kaldırılan besin maddeleri üzerine pozitif yönde etki ettiği dolayısıyla tuz ve kireç içeriği fazla olan, bitki gelişiminin ve besin elementi alımının kısıtlandığı topraklarda yapraktan hümik asit uygulamaları ile bu negatif etkinin azalabileceği rapor edilmiştir (Çelik vd., 2012).

Fasulyede hümik asitin tuz stresine karşı etkilerini araştırmak için yapılan çalışmada dört farklı konsantrasyonda (0, 30, 60 ve 120 mM), sekiz farklı tuz kaynağı [sodyum klorür (NaCl), sodyum sülfat (Na₂SO₄), kalsiyum klorür (CaCl₂), kalsiyum sülfat (CaSO₄), potasyum klorür (KCl), potasyum sülfat (K₂SO₄), magnezyum klorür (MgCl₂)] kullanılmıştır. Hümik asit 60 gün boyunca %0, 0.05 ve 0.1 dozlarında uygulanmıştır. Hümik asit uygulaması olmayan tuz dozlarının bütün bitkilerinde ölümü gerçekleşirken, %0.05 ve %0.1 dozlarındaki hümik asit uygulamalarında CaCl₂ dışındaki tüm tuz kaynaklarında bitki ölümleri meydana gelmemiştir. Sonuç olarak hümik asit uygulamalarının artan tuz dozlarının bitkiler üzerindeki olumsuz etkisini önemli ölçüde ortadan kaldırdığı görülmüştür (Aydin vd., 2012).

Bu çalışmada tuz stresi altındaki domatesin verim, gövde-yaprak, kök kuru madde miktarı ve meyvedeki bazı kalite parametrelerine hümik asitin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Katı ortam olarak torf ve perlit (1:1 oranı) kullanılan araştırmada besin

Yıldıztekin vd. (2018), biberde yaptıkları çalışmada, tuz stresine (100 yosunu ekstraktı (SW) ve humik asit uygulanmalarının meyve verimi (DW), protein, prolin, lipid peroksidasyon (LPO) ve bitkilerin an aktivitesi (*Capsicum annuum*) üzerindeki etkilerini incelemeyi Çalışma sonucunda deniz yosunu ve hümik asit uygulamalarının tu

Maş fasulyesi bitkisinin kullanıldığı çalışmada iki farklı NaCl dozu (100 mM) etkisine karşılık hümitik asit uygulamasının (10 ml) etkililiği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bitki boyu, kök uzunluğu, yaprak alanı, yaprak ve kök taze ve kuru ağırlıkları her iki tuz seviyesi için etkililiğine karşılık hümitik asit uygulaması bu olumsuz etkiyi

Kabay (2018) marulda gerçekleştirmiş olduğu çalışmada tuz stresine uygulamasının bitki gelişimine etkisini incelemiştir. Bunun için 1000

hümik asit ve 50, 100 ve 150 mmol dozlarında tuz uygulamaları gerçekleştirmiştir. 15 günlük stres uygulamasından sonra hümik asit uygulamasının bitkide taze ağırlığı, yaprak oransal su içeriğini, K ve Ca miktarlarını artırdığını, dolayısıyla hümik asitin tuz stresinin zararını azaltıcı yönde olduğunu bildirmiştir.

Bitkisel materyal olarak buğday (*Triticum aestivum* L. cv. Karahan-99) fidelerinin kullanıldığı çalışmada sıcaklık, tuz ve hümik asit etkileşimleri üzerinde durulmuştur. Abiyotik streslerin etkileşimlerinde çalışan TaMYB73, TaSRG ve TaERF1 genlerinin ifadelerinin belirlenmesinin yanında sürgün boyu ve sürgün kuru ağırlığı, kök boyu ve kök kuru ağırlığı, klorofil a (kla), klorofil b (klb), toplam klorofil (kl a+b) miktarları, prolin miktarı, katalaz (CAT) ve glutatyon redüktaz (GR) antioksidan enzim aktiviteleri de değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, tuz, tuz+sıcaklık ve tuz+sıcaklık+hümik asit uygulamalarının CAT aktivitesi üzerinde; tuz+sıcaklık+hümik asit uygulamalarının ise GR aktivitesi üzerinde etkili oldukları saptanmıştır. Sıcaklık, tuz ve tuz+sıcaklık+hümik asit uygulamalarının buğday fidelerindeki TaMYB73 gen ifadesini artırdığı tespit edilmiştir. Tuz ve sıcaklık+hümik asit uygulamalarının ise TaSRG gen ifadesinde etkili oldukları görülmüştür. Buna karşın, TaERF1 gen ifadesinin her iki stres koşulunda da artış göstermediği bildirilmiştir. Katalaz ve TaMYB73 aktivitesinde tuz+sıcaklık+hümik asit uygulamalarının, TaSRG aktivitesinde ise sıcaklık+hümik asit uygulamalarının artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak hümik asit uygulamalarının sıcaklık stresine göre tuz stresi altında olan buğday fidelerinde olumsuz etkiyi azaltmada önemli olduğu bildirilmiştir (Yiğit, 2018).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada Anamas Tohum Ltd. Şti. (Antalya)'den temin edilen Kayra F₁ sırtık domates çeşidi kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki yetiştiriciliği ve stres uygulamaları

Domates tohumları steril perlit içeren 400 ml hacimli polipropilen kaplar içerisinde 4'er adet olacak şekilde ekilmiştir. Her iki günde bir ½ Hoagland solüsyonu (Hoagland ve Arnon, 1950) ile sulama yapılarak çimlendirme sağlanmış ve 15 gün boyunca bitki gelişimi, 16 saat ışık/8 saat karanlık döngüsünde, 24°C'de %50 nem içeren bitki büyüme kabini içinde devam ettirilmiştir. Hümik asit (TKİ HÜMAS) 3 ml/L olacak şekilde uygulanmıştır. Tuzluluk stresi 15. gün sonunda 150 mM NaCl'ün besin ortamına eklenmesiyle 3 gün boyunca uygulanmıştır. 7. günün sonunda analizler için gerekli örnekler toplanmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Denemede gerçekleştirilen uygulamalar

UYGULAMALAR	Normal koşullar	Tuz stresi (150 mM)
Kontrol	X	X
Hümik asit	X	X

3.2.2. Gövde/Kök uzunluğu ve gövde/kök yaş/kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Hümik asit varlığında veya yokluğunda stres uygulanmış bitkiler on beş günlük gelişimlerini tamamlamalarından sonra, kontrol bitkilerle birlikte perlitten sökülerek musluk suyu altında yıkanmış ve kök gövde uzunlukları belirlenerek oranlanmıştır. Kök ve gövde dokuları ayrılarak tartılmış ve 60 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra tekrar tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.2.3. Prolin miktarının belirlenmesi

Prolin miktarı Bates vd. (1973)'e göre belirlenmiştir. Bunun için 0.3 g gövde örneği sıvı azot içerisinde parçalanmış üzerine 1 ml, %3'lük sülfosalisilik asit eklenerek çözdürülmüştür. 0.1 ml örnek alınarak santrifüj işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunu takiben 0.2 ml asid ninhidrin, 0.2 ml %96'lık asetik asit ve 0.1 ml %3'lük sülfosalisilik asit ilave edilmiştir. Karışım 96°C'de 1 saat boyunca tutulmuş ve 1 ml tolüenle karıştırılarak tekrar santrifüjlenmiş ve üst fazın absorbens değeri 520 nm'de okunmuştur.

3.2.4. Malondialdehit (MDA) miktarının belirlenmesi

Hücre zarı hasarının belirlenmesi amacıyla MDA miktarları Ohkawa vd. (1979), metoduna göre hesaplanmıştır. 0.2 g gövde dokusu sıvı azotla homojenize edilip, 1 ml %5'lik trikloroasetik asit (TCA) eklenmiştir. Santrifüjü takiben aynı hacimde %20'lik TCA içerisinde %0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenerek 96°C'de 25 dakika boyunca bekletilmiştir. Örnekler buz içerisinde soğutulmuş ve 532 nm'de absorbens değerleri elde edilmiştir. Spesifik olmayan absorbens ise 600 nm'de belirlenerek ilk absorbens değerlerinden çıkartılmıştır.

3.2.5. İyon sızıntısı

İyon sızıntısı Nanjo vd. (1999)'un yöntemine göre belirlenmiştir. Buna göre 6 adet yaprak 0.4 M manitol içeren test tüplerinde 3 saat boyunca çalkalanarak bekletilmiştir. Daha sonra elektriksel iletkenlik C1 olarak belirlenmiştir. Kaynar suda 15 dakika bekletilip oda ısısına soğutulan örnekler C2 okuması yapılmış ve sızıntıya bağlı iletkenlik $[(C1/C2) \times 100]$ formülüyle hesaplanmıştır. Elektriksel iletkenlik için 0.01-300 mS/cm aralığında ölçüm yapabilen Thermo Scientific Orion 013016MD MD 2 kondaktivimetre probu kullanılmıştır.

3.2.6. Klorofil miktarının belirlenmesi

Domates yapraklarının ortalama klorofil miktarı her bitkide farklı noktalardan Spad-502 Plus klorofilmetre cihazı yardımıyla ölçüm yapılarak SPAD cinsinden belirlenmiştir.

3.2.7. Gen ifadelerinin incelenmesi

Bu çalışmada yarı kantitatif RT-PCR yöntemini gerçekleştirebilmek için öncelikle total RNA izolasyonu (Qiagen Rneasy bitki mini kiti, Qiagen ABD) yapılmıştır. Daha sonra cDNA sentezi gerçekleştirilmiştir (VitaScript cDNA sentez kiti, Procomcure Biotech Avusturya). Dört farklı antioksidatif sistem enzimi olan FeSOD, CAT2, GR1 ve APX1 genlerine özgü olarak Primer Premier (PREMIER Biosoft International, ABD) programı yardımıyla hazırlanan primerlerle PCR çoğaltımı gerçekleştirilmiştir. Çalışmada incelenen genlerin NCBI Gen Bankası referans dizilim kodları sırasıyla NM_001313769.1, NM_001247257.2, NM_001321393.1 ve NM_001247853.2'dir. Çalışmada içsel kontrol olarak X14449.1 referans dizilim kodlu EF-1 (elongation factor 1 alpha) geni kullanılmıştır.

3.2.8. RNA izolasyonu

Domates yapraklarından RNA izolasyonu guanidin-izotiyosiyanat lisis ve silika-membran saflaştırması metotlarına dayalı Qiagen RNeasy bitki mini kitleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen toplam RNA'ların miktarı spektrofotometrik olarak Nanodrop 2000 ile kalitesi ise %2'lik agaroz jel elektroforezi ile ayrılıp görüntülenerek belirlenmiştir.

3.2.9. Yarı kantitatif ters transkripsiyon PCR

Elde edilen RNA moleküllerinden VitaScript cDNA sentez kiti kullanılarak oligodT primerleri yardımıyla cDNA sentezi gerçekleştirilmiştir. İncelenen genlere özgü primerler, PrimerPremier 5.0, CA, ABD primer tasarım programıyla tasarlanmış çoğaltım için en uygun koşulları sağlayan primerler yardımıyla PCR çoğaltımları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bantlar %0.8'lik agaroz jeli üzerinde ayrılarak Biolab

UV Tech jel görüntüleme sistemiyle görüntülenmiştir. Görüntülenen bantlar NIH (National Institute of Health) tarafından geliştirilen ImageJ yazılımı ile analiz edilerek gen ifade düzeyleri arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur. PCR analizlerinin döngü basamakları ve zamanlarına ait bilgiler Çizelge 3.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. PCR Basamak döngüleri ve zamanları

Döngü Basamağı	Sıcaklık	Zaman	Döngü sayısı
Başlangıç denatürasyonu	95 °C	5 dk	28
Denatürasyon	95 °C	1 dk	
Primerlerin bağlanması	-	45sn	
Uzama	72 °C	45 sn	
Final uzama	72 °C	10 dk	

3.2.10. Verilerin istatistiki değerlendirilmesi

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki bulunacak şekilde kurulmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlar Minitab (17) Inc. programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi kullanılarak belirlenmiş ve farklı harflerle gösterilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, hümik asitin tuz stresi altındaki domatesta çeşitli antioksidatif sistem bileşenleri ve gen aktivitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda anatomik, fizyolojik etkiler ve gen ifadesine ait sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.1. Anatomik Etkiler

Hümik asitin domatesin büyüme parametreleri üzerine olan etkilerinin anlaşılması için bitkinin gövde yaş/kuru ağırlığı, kök yaş/kuru ağırlığı, gövde ve kök uzunluğu ölçümleri alınmıştır. Çalışma materyalimiz olan domates bitkisine ait anatomik etkiler aşağıdaki çizelgelerde sunulmuştur.

Çalışmada tuz stresine maruz bırakılmış domates bitkilerine hümik asit uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerine olan etkisi Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde domatesin gövde yaş ağırlığı değerleri üzerine uygulamaların etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. Uygulamaların domatesta gövde yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkileri

Uygulamalar	Gövde yaş ağırlığı (g)	Gövde kuru ağırlığı (g)
Kontrol	2.14 b	0.18 b
Hümik asit	2.38 a	0.20 a
Tuz	1.08 d	0.09 c
Tuz+Hümik asit	1.70 c	0.16 b

*Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışmada gövde yaş ağırlık değerlerinin uygulamalara göre 1.70-2.38 g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Çalışmada en düşük gövde yaş ağırlık değeri tuz uygulamasından elde edilirken en yüksek değer hümik asit uygulamasından elde edilmiştir. Tuz ve hümik asit uygulamaları kontrol grubundaki bitkiler ile kıyaslandığında tuz uygulamasının gövde yaş ağırlığı üzerinde olumsuz etkisine karşılık hümik asit uygulamasının olumlu etkisi gözlemlenmiştir. Tuz+hümik asit uygulaması sonucu elde edilen gövde yaş ağırlığı (1.70 g) değeri hümik asit

uygulamasından daha düşük ancak tuz uygulamasından daha yüksek değerde bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Tuz ve hümik asit uygulamalarının domates bitkilerinin gövde kuru ağırlığı üzerine olan etkileri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde uygulamaların gövde kuru ağırlığı üzerine olan etkilerinin istatistiki anlamda önemli olduğu görülmektedir.

Uygulamalara göre gövde kuru ağırlığı değerlerinin 0.09-0.20 g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Gövde yaş ağırlığına benzer şekilde, en yüksek gövde kuru ağırlığı değeri hümik asit uygulamasından 0.20 g olarak elde edilirken bunu sırasıyla; kontrol uygulaması (0.18 g) ve tuz+hümik asit uygulaması takip etmiştir. Tuz uygulamasından ise en düşük gövde kuru ağırlığı (0.09 g) değerleri elde edilmiştir.

Kök yaş ağırlığı üzerine uygulamaların etkisi Çizelge 4.2’de verilmiştir. Kök yaş ağırlığı üzerine uygulamaların etkisinin $P<0.05$ seviyesinde önemli oldukları görülmektedir.

Çizelge 4.2. Uygulamaların domateste kök yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkileri

Uygulamalar	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)
Kontrol	0.50 b	0.036 b
Hümik asit	0.77 a	0.049 a
Tuz	0.17 d	0.015 d
Tuz+Hümik asit	0.38 c	0.028 c

*Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışmada en yüksek kök yaş ağırlığı değerleri 0.77 g ile hümik asit uygulamasından elde edilmiştir. Hümik asit uygulamasını 0.50 g ve 0.38 g değerleri ile sırasıyla kontrol ve tuz+hümik asit uygulamaları takip etmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı değeri ise 0.17 g ile tuz uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmada uygulamaların domates bitkisinin kök kuru ağırlığı üzerine olan etkisi Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Çizelge 4.2 incelendiğinde uygulamaların kök kuru

ağırlığı üzerine olan etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu görülmektedir.

Çalışmada kök kuru ağırlığı değerleri 0.015-0.049 g arasında değişim gösterirken; en yüksek değerler hümik asit uygulamasından, en düşük değerler ise tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tuz+hümik asit uygulamasından elde edilen 0.028 g kök kuru ağırlığı değeri ise tuz uygulamasından yüksek ancak kontrol ve hümik asit uygulamasından daha düşük bir seviyede tespit edilmiştir. İncelenen tüm dokuların yaş ve kuru ağırlıkları, uygulamalar altında benzer artış ve azalışlar sergilemiştir.

Çizelge 4.3'te tuz ve hümik asit uygulamalarının domates bitkilerinin gövde uzunluğu üzerine olan etkileri sunulmuştur. Çizelge 4.3 incelendiğinde uygulamaların domateste gövde uzunluğu üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak önemli ($P<0.05$) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. Uygulamaların domateste gövde ve kök uzunlukları üzerine etkileri

Uygulamalar	Gövde uzunluğu (cm)	Kök uzunluğu (cm)
Kontrol	17.82 a	18.03 a
Hümik asit	18.59 a	15.78 b
Tuz	13.70 c	10.58 d
Tuz+Hümik asit	15.45 b	13.36 c

*Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışmada uygulamalara göre gövde uzunluk değerlerinin 13.70-18.59 cm arasında değiştikleri saptanmıştır. En yüksek gövde uzunluk değeri hümik asit uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla; kontrol, tuz+hümik asit ve tuz uygulamaları takip etmiştir. Farklı uygulamalar altında gövde uzunluğu için, doku ağırlıklarında gözlenen artış ve azalışlara benzer eğilimler gözlenmiştir.

Domates bitkisinde kök uzunluğu üzerine tuz ve hümik asit uygulamalarının etkisi Çizelge 4.3'te sunulmuştur. Çizelge 4.3 incelendiğinde tuz ve hümik asit uygulamalarının domates bitkisinde kök uzunluğu üzerine olan etkisinin istatistiksel anlamda $P<0.05$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir.

Çalışmada uygulamalara göre kök uzunluğu değerlerinin 10.58-18.03 cm arasında değişim gösterdikleri belirlenmiştir. En yüksek kök uzunluğu değeri kontrol uygulamasından elde edilirken; en düşük kök uzunluğu değeri ise tuz uygulamasından elde edilmiştir. Hümik asit ve tuz+hümik asit uygulamaları ise tuz uygulaması ile kıyaslandıklarında kök uzunluğunu artırmışlardır.

Tuz stresi, ozmotik ve iyon stresine neden olarak bitkilerde büyüme ve gelişme parametrelerini engellemektedir (Parida ve Das, 2005). Tuz stresi, hücrede bölünme ve uzama olaylarını etkilemektedir. Bitkilerin gerek kök gerekse gövdesinde hücre sayısı, mitotik aktivite ve hücre bölünme oranlarında azalmalara sebebiyet verir (Burssens vd., 2000). Yoğunluk ve süreye de bağlı olmakla birlikte tuz stresi bitkilerde büyüme, gelişme ve hücre bölünmesi gibi birçok biyolojik olay üzerinde etkin olmaktadır (Bora, 2015). Tuz stresi bitkilerin gövde ve kök gibi organlarında uzunluk ve ağırlık azalmalarına sebebiyet vermektedir (Mohammad vd., 1998; Reddy ve Iyengar, 1999).

Yapılan çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında domates bitkisinin gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı değerleri tuz uygulaması ile birlikte sırasıyla; %49.5, %50, %66 ve %58.3 oranlarında azalma göstermiştir. Sekmen vd. (2005), Karima (2010) ve Balal vd. (2016) domates, Elkoca (1997) fasulye, Toprak ve Tunçtürk (2018) aspir bitkisinin gövde ve köklerinin yaş ve kuru ağırlıklarının tuz uygulaması ile azalma gösterdiğini bildirmektedirler. Türkmen vd. (2002) domateste, Öz ve Karasu (2007) pamukta sürgün yaş ağırlığı ve kök yaş ağırlığı değerlerinin tuz uygulaması ile birlikte azaldığını bildirmektedirler. Dumičić vd. (2018), yaprak lahanada kök ve gövde kuru ağırlıklarının, Benazzouk vd. (2018), domateste kök taze ve kuru ağırlıklarının tuz uygulaması ile birlikte azalma gösterdiğini bildirmektedirler. Tüm bu bildirişler bizim yapmış olduğumuz çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı değerlerinin tuz uygulaması ile birlikte azaldığı bulgularını desteklemektedir.

Yapılan çalışma sonucunda domates bitkisinin gövde uzunluğu ve kök uzunluğu değerlerinin kontrol uygulamasına göre sırasıyla %23.1 ve %41.3 oranlarında tuz uygulaması ile azaldığı saptanmıştır. Patlıcanda (Akıncı ve Akıncı, 2000), marulda

(Sium vd., 2019), domateste (Alsafari vd., 2019; Deepa Devi ve Arumugan, 2019) gövde ve kök uzunluğunda, kabakta (Yetişir ve Uygur, 2009) gövde uzunluğunda ve sorgumda (Atış, 2011) sap ve kök uzunluğunda tuz uygulamasının azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Toprakta doğal olarak bulunan hümik maddeler organik ürünlerin humuslaşması esnasında huminifikasyon reaksiyonu sonucunda açığa çıkan yan bileşiklerdir (Karaçal, 2004). Hümik maddeler hormon benzeri bir aktiviteye sahiptirler. Bitki hücrelerinin büyümesi ve gelişmesi üzerinde olumlu etkileri söz konusudur (Nardi vd., 2002). Bu maddeler hormon seviyelerini kontrol etmek suretiyle bitki büyümesi, stres toleransı, toprak fiziksel özellikleri ve kompleks metal iyonları üzerinde olumlu yönde etkin olabilmektedirler (Stevenson, 1982; Serenella vd., 2002).

Çalışmada domates bitkilerine hümik asit uygulamasının gövde yaş ağırlığını, gövde kuru ağırlığını, kök yaş ağırlığını, kök kuru ağırlığını ve gövde uzunluğunu artırdığı ortaya konmuştur. Benzer şekilde Kolsarıcı vd. (2005) ayçiçeekte, Doğanay vd. (2019) mercimekte hümik asit uygulamalarının fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide boyu ve kök uzunluğu değerlerini artırdığını bildirmektedirler. Ayrıca, hümik asit uygulamasının domateste gövde ve kök yaş/kuru ağırlıklarının (David vd., 1994), bezelyede bitki boyu ve bitki kuru ağırlığının (Gad El-Hak vd., 2012), ıspanakta bitki boyu, bitki kuru ve yaş ağırlıklarının (Hafez vd., 2015) artış gösterdiğini belirtmektedirler. Bu bildirişler bulgularımızı destekler niteliktedir.

Çalışmada tuz+hümik asit uygulamasının tuz uygulaması ile kıyaslandığında gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, gövde uzunluğu ve kök uzunluğu parametreleri üzerine olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. Bu sonuçları destekler şekilde Çimrin vd. (2010), tuzlu koşullarda yetiştirilen biber bitkilerinde, Kalyoncu (2013), tuzlu koşullarda yetiştirilen maş fasulyesinde, Akladiou ve Mohamed (2018), tuzlu koşullarda yetiştirilen biberde hümik asit uygulamalarının gövde taze ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, kök taze ağırlığı, gövde uzunluğu ve kök uzunluğu değerlerini artırdığını saptamışlardır. Yine farklı türlerde humik asit uygulamasının tuz stresi üzerine olan etkilerinin incelendiği çalışmalarda Kabay (2018), marulda bitki ağırlığının, Matuszak-Slamani vd. (2017), soya

fasulyesinde bitki uzunluğunun, Meganid vd. (2015), fasulyede kök ve gövdede yaş/kuru ağırlığının, Husein vd. (2015), domateste taze ve kuru gövde ağırlığı ve bitki uzunluğunun artış gösterdiğini bildirmektedirler.

4.2. Fizyolojik Etkiler

Hümkik asitin tuz stresi altındaki domateste lipid peroksidasyonu (MDA), iyon sızıntısı, klorofil ve prolin üzerine etkileri araştırılmış ve sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Uygulamaların domateste MDA, iyon sızıntısı, klorofil ve prolin üzerine etkileri

Uygulamalar	MDA (nmol/g)	İyon sızıntısı (%)	Klorofil (SPAD)	Prolin (µmol/g)
Kontrol	9.05 c	8.62 b	44.66 a	31.27 c
Hümkik asit	9.42 c	7.31 c	43.97 a	29.21 c
Tuz	27.01 a	13.81 a	33.65 c	671.82 a
Tuz+Hümkik asit	11.99 b	7.76 bc	40.22 b	474.83 b

*Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışmada uygulamaların domates bitkisindeki MDA değerleri üzerine olan etkisi Çizelge 4.4'te sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde uygulamaların MDA üzerine olan etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu görülmektedir.

Çalışmada MDA değerleri 9.05-27.01 nmol/g arasında değişim gösterirken; en yüksek değer tuz uygulamasından, en düşük değer ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Tuz+hümkik asit uygulamasından elde edilen MDA değeri (11.99 nmol/g) ise kontrol ve hümkik asit uygulamasından yüksek ancak tuz uygulamasından daha düşük bir seviyede tespit edilmiştir.

Bitkilerde stresin öncelikli etkilerinden biri olarak gösterilen lipid peroksidasyonu sırasında son derece reaktif bir metabolit ürün olan malondialdehid (MDA) oluşmaktadır (Singh vd., 1985). MDA miktarı arttıkça membran zararlanmasının arttığı dolayısıyla bitkinin stres seviyesinin arttığı anlaşılmaktadır.

Tuz stresi altında olan bitkilerde serbest radikaller meydana gelmektedir. Ortaya çıkan bu radikaller lipid ve proteinlerin geri dönüşümsüz olarak hasara uğramasına sebep olmaktadır. Lipid peroksidasyonu, hücre zarlarında membran bütünlüğünün yok olmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda hücre bütünlüğü bozulmakta ve ölüm gerçekleşmektedir (Kuşvuran, 2010).

Yaptığımız çalışmada kontrol uygulaması ile kıyaslandığında tuz uygulanan domates bitkilerindeki MDA değerinin %200 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer durum Demiral ve Türkan (2004) tarafından çeltikte, Çelik ve Atak (2012) tarafından tütünde, Yaşarkan (2018) tarafından patlıcanda ve Parvin vd. (2019) tarafından domateste belirlenmiştir. Bu bulgular bizim bulgularımızı destekler niteliktedir.

Hümkik asit antioksidatif aktiviteyi artırarak ve membran stabilitesini iyileştirerek oksidatif stres dayanımında önemli rol oynamaktadır (García vd., 2012). Yaptığımız çalışmada domates bitkilerine tuzlu koşullarda hümkik asit uygulamasının yalnızca tuz uygulaması yapılan bitkilerle kıyaslandığında MDA değerlerinde %56 oranında azalmaya neden olduğu görülmektedir. Benzer durum Zandonadi vd. (2014) tarafından domateste, Yossif vd. (2018) tarafından buğdayda tespit edilmiştir. Yapılan başka bir araştırmada ise tuzlu koşullarda yetiştirilen soya fasulyesine fulvik asit ilavesinin tuz stresini azaltarak MDA değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir (Dinler vd., 2016). Tüm bu bulgular bizim bulgularımızla paralellik arz etmektedir.

İyon sızıntısı üzerine uygulamaların etkisi Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde iyon sızıntısı üzerine uygulamaların etkisinin istatistiki olarak önemli ($P<0.05$) olduğu görülmektedir.

Uygulamalara göre iyon sızıntısı değerlerinin %7.31-13.81 arasında değişim gösterdikleri belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek iyon sızıntısı değeri tuz uygulamasından %13.81 olarak elde edilirken bunu sırasıyla; kontrol uygulaması (%8.62), tuz+hümkik asit uygulaması (%7.76) ve hümkik asit uygulaması (%7.31) takip etmiştir.

Enzim ve proteinlerin birçoğu membranlarda yerleşik halde bulunmaktadır. Dolayısı ile membramlarda meydana gelen değişimler fizyolojik süreçte değişim ve kayıplara

sebebiyet vermektedir (Fan vd., 2003). Membran geçirgenliğindeki değişimler iyon sızıntısına sebep olmakta dolayısıyla hücrelerde ölümler meydana gelmektedir (Seylam Küşümler, 2011). Stres koşullarında oluşan iyon sızıntısındaki artış, membran bütünlüğünde bozulmalara neden olan oksidatif hasarın bir yansımasıdır (Assaha vd., 2016).

Domates bitkisinde yapmış olduğumuz çalışmanın sonucunda kontrol uygulamasında iyon sızıntısı %8.62 iken, tuz uygulamasında bu değer %13.81 olarak belirlenmiştir. Yani tuz uygulaması ile birlikte iyon sızıntısı değerinde artış meydana gelmiştir. Benzer bulgular farklı araştırmacılar tarafından biberde (Eroğlu, 2016; Shams, 2019), elma ve kirazda (Arıkan, 2017), marul, Yeni Zelanda ıspanağı, semizotu (Hniličková vd., 2019) ve çimde (Sharifiasl vd., 2019) tespit edilmiştir.

Yaptığımız çalışmanın sonucunda domates bitkisine tuz uygulaması yapıldığında iyon sızıntısı değerinin %13.81, tuz+hümkik asit uygulaması yapıldığında ise bu değer %7.76'ya düştüğü saptanmıştır. Bu durum tuzlu koşullarda hümkik asit uygulamasının iyon sızıntısında azalmaya sebep olduğunu göstermektedir. Bizim bulgularımızı destekler nitelikte Karimian vd. (2019), ateş çiçeğinde tuz+hümkik asit uygulamasının tuz uygulaması ile kıyaslandığında iyon sızıntısı değerini azalttığını bildirmektedirler.

Tuz ve hümkik asit uygulamalarının domates bitkilerinin yapraklarındaki klorofil değerleri üzerine olan etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde uygulamaların klorofil miktarı üzerine olan etkilerinin istatistiki anlamda önemli olduğu görülmektedir.

Çalışmada uygulamalara göre klorofil SPAD değerlerinin 33.65-44.66 arasında değişim gösterdikleri belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek klorofil SPAD değeri kontrol uygulamasından 44.66 olarak elde edilirken bunu sırasıyla; hümkik asit (43.97) ve tuz+hümkik asit uygulaması (40.22) takip etmiştir. Tuz uygulamasından ise en düşük klorofil SPAD (33.65) değeri elde edilmiştir.

Tuz stresi iyon birikimi, stomaların düzensiz çalışması (Yaşar, 2003) ve klorofil sentezinde görevli enzimlerin görevini yerine getirememesi gibi nedenlerden dolayı klorofil biyosentezini sekteye uğratmaktadır (Dajic, 2006).

Domates bitkisinde gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada kontrol uygulamasında SPAD değeri 44.66, tuz uygulanmış olan bitkilerin yapraklarında ise SPAD değeri 33.65 olarak tespit edilmiştir. Bu durum tuzlu koşulların bitki yapraklarındaki klorofil miktarında kayıplara sebep olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından biberde (Topaloğlu, 2010; Bora, 2015), asmada (Babalık, 2012) ve kargı kamışında (Kuşvuran vd., 2019) saptanmıştır.

Hümik asit birçok bitki fizyolojik sürecinde olduğu gibi klorofil içeriği üzerinde de olumlu etkilere sahiptir (Vaughan ve Malcom, 1985). Yapmış olduğumuz çalışmada tuz uygulamasında yapraklardaki SPAD değeri 33.65 iken, tuz+hümik asit uygulamasında ise SPAD değeri artarak 40.22 değerine ulaşmıştır. Rahman (2018) domateste, Shalaby ve El-Messairy (2018) kavunda, Meganid vd. (2015) fasulyede tuzlu koşullarda hümik asit ilavesinin sadece tuzlu koşullara göre klorofil değerlerini artırdığını bildirmektedirler. Bu bildirişler bizim bulgularımızı destekler niteliktedir.

Prolin miktarı üzerine uygulamaların etkisi Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde prolin miktarı üzerine uygulamaların etkisinin istatistiki anlamda önemli ($P<0.05$) olduğu görülmektedir.

Çalışmada en yüksek prolin değeri 671.82 $\mu\text{mol/g}$ ile tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tuz uygulamasını 474.83 $\mu\text{mol/g}$ ve 31.27 $\mu\text{mol/g}$ değerleri ile sırasıyla tuz+hümik asit ve kontrol uygulamaları takip etmiştir. En düşük prolin değeri ise 29.21 $\mu\text{mol/g}$ ile hümik asit uygulamasından elde edilmiştir.

Stres koşullarında yetiştiriciliği söz konusu olan bitkilerde en fazla biriken aminoasit prolindir. Prolin bitkilerin osmotik streslere maruz kaldığı durumlarda ilk fizyolojik tepki olarak ortaya çıkmakta ve hücre içinde vakuolde konsantrasyonu artmaktadır. Bu konsantrasyon artışı strese karşı bitkinin ne kadar dayanıklılık gösterebileceğinin bir göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Ünal, 2019).

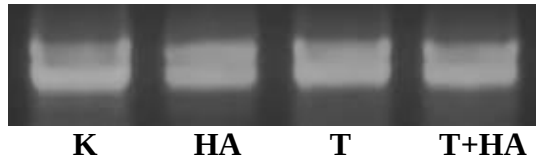
Domates bitkisinde yapmış olduğumuz bu çalışmada kontrol uygulamasında prolin miktarı 31.27 $\mu\text{mol/g}$ seviyesinde tespit edilirken; tuz uygulamasına baktığımızda çalışmada prolin miktarının artarak 671.82 $\mu\text{mol/g}$ seviyesine yükseldiği tespit edilmiştir. Benzer durum asmada (Singh vd., 2000; Çetin vd., 2011), mısırdaki (Yakıt

ve Tuna, 2006), tütünde (Çelik ve Atak, 2012), patatest (Sobieh vd., 2019) ve domatest (Al Khateeb vd., 2019) tespit edilmiştir.

Hümik asit stres altındaki birçok bitkinin prolin içeriğini olumlu yönde etkilemektedir (Kaya vd., 2018; Karimian vd., 2019; Sharifiası vd., 2019). Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada domates bitkilerine tuzlu koşullarda hümik asit uygulamasının sadece tuz uygulaması yapılan bitkilerle kıyaslandığında prolin değerlerinde %29.3 oranında azalmaya neden olduğu görülmektedir. Benzer durum Saidimoradi vd. (2019), tarafından çilekte belirlenmiştir. Bu bildiriş bulgularımızla paralellik arz etmektedir.

4.3. Toplam RNA Eldesi

Domates bitkisinde tuz stresi, hümik asit ve hümik asit+tuz uygulamalarının etkileri FeSOD, APX1, CAT2, GR1 antioksidatif savunma enzimlerinin gen ifadelerinin incelenmesi yoluyla aydınlatılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla öncelikle toplam RNA izole edilmiş ve agaroz jel elektroforezi ile görüntülenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Domates bitkisinde dört uygulama altında Total RNA bantları

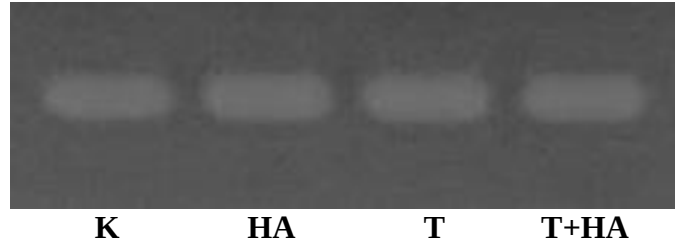
RNA bantları parçalanmamış ve bütün halde görüntülenmiş, nanodrop ile spektrofotometrik saflık analizleri de yapılarak izole edilen toplam RNA'nın cDNA sentezi için yeterli kalitede olduğu belirlenmiştir.

4.4. Hümik Asitin ve Stres Uygulamalarının *EF-1* Gen İfadesi Üzerine Etkisi

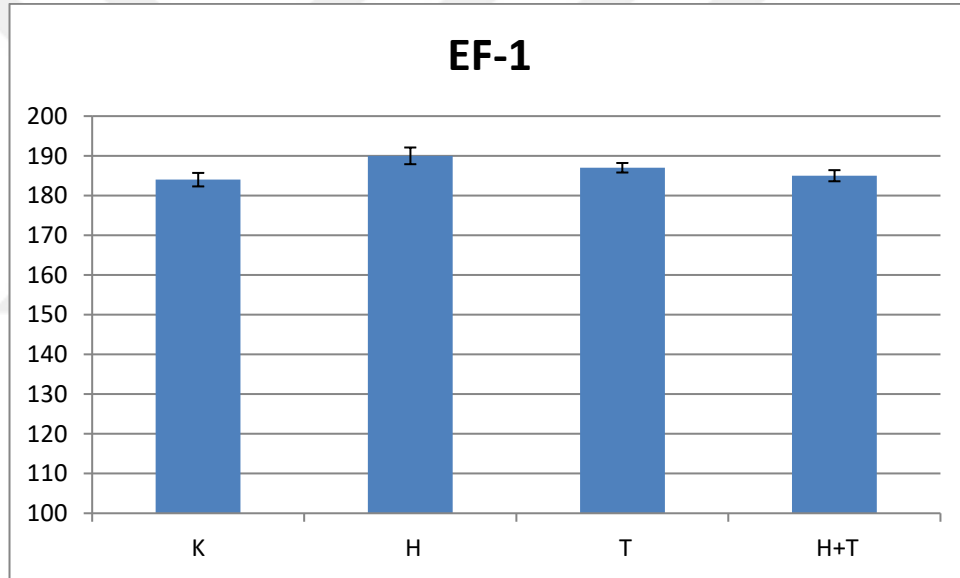
Domates bitkisinde tuz stresi, hümik asit ve hümik asit+tuz uygulamalarının etkileri FeSOD, APX1, CAT2 ve GR1 antioksidatif savunma enzimlerinin gen ifadelerinin incelenmesi yoluyla aydınlatılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla EF-1 homebox gen olarak seçilmiştir.

Uygulamaların domateste *EF-1* ifadesi üzerindeki etkilerini incelemek için bant şiddetleri Image J analiz programı yardımıyla sayısallaştırılarak hesaplanmıştır.

Domates bitkilerinin *EF-1* gen ifadelerine ait agaroz jel elektroforezi sonuçları Şekil 4.2.'de, *EF-1* gen ifadesinin yarı kantitatif sonuçları ise Şekil 4.3.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Domates bitkisinde dört uygulama altında *EF-1* gen ifadesi



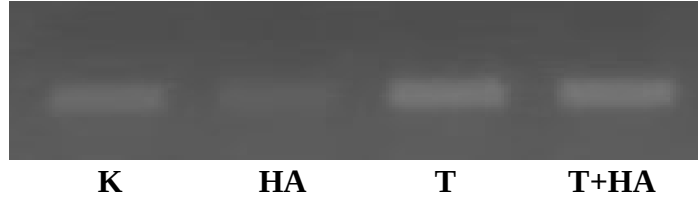
Şekil 4.3. Domates bitkisinde total *EF-1* gen ifadesi

EF-1 gen ifadeleri uygulamalar arasında büyük ölçüde aynı kalarak *EF-1*'in uygun bir içsel kontrol olduğu ve bitkilerin yaşamsal faaliyetlerinin uygulamalar altında devam ettiği belirlenmiştir.

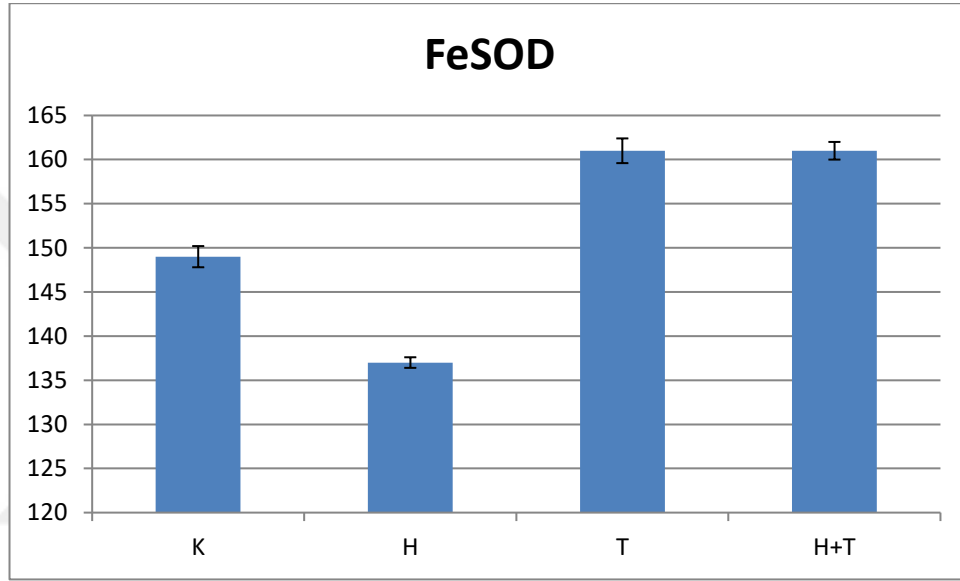
4.5. Hümik Asitin ve Stres Uygulamalarının *FeSOD* Gen İfadesi Üzerine Etkisi

Uygulamaların domateste süperoksit dismütaz gen ifadesi üzerindeki etkilerini karşılaştırmak için ifade bant şiddetleri Image J analiz programı yardımıyla sayısallaştırılarak hesaplanmıştır.

Domates bitkilerinin *FeSOD* gen ifadelerine ait agaroz jel elektroforezi sonuçları Şekil 4.4’de, *SOD* gen ifadesinin yarı kantitatif sonuçları ise Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.4. Domates bitkisinde *FeSOD* gen ifadesi



Şekil 4.5. Domates bitkisinde total *FeSOD* gen ifadesi

Çalışmada *FeSOD* gen ifadesi değerleri 137-161 arasında değişim gösterirken; en yüksek değerler tuz ve hümik asit+tuz uygulamalarından, en düşük değer ise hümik asit uygulamasından elde edilmiştir.

Süperoksit dismütaz, süperoksit radikalının hidrojen peroksit ve oksijene dönüşümünü katalizleyerek organizmalara oksijen varlığında hayatta kalma olanağı veren bir enzimdir. SOD enzimin tüm formları çekirdek tarafından kodlanır ve amino ucunun işaretlenmesi ile de gideceği hücre kompartmanı belirlenir (Creighton, 1999). Süperoksit radikalının dismütasyonu reaksiyonda görev alan SOD, hücrede stres altında biriken zararlı serbest radikallerin düzenlenmesine dahil olmaktadır.

Yapılan çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında domates bitkisinin *FeSOD* gen ifadesi değerlerinin tuz uygulaması ile %8 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir

(Şekil 4.4). Bizim bulgularımızı destekler nitelikte farklı araştırmacılar tarafından mısırdada (Kaya vd., 2018), sorgum (Adam vd., 2019), domateste Amjad vd., 2019) ve biberde (Ekinci vd., 2019) tuz uygulamasının SOD enzim aktivitesinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

Domates bitkisinde yapmış olduğumuz çalışmanın sonucunda hümik asit uygulamasının kontrol uygulamasına göre %8.1 oranında azalma gösterdiği saptanmıştır. Haghighi ve Teixeira Da Silva (2013) domates bitkisinde gerçekleştirmiş oldukları çalışma sonucunda hümik asit uygulamasının kontrol uygulamasına göre SOD enzim aktivitesinde düşüşe neden olduğunu bildirmektedirler. Bu bildiriş bulgularımızla paralellik arz etmektedir.

Yıldıztekin vd. (2018) biberde, Sharifiasl vd. (2019) bermuda çiminde yapmış oldukları çalışmalarda, kontrol uygulamaları ile kıyaslandıklarında tuz uygulamalarının SOD enzim aktivitesini artırdığı, hümik asit uygulamalarının ise SOD enzim aktivitesini azalttığı yönünde görüş bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmada tuz uygulaması ile tuz stresi altındaki domates bitkilerine hümik asit uygulamasının SOD enzim aktivitesinde benzer etkileri olduğu saptanmıştır. Benzer sonuçlar Adam vd. (2019), tarafından sorgumda ve Saidimoradi vd. (2019), tarafından çilekte tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumun hümik asit dozları, tuz konsantrasyonları, çeşit, yıl gibi faktörlere göre değişiklik gösterebileceğini bildirmişlerdir. Tüm bu bildirişler bizim bulgularımızla paralellik arz etmektedir.

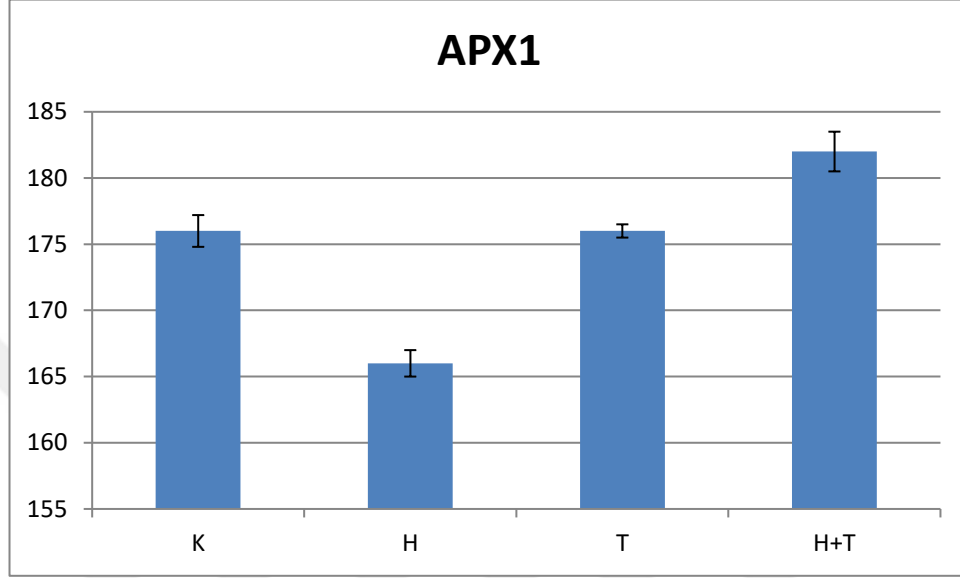
4.6. Hümik Asitin ve Stres Uygulamalarının *APX1* Gen İfadesi Üzerine Etkisi

Uygulamaların domateste askorbat peroksidaz gen ifadesi üzerindeki etkilerini karşılaştırmak için ifade bant şiddetleri Image J analiz programı yardımıyla sayısallaştırılarak hesaplanmıştır.

Domates bitkilerinin *APX1* gen ifadesine ait agaroz jel elektroforezi sonuçları Şekil 4.6.'de, *APX1* gen ifadesinin yarı kantitatif sonuçları ise Şekil 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.6. Domates bitkisinde *APX1* gen ifadesi



Şekil 4.7. Domates bitkisinde total *APX1* gen ifadesi

Çalışmada *APX1* gen ifadesi değerleri 166-182 arasında değişim gösterirken; en yüksek değer hümik asit+tuz uygulamasından, en düşük değer ise hümik asit uygulamasından elde edilmiştir.

Askorbat peroksidaz hem peroksidaz enzim ailesinin bir üyesi olup mayadan insana pek çok canlıda bulunmaktadır. Ayrıca bitki hücrelerinin hem sitoplazmalarında hem de kloroplastlarında bol miktarda bulunan bir enzim olan askorbat peroksidazın hidrojen peroksiti enzimatik olarak ortadan kaldırması sırasında indirgeyici olarak görev almaktadır (Çevik, 2009).

Yapılan çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında tuz stresi altındaki domates bitkisinin *APX1* gen ifadesinin benzer olduğu görülmüştür (Şekil 4.6). Araştırmacılar bu enzim aktivitesinin tuz stresi altında genellikle artış gösterdiğini (Bandoğlu vd., 2004; Zhu vd., 2004; Yasar vd., 2006; Al-aghabary vd., 2007) ancak bazı durumlarda (ortamda oksidatif stresin daha fazla olması, tür veya çeşitlerin tuza duyarlı olmaları gibi) aynı seviyede kalabileceği ya da azalabileceği (Hernandez vd., 1995; Al-aghabar

vd., 2007; Özden vd., 2009; Amjad vd., 2019; Demir, 2019) yönünde görüş bildirmektedirler.

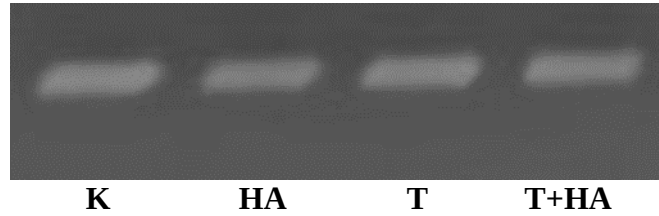
Domates bitkisinde yapmış olduğumuz çalışmanın sonucunda hümit asit uygulamasının kontrol uygulamasına göre %5 oranında APX1 gen ifadesinde azalma gösterdiği saptanmıştır. Bizim bulgularımızı destekler nitelikte farklı araştırmacılar tarafından açelyada (Elmong vd., 2018) ve soyada (Dinler vd., 2016) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalar sonucunda hümit asit uygulamasının kontrol uygulamasına göre APX enzim aktivitesinde düşüşe neden olduğunu bildirmektedirler.

Yapılan çalışmada tuz uygulaması ile kıyaslandığında tuz+hümit asit uygulamasının APX1 gen ifadesinde %3 oranında artışa neden olduğu görülmüştür. Nigania vd. (2017) tarafından tuzlu koşullarda yetiştirilen yerfıstığında hümit asit uygulamasının APX enzim aktivitesini artırdığını saptamışlardır. Bu bildiriş bulgularımızla paralellik arz etmektedir.

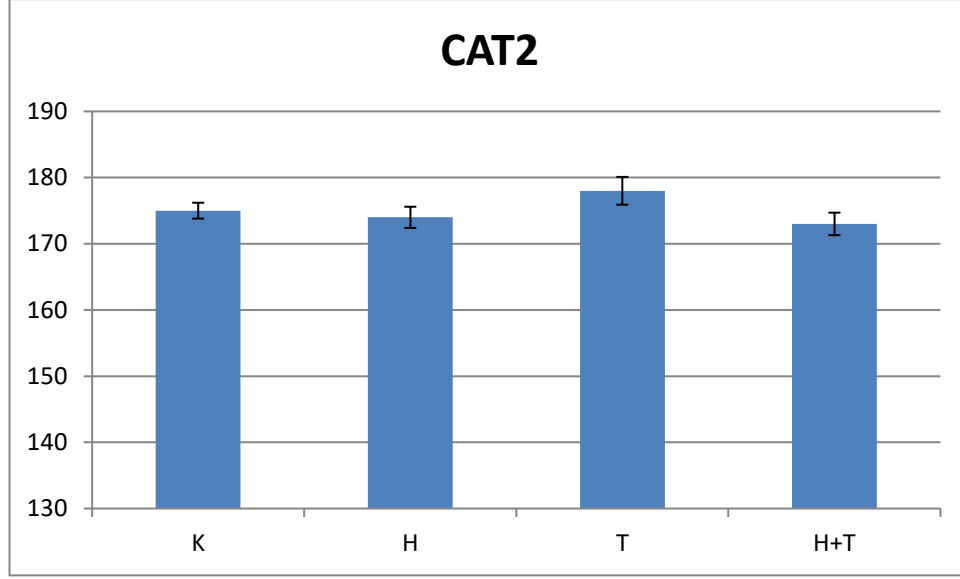
4.7. Hümit Asitin ve Stres Uygulamalarının CAT2 Gen İfadesi Üzerine Etkisi

Uygulamaların domateste katalaz ifadesi üzerindeki etkilerini karşılaştırmak için ifade bant şiddetleri Image J analiz programı yardımıyla sayısallaştırılarak hesaplanmıştır.

Domates bitkilerinin CAT2 gen ifadesine ait agaroz jel elektroforezi sonuçları Şekil 4.8’de, CAT2 gen ifadesinin grafiksel sonuçları ise Şekil 4.9’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Domates bitkisinde CAT2 gen ifadesi



Şekil 4.9. Domates bitkisinde total CAT2 gen ifadesi

Çalışmada CAT2 gen ifadesi ile ilgili tüm sonuçlar incelendiğinde değerlerin 173-178 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. CAT2 gen ifadesi en fazla tuz uygulamasında görülürken en az hümik asit uygulamasında meydana gelmiştir.

Katalaz, hücreleri strese karşı korumada görev alan en önemli enzimatik antioksidanlardan biridir. Stres koşulları altında oluşan zararlı H_2O_2 'nin H_2O ve O_2 'e direkt olarak dönüşümünü sağlamaktadır. CAT, çoğunlukla peroksizomlarda, çok az miktarda da mitokondri matriksinde ihtiva etmektedir (Foyer vd., 1994).

Çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında domates bitkilerinin CAT2 gen ifadesi değerlerinin tuz uygulaması ile %1.7 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.8.). Bizim bulgularımızı destekler nitelikte farklı araştırmacılar tarafından fasulyede (Taibi, 2016), biberde (Ekin vd., 2019) ve buğdayda (Yiğit, 2018) tuz uygulamasının CAT enzim aktivitesinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

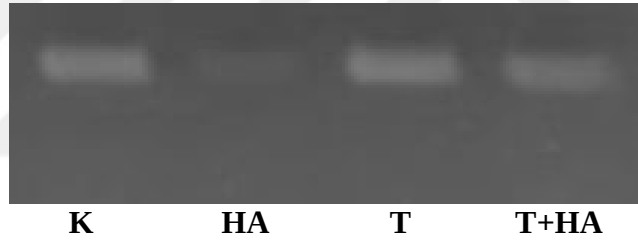
Domates bitkisinde yapmış olduğumuz çalışmanın sonucunda hümik asit uygulamasının kontrol uygulamasına göre gen ifadesi değerlerinde %0.5 oranında azalma sağladığı saptanmıştır. Hatami vd. (2018) bademde, Adam vd. (2019) ise sorgumda yapmış oldukları çalışmalar sonucunda hümik asit uygulamasının kontrol uygulamasına göre CAT enzim aktivitesinde düşüşe neden olduğunu bildirmektedirler. Bu bildirişler bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Yapılan çalışmada tuz+hümkik asit uygulamasının tuz uygulamasına göre *CAT2* gen ifadesinde %2 oranında azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Bu sonuçları destekler şekilde Yıldıztekin vd. (2018) tuzlu koşullarda yetiştirilen biber bitkilerinde ve Kaya vd. (2018) tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır bitkilerinde hümkik asit uygulamalarının *CAT* enzim aktivitesinde azalmaya neden olduğunu saptamışlardır.

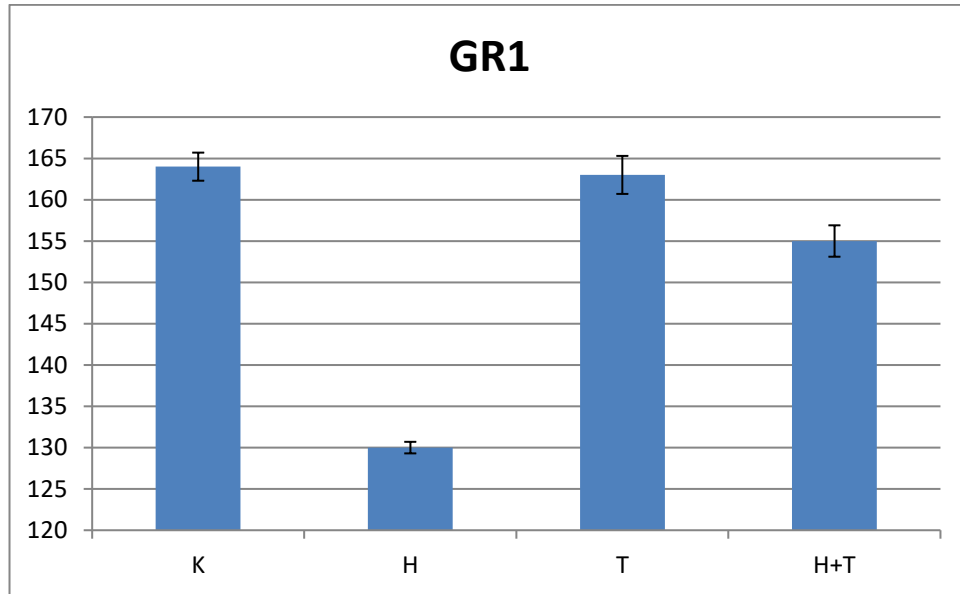
4.8. Hümkik Asitin ve Stres Uygulamalarının *GR1* Gen İfadesi Üzerine Etkisi

Uygulamaların domatestede glutatyon redüktaz gen ifadesi üzerindeki etkilerini karşılaştırmak için ifade bant şiddetleri Image J analiz programı yardımıyla sayısallaştırılarak hesaplanmıştır.

Domates bitkilerinin *GR1* gen ifadelerine ait elektroforez görüntüleri Şekil 4.10.'de, grafiksel *GR1* gen ifadesi sonuçları ise Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Domates bitkisinde *GR1* gen ifadesi



Şekil 4.11. Domates bitkisinde total *GR1* gen ifadesi

Çalışmada uygulamalara göre *GR1* gen ifade değerlerinin 130-164 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. *GR1* gen ifadesi en fazla kontrol ve tuz uygulamalarında meydana gelirken, en az hümik asit uygulamasında görülmüştür.

Glutasyon redüktaz; elektron verici olarak NADPH'ı kullanarak yükseltgenmiş glutatyonun (GSSG) indirgemesini (GSH) katalizleyen enzimdir. Antioksidan özelliğinden dolayı GSH, hücrenin antioksidan kapasitesinin devamlılığı için önem teşkil eder (Mullineaux vd., 1996).

Yapılan çalışmada kontrol grubu ile kıyaslandığında tuz uygulamasının domates bitkisinin *GR1* gen ifadesini %0.6 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.10). Tuz stresi altında GR aktivitesi artış eğiliminde olabileceği gibi (Bayat vd., 2014; Kıran vd., 2015) bitki dokularına (Neto vd., 2006) ve çeşitlere göre benzer ya da azalma eğiliminde olabilir (Sairam vd., 2002; Yaşar vd., 2008; Doğan, 2012).

Domates bitkisinde yapmış olduğumuz çalışmanın sonucunda hümik asit uygulamasının kontrol uygulamasına göre *GR1* gen ifadesini %20 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Wu vd. (2016), zambakta yaptıkları çalışmada hümik asit uygulamalarının kontrol uygulamasına göre GR enzim aktivitesinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir. Yapılan çalışmada tuz+hümik asit uygulamasının tuz uygulamasına göre *GR1* gen ifadesini %5 oranında azalttığı saptanmıştır. Jarosova vd. (2016), tuz stresi altında olan arpa bitkilerine hümik asit uygulamasının GR enzim aktivitesinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızı destekler niteliktedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkisel üretimde abiyotik ve biyotik stres etmenleri sonucunda bitkinin büyüme ve gelişmesinde bazı sıkıntılar baş göstermektedir. Üretimde yaşanan bu sıkıntılar birim alandan elde edilecek olan ürün miktarında azalmalara sebebiyet vermektedir. Abiyotik stres koşullarından bir tanesi olan tuzluluk stresi bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal seviyelerde etkin olarak bitki gelişimini etkilemektedir.

Bu çalışma domates bitkisinde tuz stresinin etkisini belirlemek ve tuz stresi üzerinde hümit asit uygulamasının nasıl bir etki meydana getireceğini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda kontrol uygulaması ile kıyaslandığında 150 mM tuz (NaCl) uygulaması domates bitkisinde gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, gövde uzunluğu, kök uzunluğu ve yapraklardaki klorofil değerlerini azaltırken; iyon sızıntısı, MDA ve prolin değerleri ile antioksidatif enzim gen ifadelerini artırmıştır. Bu durum tuz stresinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini açıkça ortaya koymaktadır.

Yürütölmüş olan bu yüksek lisans tez çalışmasında tuz stresinin bitkilerde ortaya çıkarmış olduğu olumsuzlukların önüne geçebilmek ya da etkisini azaltmak amacıyla tuz uygulaması yapılan bitkilere hümit asit uygulaması da yapılmıştır. Çalışma sonucunda tuz+hümit asit uygulamalarının birlikte gerçekleştirilmesi sadece tuz uygulaması yapılan bitkiler ile kıyaslandığında gövde yaş/kuru ağırlığında, kök yaş/kuru ağırlığında, gövde/kök uzunluğunda ve yaprak klorofil değeriinde önemli düzeylerde artışa sebebiyet verdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışma sonucunda tuz uygulanan bitkilere hümit asit uygulamasının iyon sızıntısı, MDA ve prolin değerlerinde azalmalar meydana getirdikleri saptanmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada, tuz stresi altındaki bitkilere hümit asit uygulamasının *SOD* gen ifadesinde değışime neden olmaz iken, *APX* gen ifadesinde artışa, *CAT* ve *GR* gen ifadelerinde ise azalmalara neden olduğu görölmüştür. Bu durum tuz stresinin yaşandığı koşullarda bitkilere uygulanacak olan hümit asitin tuz stresini azaltmada etkin rol oynayabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Abdellatif, I.M.Y., Abdel-aty y.Y., Abdel-mageed Y.T. & Hassan M.M. (2017). Effect of Humic Acid on Growth and Productivity of Tomato Plants Under Heat Stress. *Journal of Horticultural Research*, 25(2), 9-17. <https://doi.org/10.1515/johr-2017-0022>
- Abogadallah, G.M. (2010) Insights into the significance of antioxidative defense under salt stress. *Plant Signaling & Behavior*, 5(4), 369-374.
- Adam, Y.A.A., Ibrahim, M.E.H., Zhou, G., Nimir, E.A.N., Jiao, X., Zhu, G., Elsiddig, A.M.I., Zhi W., Chen X. & Lu H. (2019). Ameliorative Effects of Jasmonic Acid and Humic Acid on Antioxidant Enzymes and Salt Tolerance of *Forage Sorghum* under Salinity Conditions. *Agronomy Journal*, 111, 3099–3108. <https://doi:10.2134/agronj2019.05.0347>.
- Akıncı, S. & Akıncı, İ.E. (2000). Bazı patlıcan (*Solanum melongena* L.) Çeşitlerinin çimlenme döneminde tuza tepkileri. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(1), 58-64.
- Akıncı, Ş. (2011). Hümik asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. *Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 46-56.
- Akıncı, Ş. (2017). Humik asitlerin stres altındaki bitkilerin büyümesine ve besleyicilerin alınmasına etkileri 1: tuzluluk. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 134-143. <https://doi.org/10.7240/marufbd.319900>.
- Akladios, S.A. & Mohamed, H.I. (2018). Ameliorative effects of calcium nitrate and humic acid on the growth, yield component and biochemical attribute of pepper (*Capsicum annuum*) plants grown under salt stress. *Scientia Horticulturae*, 236, 244-250. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.047>.
- Al Khateeb, W., Basahi, R.A. & Al-Qwasemeh, H. (2019). Effect of salt stress on in vitro grown *Solanum nigrum* L. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (1), 72-78.
- Al-aghabary, K., Zhu, Z. & Sh, Q. (2007). Influence of Silicon Supply on Chlorophyll Content, Chlorophyll Fluorescence, and Antioxidative Enzyme Activities in Tomato Plants Under Salt Stress. *Journal of Plant Nutrition*, 27(12), 2101-2115. <http://dx.doi.org/10.1081/PLN-200034641>.
- Al-Karaki, G.N. (2000). Growth, Water Use Efficiency, and Sodium and Potassium Acquisition by Tomato Cultivars Grown Under Salt Stress. *Journal Of Plant Nutrition*, 23(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/01904160009381992>.
- Al-Remi, F., Arvas, Y.E., Durmuş, M. & Kaya, Y. (2018). Domates bitkisi ve in vitro mikro çoğaltımı. *Journal of Engineering Technology and Applied Sciences*, 3(1), 57-73. <https://doi.org/10.30931/jetas.418758>.
- Alsafari, S.A., Galal, H.K. & Bafeel, S.O. (2019). Growth and anatomy of the tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) Cultivars marmande and oria under salinity

stress. *Pakistan Journal Of Botany*, 51(4), 1199-1207.
[http://doi.org/10.30848/PJB2019-4\(16\)](http://doi.org/10.30848/PJB2019-4(16)).

Amjad, M., Ameen, N., Murtaza, B., Imran, M., Shahid, M., Abbas G., Naeem M.A. & Jacobsen S.E. (2019). Comparative Physiological and Biochemical Evaluation of Salt and Nickel Tolerance Mechanisms in Two Contrasting Tomato Genotypes. *Scandinavian Plant Physiology Society*, ISSN 0031-9317.

Anonim (2020a). World Tomato Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Son Erişim Tarihi:18.05.2020).

Anonim (2020b). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Son erişim tarihi: 18.05.2020).

Arduç, S., Mut, Z., & Erbaş Köse, Ö.D. (2020). İki ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşidinde hümit/fulvik asit uygulamasının tane verimi ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 7, 221-232. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.692203>.

Arıkan, Ş. (2017). *Faydalı Rizobakteri Uygulamalarının Tuzlu Toprak Şartlarında Elma Ve Kirazda Etkileri*. (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Ashraf, M., & Ali, Q. (2008). Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 63, 266–273. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.11.008>.

Assaha, D.V.M., Liu, L., Ueda, A., Nagaoka, T. & Saneoka, H. (2016). Effects of drought stress on growth, solute accumulation and membrane stability of leafy vegetable, huckleberry (*Solanum scabrum* mill.). *Journal of Environmental Biology*, 37(1),107.

Atış, İ. (2011). Bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 58-67.

Aydın A., Kant C. & Turan M. (2012). Humic Acid Application Alleviate Salinity Stress Of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants Decreasing Membrane Leakage, *African Journal of Agricultural Research*, 7(7), 1073-1086.

Aydın, S., Büyük, İ. & Aras, E.S. (2014). Expression of sod gene and evaluating its role in stress tolerance in nacl and peg stressed lycopersicum esculentum. *Turk J Bot*, 38, 89-98. <https://doi.org/10.3906/bot-1305-1>.

Babalık, Z. (2012). *Tuz ve Su Stresinin Asmaların Bazı Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri*. (Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Babu, M.A., Singh, D. & Gothandam, K.M. (2012). The effect of salinity on growth, hormones and mineral elements in leaf and fruit of tomato cultivar pkm1. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(1), 159-164.
- Balal, R.M., Javaid, M.M., Shahid, M.A., Tariq, H., Zubair, M., Akram, A., Akhtar, G. & Khan, M.W. (2016). Plant Growth is Highly Associated with the Concentration of Organic and Inorganic Osmolytes, Antioxidant Activities in Salt Stress Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Plants. Science International*, 4, 30-38. <http://doi.org/10.3923/sciintl.2016.30.38>.
- Bandeoglu, E., Eyidoğan, F., Yücel, M. & Öktem, H.A. (2004). Antioxidant Responses of Shoots and Roots of lentil to NaCl-Salinity Stress. *Plant Growth Regulation*, 42, 69-77.
- Bates L.S., Waldren R.P. & Teare ID. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil*, 39, 205-207.
- Bayat, R.A., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş. & Üstün A.S. (2014). Tuz Stresi Altındaki Genç Kabak (*Cucurbita pepo* L. ve *C. moschata* Poir.) Bitkilerine Uygulanan Prolin'in, Antioksidatif Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1), 25–33.
- Baykal, F. (2006). *Tuz Stresinin Triticale ve bazı Secale taksonlarında Süperoksit Dismütaz (SOD;EC 1.15.1.1) ve Peroksidaz (POD;EC 1.11.1.7) Aktiviteleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Benazzouk, S., Djazouli, Z.E. & Lutts, S. (2018). Assessment of the preventive effect of vermicompost on salinity resistance in tomato (*Solanum lycopersicum* cv. Ailsa craig). *Acta Physiologiae Plantarum*. 40. <http://doi.org/10.1007/s11738-018-2696-6>.
- Bergougnoux, V. (2014). The history of tomato: From domestication to biopharming, *Biotechnology Advances*, 32, 170-189. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.003>.
- Bolarin, M.C., Parra M., Estan, M.T. & Cayuela E. (2001). NaCl pre-treatment at the seedling stage enhances fruit yield of tomato plants irrigated with salt water. *Plant and Soil*, 230, 231–238. <https://doi.org/10.1023/A:1010380432447>.
- Bora, M. (2015). *Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik Ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A. & Hasegawa, P.M. (2005). *Plant Adaptive Responses to Salinity Stress*, Center for Plant Environmental Stress Physiology Purdue University, Blackwell Publishing.

- Bulut, F. (2007). *Bakla (Vicia faba L.)’da Tuzluluğun Fide Gelişimine Ve Bazı Minerallerin Alımına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Burssens, S., Himanen, K., Cotte, B.V., Beeckman, T., Montagu, M.V., Inze, D.& Verbruggen, N. (2000). Expression of cell cycle regulatory genes and morphological alterations in response to salt stress in arabidopsis thaliana, *Planta*, 211, 632-640.
- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S. & Aras, S. (2012). Bitkilerin Stres Koşullarına Verdiği Moleküler Cevaplar. *Türk Hij Den Biyol Dergi*, 69(2), 97-110. <https://doi.org/10.5505/TurkHijyen.2012.40316>.
- Chen, Y. & Avnimelech, Y., (1986). *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*, Martinus Nijhoff Publisers, Dordrecht, 80.
- Creighton, T.E. (1999). *Encyclopedia of Molecular Biology*, 1(4), 631-632.
- Çekiç, F.Ö. (2004). *Tuz ve Ağır Metal stresine Maruz Bırakılan Domates Bitkisinde Bazı Fizyolojik Parametrelerin ve Antioksidant Savunma Sisteminin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Çelik, C. (2003). Tabiat ananın gizemli hediyesi; humik maddeler (II), *Hasad Dergisi*, 19, (217).
- Çelik H., Aşık, B.B., Turan, M.A. & Katkat, A.V. (2012). Yapraktan Uygulanan Hümkik Asitin Kireçli Ve Tuzlu Toprak Koşullarında Mısır Bitkisinin Gelişimi Ve Kimi Besin Elementleri Alımı Üzerine Etkisi, *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 549-561.
- Çelik, C. (2010). *Zeytin Karasuyundan Hümkik Asit (Ha) ve Fulvik Asitlerin (Fa) Eldesi ve Karakterizasyonu*, (Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Lisansüstü, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Çelik, Ö. & Atak, C. (2012). The effect of salt stress on antioxidative enzymes and proline content of two Turkish tobacco varieties. *Turkish Journal of Biology*, 36(3), 339. <http://doi.org/10.3906/biy-1108-11>.
- Çetin, E.S., Toy, D., Adar, M. & Göktürk Baydar, N. (2011). Tuz Stresinin in Vitro Koşullarda Bazı Amerikan Asma Anaçlarında Sürgün Gelişimi ve Prolin Miktarları Üzerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 1-7.
- Çevik, S. (2009). *Kuraklık Toleransları Farklı Olan Cicer (Nohut) Genotiplerinde Askorbat ve Glutasyon Uygulamalarının Antioksidan Sistem Üzerine Etkilerinin Araştırılması ve Genomik Varyasyonlarının Karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Çimrin, K. M., Türkmen, Ö., Turani M. & Tuncer, B. (2010). Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling, *African Journal of Biotechnology*, 9(36), 5845-5851.
- Çulha, Ş. & Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. *AKU J. Sci.*, 11, 11-34.
- Dajic, Z. (2006). Salt Stress, Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants, Dordrecht, *The Netherlands*, 345.
- David, P.P., Nelson, P.V. & Sanders, D.C. (1994). A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture, *Journal of Plant Nutrition*, 17(1), 173-184, <http://doi.org/10.1080/01904169409364717>.
- De Herralde, F., Biel, C., Save, R., Morales, M.A, Torrecillas, A., Alarcon, J.J. & Sanchez-Blanco, M.J. (1998). Effect of water and salt stresses on the growth, gas exchange and water relations in *Argyranthemum coronopifolium* plants. *Plant Science*, 39, 9–17.
- Deepa Devi, N. & Arumugam, T. (2019). Screening of tomato genotypes at various levels of salinity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3): 3199-3201.
- Delamor, F.M., Martinez, V. & Cerda, A. (2001). Salt Tolerance of Tomato Plants as Affected by Stage of Plant Development. *Hortscience*, 36(7), 1260–1263. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.36.7.1260>.
- Demir, Y. (2019). Cross-stress Tolerance (Cold and Salt) in Plants Have Different Seed Nutrient Content (Maize, Bean and Wheat). *Alinteri J. of Agr. Sci.* 34(2), 121-127. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.638989>.
- Demiral, T. & Türkan, I. (2004). Does exogenous glycinebetaine affect antioksidative system of rice seedlings under NaCl treatment. *Journal of Plant Physiology*, 161, 1089-1100. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.03.009>.
- Dınler, B.S., Gunduzer, E. & Tekinay, T. (2016). Pre-treatment of Fulvic Acid Plays a Stimulant Role in Protection of Soybean (*Glycine max* L.) Leaves Against Heat and Salt Stress. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 58(1), 29–41. <https://doi.org/10.1515/abcsb-2016-0002>.
- Doğan, M. (2012). Azot Uygulamasının Tuz Stresi ve Antioksidan Enzim Aktivitesine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(3), 297-306.
- Doğanay, Ö., Köse, E., Kardeş, Y.M., Karaer M. & Mut Z. (2019). Yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çeşitlerinde farklı priming uygulamalarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *BSEU Journal of Science*, 6, 247-255.

- Dorai, M., Papadopoulos, A.P. & Gosselin, A. (2001). Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *EDP Sciences*, 21(4), 367-383. <https://doi.org/10.1051/agro:2001130>.
- Dumićić, G., Carlos Díaz-Pérez, J., Sidhu, H.S., Urlić, B., Goreta Ban, S., Maclean & D., Workman, S. (2018). Morphological and Physiological Changes of Brassica oleracea Acephala Group Seedlings as Affected by Ion and Salt Stress. *Poljoprivredna Znanstvena Smotra/Agriculturae Conspectus Scientificus*, 82, 341-344.
- Ekinci, M., Yıldırım, E., Dursun, A. & Mohamedsrajen, N.S. (2019). Putrescine, Spermine and Spermidine Mitigated the Salt Stress Damage on Pepper (*Capsicum annum* L.) Seedling. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2). <https://doi.org/10.29133/yyutbd.562482>.
- Elkoca, E. (1997). *Fasulye (Phaseolus vulgaris L.)'de Tuza Dayanıklılık Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Elmongy, M.S., Zhou, H., Cao, Y., Liu, B. & Xia Y. (2018). The Effect of Humic Acid on Endogenous Hormone Levels and Antioxidant Enzyme Activity During In Vitro Rooting of Evergreen Azalea. *Scientia Horticulturae*, 227, 234-243. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.027>.
- Eroğlu, B. & Tuna, A.L. (2016). Tuz stresi altındaki biber (*Capsicum annum* L.). bitkisinde bazı organik ve inorganik bileşiklerin antioksidatif sisteme etkileri, *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 32, 122-131. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.289038>.
- Eroğlu, B. (2016). *Tuz Stresi Altındaki Biber (Capsicum annum L.) Bitkisinde Antioksidatif Sistem Üzerine Bazı Organik ve İnorganik Bileşiklerin Karşılaştırılmalı Etkinliklerinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Fan, X., Neamira, B.A. & Sokorai, K.J.B. (2003). Use of ionizing radiation to improve sensory and microbial quality of fresh-cut green onion leaves. *J. Food Sci.* 68(4), 1478-1483.
- Foyer, C.H., Lelandais, M. & Kunert, K.J. (1994). Photooxidative stress in plants. *Physiologia Plantarum*, 92(4), 696-717.
- Fujita M., Fujita Y., Noutoshi Y., Takahashi F., Narusaka Y., Yamaguchi-Shinozaki K. & Shinozaki K. (2006). Crosstalk Between Abiotic And Biotic Stress Responses: A Current View From The Points Of Convergence In The Stress Signaling Networks, *Current Opinion in Plant Biology*, 9, 436-442.
- Gad El-Hak, S.H., Ahmed, A.M. & Moustafa, Y.M.M. (2012). Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield and yield components of peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of Horticultural Sciences and Ornamental Plants*. 4, 318-328. <http://doi.org/10.5829/idosi.jhsop.2012.4.3.262>.

- Garcíaa, A.C., Santos, L.A., Izquierdo, F.G., Sperandio, M.V.L., Castro, R.N. & Berbara, R.L.L. (2012). Vermicompost humic acids as an ecological pathway to protect rice plant against oxidative stress. *Ecol. Eng.*, 47, 203-208.
- Geçer, M.K. (2020). Humik asit uygulamalarının bazı çilek çeşitlerinin meyve verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(1), 21-27. <https://doi.org/10.24180/ijaws.654533>.
- Grunberg, K., Fernández-Muñoz, R. & Cuartero J. (1995). Growth, flowering, and quality and quantity of pollen of tomato plants grown under saline conditions. *Acta Horticulturae*, 68(1), 484-489.
- Gumuzzio J., Polo A., Diaz M.A. & Ibanez J.J. (1985). Ecological aspects of humification in saline soils in central Spain. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, 22(2), 193-203.
- Hafez, M.M., Shafeek, M.R., Mahmoud, A.R. & Ali, A.H. (2015). Beneficial effects of nitrogen fertilizer and humic acid on growth, yield and nutritive values of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Middle East Journal of Applied Sciences*, 5(2), 597-603.
- Haghighi, M. & Teixeira Da Silva, J.A. (2013). Amendment of hydroponic nutrient solution with humic acid and glutamic acid in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) culture. *Soil Science and Plant Nutrition*, 59(4), 642-648. <https://doi.org/10.1080/00380768.2013.809599>
- Hatami, E., Shokouhian, A.A., Ghanbari, A. R. & Naseri, L.A. (2018). Alleviating Salt Stress in Almond Rootstocks Using of Humic Acid. *Scientia Horticulturae*, 237, 296-302. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.034>
- Hatipoğlu, H. & Yıldırım, M.U. (2020). Farklı büyüme ortamı ve hümik asit uygulamalarının safran (*crocus sativus* L.) Kormlarının gelişimine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı*, 143-151.
- Hernandez, J.A., Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F., Del Rio, I.A. (1995). Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Science*, 105, 151-167.
- Hniličková, H., Hnilička, F., Orsák, M. & Hejnák, V. (2019). Effect of salt stress on growth, electrolyte leakage, Na⁺ and K⁺ content in selected plant species. *Plant, Soil and Environment*, 65(2), 90-96. <https://doi.org/10.17221/620/2018-PSE>.
- Husein, M.E., Abou El Hassan, S. & Shahein, M.M. (2015). Effect of humic, fulvic acid and calcium foliar application on growth and yield of tomato plants. *International Journal of Biosciences*, 7(1), 132-140. <https://doi.org/10.12692/ijb/7.1.132-140> A.
- İzci, B. (2007). *Pamukta (Gossypium hirsutum L.) Tuza Toleransın in vitro Koşullarda Belirlenmesi*. (Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Jarosova, M., Klejdus, B., Kovacik, J., Babula, P. & Hedbavny, J. (2016). Humic Acid Protects Barley Against Salinity. *Acta Physiol Plant*, 38, 161. <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2181-z>.
- Kabay, T. (2018). Farklı tuz dozlarında üretilen marulda humik asitin bitki gelişimine etkisi. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 5, 37-43. ISSN 2602 – 4136.
- Kadıoğlu A. (2004). *Bitki fizyolojisi*. Trabzon, Lokman Yayın
- Kalyoncu, Ö. (2013). *Hümk Asitin Tuz Stresi Altında Yetişen Maş fasulyesi (Vigna radiata (L.) R. Wilczek) Gelişimine ve İyon Alımına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Kalyoncu, Ö., Akinci, S. & Bozkurt, E. (2017). The effects of humic acid on growth and ion uptake of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) grown under salt stress. *African Journal of Agricultural Research*, 12(49), 3447-3460.
- Kant, C. (2008). *Toprakta Oluşturulan Tuz Stresi Koşullarında Hümk Asit ve Hidrojel Uygulamasının Bazı Toprak Özellikleri ile Bazı Fizyolojik Bitki Parametreleri Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Karaçal, İ. (2004). *Gübrelemede Çevreci Yaklaşımlar*. Tokat, 3. Ulusal Gübre Kongresi Bildiri Kitabı.
- Karima, F.A. (2010). Effect of salinity on seed germination and growth of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum*). *J. Thi-Qar Sci*. 2(3), 78-92.
- Karimian, Z., Samiei, L. & Nabati, J. (2019). Alleviating The Salt Stress Effects in *Salvia Splendens* By Humic Acid Application. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(5), 73-82. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.5.7>.
- Kaya, C., Akram, N.A., Ashraf, M. & Sonmez, O. (2018). Exogenous Application of Humic Acid Mitigates Salinity Stress in Maize (*Zea mays* L.) Plants by Improving some Key Physico-biochemical Attributes. *Cereal Research Communications*, 46, 67-78. <https://doi.org/10.1556/0806.45.2017.064>.
- Kaya, C., Kirnak, H. & Higgs, D. (2001). Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 24(2), 357-36. <https://doi.org/0.1081/PLN-100001394>.
- Kaya, S. (2014). *Hümk Asit ve Çinko Uygulamalarının Ispanakta Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Kayess, O., Rahman, L., Ahmed K., Khan, R., Hossan, S., Hossain, M.S., Khanam, M. & Pal, D.C. (2020). Effect of salinity stress on different root and shoot traits of selected tomato cultivars. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 8(1),1-9. <https://doi.org/10.9734/AJARR/2020/v8i130188>.

- Khaled, H. & Fawy, H.A. (2011). Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. *Soil & Water Res.*, 6, 21-29. <https://doi.org/10.17221/4/2010-SWR>.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H. & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2015). Bazı Patlıcan Anaçlarının Tuzluluk Stresi Koşullarındaki Gelişmelerinin Karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(1), 20-30, ISSN: 1308-3945.
- Knapp, S. (2002). Tobacco to tomatoes: a phylogenetic perspective on fruit diversity in the solanaceae. *Journal of Experimental Botany*, 53(337), 2001-2022. <https://doi.org/10.1093/jxb/erf068>.
- Koca H. (2002). *Tuz Stresinin Farklı Domates (Lycopersicon esculentum) Genotiplerinde Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Day, S., İpek, A. & Uranbey, S. (2005). Farklı humik asit dozlarının ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L.) Çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 151-155.
- Korkmaz, A., Karagöl A. & Horuz A., (2016). Artan NaCl stres şartlarında besin çözeltisine ilave edilen humik asitin domates bitkisinin verim ve bazı meyve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.* 31(2016), 275-282. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.260984>.
- Köse, M.A. (2015). *Humus ve Humik Asit Uygulamalarının Marulda Besin Elementi Alımı ve Verim Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Kuşvuran, S., Ellialtıoğlu, S., Yasar, F. & Abak, K. (2007). Effects of salt stress on ion accumulation and activity of some antioxidant enzymes in melon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5(2), 351-354.
- Kuşvuran, A., Kuşvuran, Ş., Nazlı, R.İ. & Tansı, V. (2019). Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.)’nda Tuz Stresinin Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 29(2), 233-241. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.499322>
- Kuşvuran, S. (2010). *Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar*. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Larcher, W. (1995). Physiological plant ecology, ecophysiology and stress physiology of functional groups
- Lee, Y.S. & Bartlett, R.J. (1976). Stimulation of plant growth by humic substances. *Division S-3—Soil Microbiology and Biochemistry*, 40(6),24-30. <https://doi.org/10.2136/sssaj1976.03615995004000060023x>

- Leonardi, C., Martorana, M., Giuffrida, F., Fogliano, V. & Pernice, R. (2004). Tomato fruit quality in relation to the content of sodium chloride in the nutrient solution. *Acta Hort*, 659, 769-774. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.659.99>
- Li, Y.L. & Stanghellini, C. (2001). Analysis of the effect of EC and potential transpiration on vegetative growth of tomato. *Scientia Horticulturae*, 89(1), 9-21. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00219-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00219-3)
- Lin. S.H., Liu Z.J., Xu P.L., Fang Y.Y.F. & Bai J.G. (2011). Paraquat pre-treatment increases activities of antioxidant enzymes and reduces lipid peroxidation in salt-stressed cucumber leaves. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33, 295-304. <https://doi.org/10.1007/s11738-010-0547-1>
- Matuszak-Slamani, R., Bejger, R., Cieřła, J., Bieganowski, A., Koczańska, M., Gawlik, A., Kulpa, D., Sienkiewicz, M., Włodarczyk, M. & Gołębiowska, D. (2017). Influence of humic acid molecular fractions on growth and development of soybean seedlings under salt stress. *Plant Growth Regul*, 83, 465-477. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0312-1>
- Mavrogianopoulos, G., Savvas, D. & Vogli, V. (2002). Influence of NaCl-salinity imposed on half of the root system of hydroponically grown tomato on growth, yield, and tissue mineral composition. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnolog*, 77(5), 557-564. <https://doi.org/10.1080/14620316.2002.11511538>
- Meganid, A.S., Al-Zahrani, H.S. & El-Metwally, M.S. (2015). Effects of humic acid application on growth and chlorophyll contents of common bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity conditions. *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, 4, 2651-2660
- Miller, G., Suzuki, N., Cıftı-Yılmaz, S. & Mittler, R. (2010). Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. *Plant, Cell and Environment*, 33, 453–467. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02041.x>
- Mohammad, M.R., Shibli, R., Ajlouni, M. & Nimri, L. (1998). Tomato Root and Shoot Responses to Salt Stress Under Different Levels of Phosphorus Nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21(8), 1667-1680
- Mullineaux, P., Enard, C., Hellens, R. & Creissen, G. (1996) Characterisation of a glutathione reductase gene and its genetic locus from pea (*Pisum sativum* L.), *Planta Springer-Verla*, 200, 186-194.
- Munns, R. & Tester M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *The Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Nanjo, T., Kobayashi, M.Y., Yoshiba, Y., Kakubar, K., Yamaguchi, S.Y. & Shinozaki, K. (1999). Antisense Suppression of the Proline Degradation Improves 123 Tolerance to Freezing and Salinity in *Arabidopsis thaliana* Febs Letters, 461(3), 205-210.

- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. & Vianello, A., (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 1527-1536
- Neto, A.D.A., Prisco, J.T., Enéas-Filho, J., Abreu, C.E.B. & Gomes-Filho, E. (2006). Effect of Salt Stress on Antioxidative Enzymes and Lipid Peroxidation in Leaves and Roots of Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Maize Genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 56, 87-94. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.01.008>
- Nigania, S., Sharma, Y. & Kumar, U. (2017). Role of Humic Acid and Salicylic Acid on Growth, Yield and Biochemical Parameters of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under Salt and Water Stress. *Trends in Biosciences*, 10(17), ISSN 0974-8431, 3096-3101.
- Ohkawa H., Ohishi, N. & Yagi K. (1979). Assay for Lipid Peroxides in Animal Tissues by Thiobarbituric Acid Reaction, *Analytical Biochemistry*, 95, 351-358
- Okcu, M. (2020). Yemlik börülce (*Vigna unguiculata* L. Walp)' de tuzluluk stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(1), 669-676. <https://doi.org/10.21597/jist.659254>
- Olympios, C.M., Karapanos, I.C., Lionoudakis, K. & Apidianakis, I. (2003). The growth, yield and quality of greenhouse tomatoes in relation to salinity applied at different stages of plant growth. *Acta Hort.*, 609, 313-319. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.609.47>
- Öz, M. & Karasu, A. (2007). Pamuğun çimlenmesi ve erken fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 9-21
- Özcan, S., Gürel, E. & Babaoğlu, M. (2001). Bitki Biyoteknolojisi –II-, (pp: 308-313)
- Özdamar, Ünlü H., Ünlü H., Alaboz P. & Müjdecı M. (2018). Pırasa Üretiminde Humik Madde Uygulamalarının Verim, Kalite ve Bitkinin Beslenme Durumu Üzerine Etkileri. *Alatarım*, 17(1), 9-17
- Özdemir, A. (2011). *Linyitlerden Hümik Asit Ve Fulvik Asit Üretimi*. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Özden, M., Demirel, U. & Kahraman, A. (2009). Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H₂O₂. *Scientia Horticulturae*, 119, 163-168
- Parida, A.K. & Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
- Parvin, K., Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M., Nahar, K., Mohsin, S. M. & Fujita, M. (2019). Comparative Physiological and Biochemical Changes in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Under Salt Stress and Recovery: Role of

Antioxidant Defense and Glyoxalase Systems. *Antioxidants Basel*, 8(9), 350.
<https://doi.org/10.3390/antiox8090350>

- Pektez, A. (2009). *Domates Bitkisinde Tuz Stresi Koşullarında Total RNA Miktarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Pılanali, N. & Kaplan, M. (2003). Investigation of effect on nutrient uptake of humic acid applications of different forms to strawberry plant. *Journal of Plant Nutrition*, 26, 835-843. <https://doi.org/10.1081/PLN-120018568>
- Porgalı, Z.B. (2001). *Tuza hassas ve dayanıklı iki domates türünde NaCl tipi tuz stresinin bazı metabolik olaylar üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Rahman, M. (2018). *Effect of Humic Acid on Growth, Yield and Quality of Tomato Varieties Under Saline Condition*. (Master Thesis. Sher-e Bangla Agricultural University, Department of Horticulture)
- Reddy, M. & Iyengar, E. (1999). Crop responses to salt streses: Seawater application and prospects. In: Pessarakli, M. (ed.), *Handbook of plant and crop stress, Second Edition, Marcel Dekker, Inc. NY, USA*. 1041-1068
- Romero-Aranda, R., Soria, T. & Cuartero, J. (2001). Tomato plant- water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*, 160(2), 265-272. [https://doi.org/10.1016/s0168-9452\(00\)00388-5](https://doi.org/10.1016/s0168-9452(00)00388-5)
- Saidimoradi, D., Ghaderi, N. & Javadi, T. (2019). Salinity Stress Mitigation By Humic Acid Application in Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 256, 108594. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108594>
- Sairam, R.K., Veerabhadra Rao, K. & Srivastava G.C. (2002). Differential Response of Wheat Genotypes to Long Term Salinity Stress in Relation to Oxidative Stress. Antioxidant Activity and Osmolyte Concentration. *Plant Science*, 163, 1037-1046.
- Schwarz, D. (2003). Concentration And Composition Of Nutrient Solution Affect Root Formation Of Young Tomato. *Acta Hortic*, 609, 103-108. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.609.12>
- Sekmen, A., Demiral, T., Tosun, N., Türküsay, H. & Türkan, İ. (2005). Tuz Stresi Uygulanan Domates Bitkilerinin Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Toplam Protein Miktarı Üzerine Bitki Aktivatörünün Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1), 85-95
- Serenella, N., Pizzeghello, D., Muscolob, A. & Vianello, A. (2002). Physiological Effects of Humic Substances on Higher Plants. *Soil Biology & Biochemistry*, 34, 1527- 1536.

- Seylam Küşümler, A. (2011). *Ultraviyole (UV-C) Işını Uygulamasının Patlıcan ve Salatalıklarda Soğuk Zararlanması Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Shalaby, O.A. & El-Messairy, M.M. (2018). Humic acid and boron treatment to mitigate salt stress on the melon plant. *Acta Agriculturae Slovenica*. 111, 349-356. <http://doi.org/10.14720/aas.2018.111.2.10>
- Shams, M. (2019). *Tuz Stresinin Biberde Bitki Gelişimi, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler, DNA Metilasyonu ile Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Shannon, M.C. (1984). Breeding selection and the genetics of salt tolerance. Salinity Tolerance in Plant Strategies for Crop Improvement. *A Wiley Interscience Pub.*, 231-254.
- Sharifiasl, R., Kafi, M., Saidi, M. & Kalatejari, S. (2019). Influence of nano-silica and humic acid on physiological characteristics of bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.) Under salinity stress. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 18(4), 203-212. <http://doi.org/10.24326/asphc.2019.4.19>
- Singh, N.K., Handa, A.K., Hasegawa, P.M. & Bressan, R.A. (1985). Proteins associated with adaptation of cultured tobacco cells to NaCl. *Plant Physiol*, 79, 126-137.
- Singh, S., Sharma, H., Goswami, A.M., Datta, S.P. & Singh, S.P. (2000). *In vitro* growth and leaf composition of grapevine cultivars as affected by sodium chloride. *Biologia Plantarum*, 43, 283-286. <https://doi.org/10.1023/A:1002720714781>
- Sium, A., Shawon, A., Swapan, K.R., Sun, H.W., Kailas, D.S. & Shohael, A.M. (2019). Effect of salinity on the morphological, physiological and biochemical properties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) In bangladesh. *Open Agriculture*. 4, 361-373. <https://doi.org/10.1515/opag-2019-0033>
- Sobiech, S.S., Mohamedi, T.R., Adam, Z.M., El-Fiki, A. & Awad, A.S. (2019). Salt stress induces changes in genetic composition, proline content and subcellular organization in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Egypt. J. Bot*, 59(1), 269-282. <http://doi.org/10.21608/ejbo.2018.3358.1167>
- Stevenson, F.J. (1982). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. N.Y. Wiley-Interscience.
- Suliman, A.A., Abramov, A.G., Shalamova, A.A. & Badran, A.M. (2020). Effect of humic acid and naphthalene acetic acid on vegetative growth and fruit quality of tomato plants *Lycopersicon esculentum*. *Journal of Agronomy and Animal Industries*, 15(1), 30-39. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2020-15-1-30-39>

- Taibi, K., Taibi, F., Abderrahim L.A., Ennajah, A., Belkhodja, M. & Mulet J.M. (2016). Effect of Salt Stress on Growth, Chlorophyll Content, Lipid Peroxidation and Antioxidant Defence Systems in *Phaseolus vulgaris* L. *South African Journal of Botany*, 105, 313-316. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.03.011>
- Tan, H.K. (2004). *Humic matter in soil and the environment*. Marcel Dekker. New York
- Topaloğlu, K. (2010). *Tuz Stresinin Chili Biberlerinin Pigment ve Kapsaisinoid Değişimi ile Peroksidaz Aktivitesi Arasındaki İlişki*. (Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Toprak, T. & Tunçtürk, R. (2018). Farklı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin gelişim performansları üzerine tuz stresinin etkisi. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 44-50
- Tursun, T. (2014). *Hüyük Asitin Borlu Topraklarda Yetiştirilen Maydanozlarda (Petroselinum sativum hoffm.) Büyüme ve Gelişme Parametreleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Türkmen Ö., Dursun A., Turan M. & Erdiñ, Ç. (2007). Calcium And Humic Acid Affect Seed Germination, Growth, And Nutrient Content Of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) Seedlings Under Saline Soil Conditions, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 54(3), 168-174.
- Türkmen, Ö., Şensoy, S., Erdal, İ. & Kabay, T. (2002). Kalsiyum uygulamalarının tuzlu fide yetiştirme ortamlarında domateste çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(2), 53-57.
- Tüzel, İ.H., Tüzel, Y., Gül, A. & Eltez, R.Z. (2001). Effects of EC level of the nutrient solution on yield and fruit quality of tomatoes. *Acta Horticulturae*, 559, 587-592. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.559.86>
- Ünal, Z. (2019). *Bazı abiyotik streslerin prolinle desteklenen turuncgil anacı çöğürleri üzerine morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Ünlükara, A., Cemek, B., & Karadavut, S., (2006). Farklı Çevre Koşulları ile Sulama Suyu Tuzluluğu İlişkilerinin Domatesin Büyüme, Gelişme, Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 15-23.
- Van Assche, F. & Clijsters, H. (1990). Effects of metals on enzyme activity in plants. *Plant, Cell and Environment*, 13, 195-206. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1990.tb01304.x>

- Vaughan D. & Malcom R.E. (1985). Influence of humic substances on growth and physiological processes. *Soil Organic Matter and Biological Activity*, 37-76
- Wu, Y., Li, Y., Ma, Y.D., Zhang, L., Ren Z.M. & Xia Y.P. (2016). Hormone and Antioxidant Responses of Lilium Oriental Hybrids ‘Sorbonne’ Bulblets to Humic Acid Treatments In Vitro. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, <https://doi.org/10.1080/14620316.2016.1240019>
- Yakıt, S. & Tuna, A.L. (2006). Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K’nın etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 19(1), 59-67
- Yasar, F., Kusvuran, Ş. & Ellialtıoğlu, Ş. (2006). Determination of Anti-oxidant Activities in Some Melon (*Cucumis melo* L.) Varieties and Cultivars Under Salt Stress. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(4), 627-630. <https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512115>
- Yaşar, F. (2003). *Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi*. (Doktora Tezi Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpay, T. & Uza, Ö. (2008). Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, (J. Agric. Sci.)*, 18(1), 61-65
- Yaşar, F., Yıldırım, Ö. & Üzal, Ö. (2020). Tuz stresi altındaki biber bitkisindeki kalsiyum uygulamalarının antioksidatif enzim aktivitelerine etkisinin araştırılması. *ISPEC Journal of Agr. Sciences*, 4(2), 346-357. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASv ol4iss2pp211-222>
- Yaşarkan, O. (2018). *İki Patlıcan (Solanum melongena L.) Genotipinin Tuza Dayanıklılığının Hidrojen Peroksit ön Uygulaması ile in Vitro Koşullarda Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Yetişir, H. & Uygur, V. (2009). Plant growth and mineral element content of different gourd species and watermelon under salinity stress. *Turk J. Agric. For*, 33, 65-77. <http://doi.org/doi:10.3906/tar-0805-23>
- Yıldıztekin, M., Tuna, A.L. & Kaya, C. (2018). Physiological Effects of The Brown Seaweed (*Ascophyllum Nodosum*) and Humic Substances on Plant Growth, Enzyme Activities of Certain Pepper Plants Grown Under Salt Stress. *Acta Biologica Hungarica*, 69(3), 325-335. <https://doi.org/10.1556/018.68.2018.3.8>
- Yılmaz, E., Tuna A.L. & Bürün B. (2011). Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans strajeleri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 47-66. ISSN 1305-1385

- Yılmaz, T. (2014). *Ispanakta Değişen Hümik Asit Dozlarının Kurşun Alımına ve Bitki Gelişimine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Yiğit O.Ö. (2018). *Tuzluluk ve Sıcaklık Streslerinde Hümik Asitin Buğday Fidelerindeki Bazı Genler Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Yossif, A.M., Gökmen Yılmaz, F., Hamurcu, M. & Gezgin, S. (2018). Tuz ve K-humat uygulamasına farklı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin tepkileri. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*. 32, 312-320. <http://doi.org/10.15316/SJAIFS.2018.99>
- Yurtseven, E., Kesmez, G.D. & Unlukara, A. (2005). The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculentum*). *Agricultural Water Management*, 78, 128–135. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.04.018>
- Zambi, H. (2019). *Farklı Nacl Konsantrasyonlarının Bazı Bezelye (Pisum Sativum) Çeşit ve Genotiplerinin Bitki Gelişimine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Zandonadi, D.B., Santos, M.P. & Medici, L.O. (2014). Mitigation of Salt Stress of Tomato Using Pre-Treatment with Humic Acids. *16th World Fertilizer Congress of CIEC. Technological Innovation For a Sustainable Tropical Agriculture*, 244-246.
- Zhang, F., Sapkota, S., Neupane, A., Yu, J., Wang, Y., Zhu, K., Lu, F., Huang, R. & Zou, J. (2020). Effect of salt stress on growth and physiological parameters of sorghum genotypes at an early growth stage. *Indian Journal of Experimental Biology*, 58, 404-411.
- Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Qian, Q. & Yu J. (2004). Silicon Alleviates Salt Stress and Increases Antioxidant Enzymes Activity in Leaves of Salt-Stressed Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167, 527–533. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.04.020>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cansu URAL

Doğum Yeri ve Yılı : Hamburg, 1993

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : cansu.url@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Özel Akev Anadolu Lisesi, 2011

Lisans : Akdeniz Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 2015