



**T.C.
MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI UYGULAMALARIN ÇİLEKTE TUZ STRESİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Canan PEHLİVAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI**

**MALATYA
2022**

**T.C.
MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI UYGULAMALARIN ÇİLEKTE TUZ STRESİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Canan PEHLİVAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI**

**MALATYA
2022**

ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Huseyin KARLIDAĞ danışmanlığında, Canan PEHLİVAN'ın hazırladığı“Farklı uygulamaların çilekte tuz stresi üzerine etkilerinin araştırılması” konulu bu çalışma (20/08/2022) tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Turgut Özal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

X X X X

TEŞEKKÜR

Tez konumu seçip ve bu araştırma için beni yönlendiren, yürütülmesini sağlayan ve çalışmalarım boyunca büyük desteğini gördüğüm bilim insanı kişiliğinden çok şey öğrendiğim danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ’a, tez sürem boyunca çalışmama katkı sağlayan Araştırma Görevlisi İbrahim Kutalmış KUTSAL’a öğrenimim süresince bana desteklerini esirgemeyen, ideallerimi gerçekleştirmemi sağlayan sevgili aileme, çalışmama izin verdiği için kızım Dila’ya ve çalışmalarım esnasında küçük veya büyük yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.



ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Farklı Uygulamaların Çilekte Tuz Stresi Üzerine Etkilerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Canan PEHLİVAN



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI UYGULAMALARIN ÇİLEKTE TUZ STRESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Canan PEHLİVAN

Turgut Özal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ

Yıl:2022, Sayfa:56+XIII

Tuz stresi, çilekte bitki gelişimini, yapısal, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler olarak olumsuz yönde etkileyen önemli bir abiyotik stres çeşididir. Toprakta çözünebilir tuzların miktarı, bitkinin tolerans sınırının üzerine çıktığında tuz stresi başlar. Çilek saçak köklü ve köklerinin toprak içerisinde yüzeysel gelişmesi sebebiyle çevre koşullarından oldukça fazla etkilenmektedir. Dolayısıyla tuz stresi çilek yetiştiriciliğinde önemli bir sorundur. Son yıllarda yağış miktarındaki azalmalar ve yüksek sıcaklıkların tuz stresinin etkilerini daha da artıracakı düşünülmektedir. Bu çalışma, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait ısıtmasız cam sera şartlarında Albin çilek çeşidiyle saksı denemesi şeklinde, üç tekerrürlü ve her tekerrürde 6 bitki (saksı) olacak şekilde yürütülmüştür. Çalışmada çilek bitkilerine 35 mM tuz uygulaması yapılmıştır. Çalışmada tuz stresi altında yetiştirilen çileklere, sıvı formda solucan gübresi, potasyum silikat ve organik içerikli ticari preperat uygulamaları yapılarak bu uygulamaların tuz stresi üzerine etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Tuz stresi altındaki bitkilere yapılan uygulamaların klorofil miktarı, yaprak oransal su içeriği, taç yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı, kök derinliği ve gövde çapı artarken; membran geçirgenliği, prolin ve lipid peroksidasyon miktarının ise azaldığı tespit edilmiştir.

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT APPLICATIONS ON SALT STRESS IN STRAWBERRY

Canan PEHLİVAN

Turgut Ozal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Horticulture

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ

Year:2022, Page:56+XIII

Salt stress is an important type of abiotic stress that adversely affects plant growth in strawberry structurally, physiologically, biochemically and molecularly. Salt stress begins when the amount of soluble salts in the soil exceeds the tolerance limit of the plant. Strawberry is highly affected by environmental conditions due to its fibrous root system and superficial development of its roots in the soil. Therefore, salt stress is an important problem in strawberry cultivation. It is thought that the decrease in precipitation and high temperatures in recent years will further increase the effects of salt stress. This study was carried out in unheated glass greenhouse conditions in Malatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, as a pot experiment with Albion strawberry variety, with three replications and 6 plants (pot) in each replication. In the experiment, salt dosage of 35 mM was applied to strawberry plants. Liquid vermicompost, potassium silicate and organic-containing commercial preparations were applied to strawberries grown under salt stress, and the effects of these applications on salt stress were tried to be revealed. In the study, it was determined that the applications increased the amount of chlorophyll, the relative water content of the leaves, the fresh and dry weight of plant and roots, the number of leaves, the root depth and the stem diameter, and decreased the amount of membrane permeability, proline and lipid peroxidation.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
ONUR SÖZÜ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Morfolojik Ölçümler	19
3.2.1.1. Gövde Sayısı	19
3.2.1.2. Yaprak Sayısı.....	19
3.2.1.3. Gövde Çapı	20
3.2.1.4. Kök Derinliği	21
3.2.1.5. Taç Yaş ve Kuru Ağırlığının Belirlenmesi	21
3.2.1.6. Tüm Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığının Belirlenmesi	22
3.2.2. Fizyolojik Ölçümler.....	22
3.2.2.1. Membran Geçirgenliğinin Belirlenmesi	22
3.2.2.2. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi	22
3.2.2.3. Klorofil Miktarının Belirlenmesi	23
3.2.3. Biyokimyasal Analizler	23
3.2.3.1. Yaprak Prolin İçeriğinin Belirlenmesi	23
3.2.3.2. Lipid Peroksidasyonunun Belirlenmesi	23
3.2.3.3. Bitki Besin Elementi Analizleri	24
3.2.4. İstatistik Analizler	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Morfolojik Özellikler	26
4.1.1. Gövde Sayısı.....	26
4.1.2. Yaprak Sayısı.....	26
4.1.3. Gövde Çapı.....	27
4.1.4. Kök Derinliği.....	28
4.1.5. Taç Yaş ve Kuru Ağırlığı	29
4.1.6. Tüm Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığının Belirlenmesi	30
4.1.6.1. Gövde Yaş Ağırlığı.....	30
4.1.6.2. Gövde Kuru Ağırlığı.....	31
4.1.6.3. Kök Kuru Ağırlığı.....	32
4.1.6.4. Kök Yaş Ağırlığı.....	32
4.2. Fizyolojik Özellikler	33
4.2.1. Membran Geçirgenliğinin Belirlenmesi	33

4.2.2. Yaprak Oransal Su İçeriği	34
4.2.3. Klorofil Miktarının Belirlenmesi (SPAD).....	35
4.3. Biyokimyasal Analizler.....	36
4.3.1. Yaprak Prolin İçeriğinin Belirlenmesi.....	36
4.3.2. Lipit Peroksidasyonunun Belirlenmesi.....	37
4.3.3. Bitki Besin Elementlerinin Analizleri	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	56



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekiller	Sayfa No
Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü alandan bir görüntü (Orijinal) (a: uygulama ortamı, b: saksılarda uygulama kodu)	18
Şekil 3.2. Bitki gövde sayısının belirlenmesinden bir görüntü	19
Şekil 3.3. Yaprak sayımından bir görüntü	20
Şekil 3.4. Gövde çapı ölçümünden bir görüntü	20
Şekil 3.5. Kök derinliği ölçümünden bir görüntü	21
Şekil 3.6. Çilek bitkisinin söküm ve köklerinin temizlenmesinden bir görüntü	21
Şekil 3.7. Tüm bitki yaş ve kuru ağırlığının belirlenmesinden görüntüler	22
Şekil 4.1. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamalar sonucunda elde edilen gövde sayıları	26
Şekil 4.2. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların yaprak sayısına etkisi	27
Şekil 4.3. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların gövde çapına etkisi	28
Şekil 4.4. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların kök derinliği üzerine etkisi	29
Şekil 4.5. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların taç yaş ağırlığına etkisi	29
Şekil 4.6. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların taç kuru ağırlığına etkisi	30
Şekil 4.7. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların gövde yaş ağırlığına etkisi ...	31
Şekil 4.8. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların gövde kuru ağırlığı üzerine etkileri	31
Şekil 4.9. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların kök kuru ağırlığı üzerine etkileri	32
Şekil 4.10. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların kök yaş ağırlığı üzerine etkileri	33
Şekil 4.11. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların membran geçirgenliği üzerine etkileri	34
Şekil 4.12. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların yaprak oransal su içeriğine etkileri	35
Şekil 4.13. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların klorofil miktarı üzerine etkisi	36
Şekil 4.14. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların prolin içeriği üzerine etkisi	37
Şekil 4.15. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların lipit peroksidasyon değeri üzerine etkisi	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa No
Çizelge 3.1. Denemeyi teşkil eden uygulamalar ve kodları	17
Çizelge 4.1. Tuz stresi altındaki Albion çilek çeşidine yapılan farklı uygulamaların yaprak mineral madde içeriğine etkileri	41



SİMGELER DİZİNİ

Al	: Aliminyum
B	: Bor
Ba	: Baryum
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klor
CO ₃	: Karbonat
Cu	: Bakır
dS/m	: Desisimens/metre
EC	: Elektriksel iletkenlik
Fe	: Demir
HCO ₃	: Bikarbonat
K	: Potasyum
Li	: Lityum
LWRC	: Yaprak nisbi su içeriği
MDA	: Malondialdehyde
Mg	: Magnezyum
mM	: Milimolar
Mn	: Mangan
Mo	: Molibden
MP	: Tuzluluk geçirgenliği
MP	: Bitkinin zar geçirgenliği
Ms /cm	: Milisiemens/santimetre
N	: Azot
NaCl	: Sodyum klorür
NO ₃	: Nitrat
P	: Fosfor
PGPR	: Bitki büyümesini teşvik edici bakteriler
pH	: Çözeltinin asitlik veya bazık derecesini belirleyen ölçü birimi
Rb	: Rubidyum
SA	: Salisilik asit
SÇKM	: Suda çözünabilir kuru madde miktarı

Si	: Silikon
SiO ₂	: Silisyum dioksit
SO ₄	: Sülfat
Sr	: Stronsiyum
T-0	: Kontrol
T-1	: Kontrol + Tuz
T-2	: Silisyum + Tuz
T-3	: Sıvı Solucan Gübresi + Tuz
T-4	: Organik Preperat (% 26,19 Toplam Organik Madde, % 11,44 Organik Karbon,%3,76 Organik Azot,%24,57 Serbest Aminoasitler) (25 ml / 10 lt) + Tuz
Zn	: Çinko
µg	: Mikrogram
µM	: Mikromolar

1. GİRİŞ

Rosaceae familyasının *Fragaria* cinsine giren çilekte, çok fazla sayıda tür bulunmaktadır. Ancak, kültür çeşitlerinin büyük çoğunluğu *Fragaria x ananassa* türüne aittir (Gerdakaneh ve ark., 2010).

Tüm dünyada yaygın olarak üretilen ve küçük aile işletmesi şeklinde de yetiştiriciliği yapılan çilek taze olarak ya da değişik alanlarda tüketilebilmektedir (Duran ve ark. 2020). Çilek meyvesi antioksidan oranının yüksek olmasından dolayı diyet listesinde de önemli bir yere sahiptir (Yılmaz,2009). Çilek iklim isteği bakımından çok seçici olmayıp; subtropik, tropik, ılıman ve soğuk iklim şartlarında farklı yüksekliklerde yetişebilmektedir. Gün uzunluğuna göre açık alanda ve sera koşullarında kolay yetiştiriciliği yapılabilen çok geniş bir üretim alanına sahiptir (Ağaoğlu ve Türemiş, 2013).

Üzümsü meyveler içerisinde en fazla üretimi yapılan türlerin başında gelen çilek, *Fragaria* cinsi içerisinde yer almakta ve Avrupa, Asya, Güney - Kuzey Amerika'da 12 kadar türü doğal olarak yetişmektedir (Konarlı, 1986). Dünyada yetiştiriciliğinin yaygın bir şekilde yapılmasının en önemli sebeplerinden birisi ekolojik şartlara adaptasyon yeteneğinin çok yüksek olmasıdır. Bununla birlikte, meyve türleri içerisinde sera ve örtü altı yetiştiriciliğine uygun olması diğer önemli sebeplerden biridir. Çilek yetiştiriciliğinin tercih edilmesinin bu olumlu özelliklerinin yanı sıra en önemli olumsuz özelliği tuz stresine duyarlı olmasıdır (Awang et al., 1993; Awang and Atherton, 1994). Tarımsal üretimde, belirli bir alanın sürekli ve yoğun bir şekilde kullanılması ve yoğun gübrelemenin yapılması gibi sebeplerle tuzlulaşma oldukça önemli bir sorun olmaktadır.

Toprağın tuzlulaşmasındaki nedenlerin başında düzensiz sulama, drenaj yetersizliği ve taban suyu yüksekliği gelmektedir (Dizdar, 1978). Yağışı az ve kısıtlı olan yörelerde bitki büyümesini ve gelişmesini etkileyen etmenlerin başında topraktaki yararlı su miktarı gelmektedir (Falkanmark ve Rockström,1993;Lal,1991).

Tuz oranı yüksek olan sularda Mn, B, Sr, SiO₂ , Li, Rb, Ba, F, Mo, ve Al vb. mineral de topraktaki tuzluluğa önemli etki etmektedir (Tanji, 1990; Marschner, 1997; Shannon, 1984). Tuzluluk görülen topraklarda sodyumun Cl⁻ ve SO₄⁻²tuzlarının oranları yüksek miktarda bulunmakta ve topraktaki tuzluluk genellikle Na tuzları (NaCl) tarafından oluşmaktadır (Shannon, 1985). Sulanan topraklarda oluşan tuz birikimi tuza toleransı az

olan bitkilerde verim kaybı oluşturan en önemli sebeplerden biridir. Böyle durumlara uygun olmayan sulama sistemi, sulama yöntemleri ve buharlaşmanın fazla oluşu neden olmaktadır. Bunun yanında bilinçsiz gübreleme de tuzluluğun artmasına neden olmaktadır (Bresler ve ark., 1982).

Tuz stresinin zarar verme oranı; bitki çeşidi, tuz çeşidi, tuz miktarı ve bitkinin tuzluluğa maruz kalma süresine bağlı olarak gerçekleşmektedir (Dajic, 2006). Tuz stresi, hücre uzamasını ve bölünmesini etkileyerek, hücre yapısını bozmaktadır (Burssens vd., 2000). Bu sebeple yaprak sayılarında azalma, yaprakta incelme ve küçülme gibi gelişme sorunları ortaya çıkarmaktadır (Mohammad vd., 1998; Reddy ve Iyengar, 1999). Kök sistemi tuzluluğa doğrudan maruz kalmasına rağmen yaprağın kökten daha fazla etkilenmesi nedeniyle bitkinin kök ve sürgün oranı değişmektedir (Munns ve Tester, 2008).

Toprak tuzluluğu, dünya tarımında en önemli abiyotik stres kaynaklarından birisidir ve toprakların giderek tuzlulaşmasıyla birlikte sulama suyunda tuzun artışı dünyanın birçok yarı kurak ve kurak bölgelerinde tarımsal verimliliği engellemektedir. Toprak tuzluluğu; toprağın esas yapısından, düşük kaliteli su kullanımından, aşırı su, drenaj eksikliği ve aşırı gübre kullanımından ortaya çıkabilmektedir. Her yıl, tarımda kullanılabilir sulama suyu miktarının azalması ve kalitesinin düşmesi, bitkisel üretim yapmaya uygun arazilerin tuzlulaşmasını artırmaktadır. Bu artış, toprakta su potansiyelini azaltarak, bitkilerin su alımını güçleştirmektedir. Suyun ozmotik olarak tutulmasının yanı sıra, protoplazmayı etkileyen spesifik bazı iyonların doğrudan girişi; bitkilerin fizyolojik ve biyolojik aktivitelerini bozarak verimin düşmesi, nekrozlaşma, zayıf bitki gelişimi ve ölüm gibi olumsuz durumlara yol açmaktadır. Bitkilerin tuzluluğa karşı ilk tepkilerinden biri azalan fotosentezle ilişkili olarak yaprak büyüme oranında azalmanın meydana gelmesidir. Ayrıca, bitki büyümesi, meristematik bölünmelerle meydana gelen genç hücrelerin kitlesel ve dönüşümsüz genişlemesi ile olduğu için, tuzlulaşma hem bitki büyümesini hem de kök, gövde ve yaprak dokularında hücre genişlemesini engelleyebilmektedir. Bitki gelişmesinde tuzun zararlı etkileri şu şekilde özetlenebilir (Gürel ve Avcıoğlu, 2001);

Abiyotik stres içerisinde en büyük tehlikelerden biri olarak karşımıza çıkan tuz stresinin olumsuzluğunun azaltılmasında dayanıklı genotip kullanılması günümüzde en

geçerli yol olarak görülmektedir. Ancak çilek tarımında yüksek kaliteli çeşitlerin çoğu tuz stresine tolerans özelliğine sahip değildir (Caruso ve ark., 2008). Bu nedenle, çilek yetiştiriciliğinde tuz stresinin etkisini azaltacak, sürdürebilir ve ekonomik bir yetiştiricilik için bazı uygulamaların geliştirilerek uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Farklı stres faktörlerinin olumsuz etkisini azaltmada alternatif yöntem olarak silisyum gübrelemesi uygulamaları giderek önem kazanmaktadır. Silisyum zararlı çevre faktörlerine karşı bitki direncini arttırmada çok önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Si, biyotik ve abiyotik stres altında büyüyen bitkiler için yararlı bir element olarak kabul edilmektedir (Savvas ve ark., 2009).

Silisyumun değişik stres koşullarına karşı toleransı arttırdığı gibi, büyüme ve gelişimi desteklediği de bilinmektedir. Diğer yandan elverişsiz çevre şartlarına (sıcaklık, kuraklık ve mineral stresi) ve hastalık ve böcek zararlarına karşı toleransı artırdığı yoğun bir şekilde ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalarda, silisyumun stres faktörleri altında zayıf düşen bitki savunma sisteminin kuvvetlendirilmesine olumlu etkilerinin belirgin olarak ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bu nedenle silisyum bitkilerin su stresi, tuz ve ağır metal toksitesi, ruzgar zararı, düşük veya yüksek ışık intensitesi ve don gibi stres koşullarında zarar boyutunu azaltmaktadır. Su stresi ve yüksek sıcaklık sonucunda ortaya çıkan yüksek transpirasyon koşullarında ksilemin epidermal hücre dokularında silisyum-selüloz membran biçiminde birikmek suretiyle transpirasyonu yavaşlatmakta ve böylece su kaybının azalmasını sağlamaktadır (Epstein, 1999; Hattori vd., 2005; Shen vd., 2010; Matichenkov vd., 2008; Al-aghabary vd., 2005).

Özellikle abiyotik stres faktörlerinin etkisinin azaltılmasında son yıllarda organik maddeler ve mikroorganizmalar üzerinde gerek ülkemizde ve gerekse yurtdışında çalışmalar önemli ölçüde yoğunlaşmıştır.

Organik gübreler, doğal kökenli organik maddelerden büyük ölçüde değişikliğe uğratılmadan elde edilirler. Organik maddenin kaynağına göre değişik oranlarda azot, fosfor, potasyum ve diğer besin elementlerini içerirler. Bunlar bitkilere besin elementi sağlamaları yanında daha çok toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzelterek bitkilerin gelişmelerine de yardımcı olurlar (Karaman ve ark., 2007).

Çok değişik organik gübreler mevcuttur. Bunlar besi ve çiftliklerden elde edilen hayvan dışkısından oluşan ahır gübresi, evsel organik atıklar, gıda sanayi atıkları, bitki

artıkları, kompost, yarası gübresi, kuş gübresi ve solucan gübresi gibi organik gübre kaynaklarıdır.

Solucan gübresi gibi yoğun miktarda organik madde ihtiva eden ürünlerin bitkiye uygulanması, su kullanım etkinliğini ve dolayısıyla bitkiler üzerindeki su stresinin etkisini azalttığı bildirilmektedir (El Nemr ve ark., 2012). Solucan gübresi, farklı organik atıkların ayrıştırılarak solucanların sindirim sistemlerinden geçirilmesi sonucu elde edilen organik gübredir. Toprağın fiziksel özelliklerini, iyon değişim kapasitesini ve su tutma kapasitesini artırmaktadır. Bu nedenle, bitki büyümesini iyileştirerek, bitkilerin çeşitli stres faktörlerine karşı direnmelerine yardımcı olmaktadır (Canellas ve ark., 2009). Ayrıca, su stresi altındaki bitkilere yapılan solucan gübresi uygulamasının bitkinin su alım yeteneğini, fotosentez kapasitesini ve antioksidan miktarını artırdığı bildirilmektedir (Cordeiro ve ark., 2011).

Bu çalışmada; Albion çilek çeşidinde, tuz stresi zararının azaltılması amacıyla Potasyum Silikat, Organik Preperat (%26,19 Toplam Organik Madde, %11,14 Organik Karbon, %3,76 Organik Azot, %24,57 Serbest Aminoasit), (25 ml / 10 lt) ve Sıvı Solucan Gübresi uygulanması yapılmıştır. Yapılan bu uygulamaların tuz stresi altındaki çilek bitkisinin bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ekmekçi ve ark. (2005), toprakta zamanla biriken tuzların bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği gibi toprağın fiziksel ve kimyasal yapısında olumsuz yönde etkilendiğini açıklamışlardır. Bitkideki verim kaybı oluşumunu, toprak yapısı etkilediği gibi, bitkilerin tuza toleransınada bağlı olacağını bildirmiştir.

Yurtseven ve ark. (1996), sivri biberde sulama suyu tuzluluğunun; çimlenme, fide oluşumu ve gelişme dönemlerindeki bazı verim parametrelerine olan etkilerini incelemiştir. Sera ortamında saksılar dayapılan çalışmalar neticesinde; çimlenmeye ve fide biomas değerine 3 dS/m'lik tuzluluk değerinin önemli bir etkisi olmadığını, fide boylarının ise aynı tuzluluk değerinde %13 kadar arttığını görmüşlerdir. Bitki büyüme evresinde ki tuzluluk oranının ise bitki verimi ve biomas'ını %1, meyve boyu ve meyvede toplam kül değerlerini %5 oranında önemli derecede etkilendiğini gözlemlemişlerdir. Yaprak ve dallarında ise kül oranında herhangi bir etkilenme olmadığını belirlemişlerdir.

Esin (2007), bazı çilek çeşitlerinde tuza karşı tolerans durumlarını incelemiştir. Tiago ve Rapella çeşitlerinin diğer çeşitlere nazaran daha toleranslı olduğunu görmüştür. Vejetatif büyüme dönemlerine bakılarak yapılan gözlemlerde Delmarnel, Camarosa ve Douglas çeşitlerinin denenen çeşitler arasında tuza karşı toleransı en düşük çeşit olduğu gözlemlemiştir. Genel olarak NaCl' nin neden olduğu Na birikiminin dayanıklı çeşitlere nazaran hassas çeşitlerde daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Çalışmalarında üç börülce ile on fasulye çeşidinin erken büyüme döneminde tuzluluğa karşı vermiş oldukları tepkiler iyon dengesi (regülasyonu) yönünden incelenmiş ve çeşitlerin tuzluluğa karşı vermiş oldukları tepkiler bakımından sınıflandırılması yapılmıştır. Bitkiler, derin akan su kültürü tekniğiyle yetiştirmişlerdir. Su kültürü ortamında 125 mM NaCl uygulamasının ve NaCl uygulamasının yapılmadığı kontrol grubu ile iyon alımı bakımından karşılaştırılması açısından bitkiler de Na, K ve Ca konsantrasyonları incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda börülce ve fasulye çeşitlerinin 125 mM NaCl uygulamasında değişik savunma yöntemleri ile farklı hassasiyet dereceleri gösterdikleri belirlemişlerdir (Daşgan ve ark., 2006).

Çalışmaların da, Toyonoka (aşırı duyarlı) ve Sachinoka (duyarlı) çilek çeşitlerinde çözünür silikon formu (sıvı potasyum silikat) uygulamasının küfe karşı reaksiyon direncini incelemiştir. Silikon uygulamasının, çilek bitkisini hastalıklara karşı

korumasından ziyade hastalığın şiddetini hafiflettiğini tespit etmişlerdir. 24 ay gibi bir süre sonrasında, yetiştirdikleri çileğin yaprak sertliğine bakıldığında, silikon uygulanmış yaprak ile uygulanmamış olan kontrol grubundaki yaprak arasında pek bir farkın olmadığını belirtmişlerdir (Kanto ve ark., 2006).

Voogt ve Sonneveld (2001), topraksız tarımda yaptıkları Si uygulamasının serada yetiştirdikleri bahçe bitkilerinin üzerinde oluşturduğu etkileri incelemişlerdir. Çilek, kavun, hıyar, kabak, fasulye ve gülde Si eklenmesinin neticesi olarak, kök gelişimini arttırdığını gözlemlemişlerdir.

Korkmaz ve Bolat (2005), Muir çilek çeşidi üzerine farklı oranlarda gölge ve sulama düzeyleri uygulayarak; bitkinin hasat süresi, toprak sıcaklığı, iklim özellikleri, çiçek, yaprak ve bitki özelliklerinin nasıl etkilendiklerini incelemişlerdir. Farklı gölge oranları ve değişik su seviyeleri ile yaprak membran geçirgenliğinin ters orantılı olduğunu saptamışlardır. Diğer taraftan bu yapılan uygulamaların meyve pH' ı, taç yaş ve kuru ağırlıkları, SÇKM, bitki kök kuru ve yaş ağırlığı ile asit kapsamı gibi değerlerin üzerinde değişik etkilerinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Camarosa, Albion, Amiga ve Rubygem çilek çeşitlerine iki değişik sulama şekli uygulamışlardır. Yapılan karşılaştırma sonucu Albion çeşidi antioksidan aktivite, şeker içeriği, toplam fenol ve antosiyanin bakımından en yüksek değerlere sahipken, diğer çeşitlerde ise biyokimyasal özellikleri açısından stres koşullarından olumsuz şekilde etkilendiğini saptamışlardır. Bu çeşitler arasında Amiga çeşidinin en düşük verime sahip olduğu; stres koşullarına daha az dayanıklı çeşitlerin ise Albion ve Rubygem çeşitlerinin olduğunu tespit etmişlerdir (Adak ve ark., 2018).

Kavun tohumlarına NaCl uygulaması yaparak çimlenme yeteneklerine ve fidenin gelişim evrelerini incelemişlerdir. Bu uygulama sonucunda Kavun tohumlarının çimlenme yeteneği fazla olan genotiplerin, fide büyüme döneminde fazla bir gelişme göstermediği, buna karşın çimlenme döneminde olumsuz durum gösteren genotiplerin ise fide büyüme döneminde tuz stresine karşı daha iyi sonuç gösterdiğini belirtmişlerdir (Nelson ve Paris, 1984).

Neuman ve ark. (1988), fasulye fidelerini 50- 100 mM oranında 3 gün boyunca tuzluluğa maruz bırakmışlardır. Birincil yapraklarda hücre hacminin genişlemesinin azaldığını tespit etmişlerdir. Uygulamanın devamında hücre büyümesinde negatif bir

etkinin görülmediği, kontrol bitkilerinde ise doğrusal olarak az miktarda da olsa artışlar tespit etmişlerdir. Diğer bir uygulamada ise 50 mM NaCl 1 gün boyunca verilmiş ve sonuçta yaprakta oluşan turgor basıncının önemli düzeyde azaldığı, yaprağın osmotik basıncının düşmesi sonucu yaprakta su potansiyelinde azalmalar tespit etmişlerdir.

Yadav ve ark. (1989), yaptıkları saksı çalışmasında nohut bitkisine uyguladıkları farklı tuzluluk seviyelerinde (1.4, 2.5, 4.3, 6.2, 8.5 Ds/m²) gelişme, çimlenme ve mineral düzeylerini araştırmışlardır. Artan tuzluluk düzeylerinin kuru madde oranı, K ile B miktarını azalttığı, çimlenme yüzdesini düşürdüğü ve Ca, Mg, Na miktarlarını ise arttırdığını saptamışlardır.

Ben – Ahmed ve ark. (2009), zeytin çeşidi olan *Chemlali* üzerinde denenen tuzlu suyun meyve kalitesine, meyve gelişimine ve zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklerin üzerinde oluşturduğu etkileri incelemişlerdir. Denemedeki bitkilere normal su ve tuzlu su vererek sulama işlemini yapmışlardır. Bu sulama işlemi sonucunda tuzluluğun şiddeti yükseldikçe meyvenin ağırlığı, zeytin ve zeytinyağı içeriklerinde azalmaların olduğu, diğer taraftan fenolik bileşikler ve toplam fenol miktarlarının ise arttığını tespit etmişlerdir.

NaCl'ün değişik oranlarda (50, 100, 150, 200 ve 250 mM) bir enginar çeşidinin yapraklarına uygulanarak toplam fenol ve flavonoid içeriğine bakılarak etkisini araştırmışlardır. Bu uygulamalarda 150 mM dozunda tuz uygulamasında en yüksek fenolik bileşiklere rastlanırken 250 mM dozundaki tuz uygulamasında ise en düşük fenolik bileşik miktarına rastlamışlardır. Flavonoid değerleri içinde bu durumun geçerli olduğunu göstermişlerdir (Rezazadeh ve ark., 2012).

Topraksız tarımda yetiştirilen tek salkımlı domatese iki farklı olgunlaşma döneminde (olgunlaşmamış yeşil aşama ve renk dönüm aşaması) tuz uygulaması (5.0 ve 8.9 dS/m) yapılarak, meyve kalitesine olan etkilerini araştırmışlardır. Artan tuz miktarı meyve kalitesi bakımından olgunlaşmamış yeşil aşamada, renk değiştirme aşamasından daha fazla etkili olduğu görülsede meyve veriminde düşüşe sebep olduğunu belirlemişlerdir (Sakamoto ve ark., 1999).

Güngör ve Yurtseven (1991), farklı tuzluluk oranlarındaki sulama sularının soya fasulyesinin verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu deneme de tuzluluk seviyesi olarak 1. uygulama 0.6 dS/m, 2. uygulama 1.5 dS/m, 3. uygulama 2.5 dS/m ve 4.

uygulama 5.0 dS/m olmak üzere dört farklı tuzluluk seviyeleri denenerek bitki su tüketimi ile buharlaşma arasındaki bağlantıyı araştırmışlardır. Tuzluluk arttıkça bitkideki su tüketiminde de düşüşlerin gerçekleştiğini görmüşlerdir. Bunun sonucunda su tüketiminin en çok azaldığı uygulama 4. uygulama olduğunu belirlemişlerdir.

Serada yaptıkları çalışmada 30, 45, 60 cm taban suyu derinliğinde ve taban suyunun olmadığı 90 cm derinlikte; dört farklı tuzlu su seviyesi, taban suyu yüksekliği ve su kalitesinin dolmalık biberin su ihtiyacına olan etkisini incelemişlerdir. Araştırmada taban suyu seviyesi yüksek topraklarda bitki su tüketiminin taban su seviyesi düşük olan topraklara nazaran daha yüksek olduğu ve bitkinin su kullanımının, su tuzluluk değeri fazlalaştıkça ters orantılı olarak azaldığını belirlemişlerdir (Öztürk ve Erözel, 1994).

Yurtseven ve ark. (1996), serada saksı denemelerinde biberlerde yaptıkları çalışmada farklı tuzluluk seviyelerindeki sulama sularının değişik büyüme dönemlerinde bazı verim değerleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Denemeyi 0.25, 1.5, 3.0, 6.0 dS/m oranlarında 4 farklı şekilde kurmuşlardır. Tuzluluk seviyelerinin sivri biber tohumlarının çimlenme üzerine önemli bir etkisi olmadığı fakat büyüme ve gelişme dönemindeki meyvenin boyu ve verime katkısının yüksek olduğunu görmüşlerdir. Tuzluluk seviyelerinin artması meyve boyu üzerinde % 13'lük ve verim üzerine ise % 61' lik bir kayıba sebep olduğunu tespit etmişlerdir.

Yurtseven ve ark. (1999), sera içerisinde saksılara ekilen turp bitkilerinde yapılan denemede tuzluluğun verim ve kaliteye olan etkilerini araştırmışlardır. Kurdukları denemede 0.4, 1.5, 2.5, 5 ve 7.5 dS/m derecelerindeki 5 farklı sulama suyu ile 3:1 ve 1:3 oranlarında iki farklı Ca/Mg oranlarının rastgele parsellerde faktöriyel denemeler biçiminde hazırlamışlardır. Yapılan bu çalışmada sulama suyu tuzluluğundaki artışın yumru ağırlığında ve yumru çapında azalmalara neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bitki gövde ağırlığının ise 2.5 dS/m tuzluluk seviyesini aştığı zaman gövde ağırlığında azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir.

Sera koşullarında saksılara dikimi yapılan brokolilerde tuzluluğun bitki gelişimine etkisini araştırmışlardır. Denemede 3 farklı sulama suyu (gereken suyun %80, %100 ve %120) miktarı düzeyinde 0.25, 1, 3, 6 ve 9 dS/m tuzluluk seviyesinde sulama suyu faktöriyel denemeler biçiminde 3 tekrarlı olarak yapmışlardır. Sulama suyunun tuzluluğunun artması ile bitki yaş ağırlıklarında önemli düşüşler görmüşlerdir. Ayrıca

sulama suyunun azlığında tuzluluğun etkisi fazla olurken %120 yıkama koşullarında tuzluluğun etkisinin düştüğünü tespit etmişlerdir (Yurtseven ve Baran, 2000).

Tarla koşullarında 1998-1999 yılları arasında patlıcanda su tüketimine tuzluluğun etkisini incelemiştir. Araştırmada 1.3, 3, 4.5 ve 6 dS/m gibi 5 farklı tuzluluk düzeyleri ve 3:1, 1:3 Ca/Mg oranında iki farklı uygulama yapmıştır. Kaynak olarak kap buharlaşması yolu ile hesaplanan bitki su tüketimi ile parsellerden hesaplanan gerçek su tüketimini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak bitkide su tüketimi, tuzluluğun etkisi ile yıllara göre azalma göstermiş ancak kaynak gösterilen kap buharlaşma yönteminin bitki su tüketim değerlerinin gerçek değerlerden az olduğunu gözlemlemiştir (Yurtseven 2000).

Erenoğlu ve ark. (2003), yaptıkları bu çalışmada tuz koşullarına dayanıklı olan Tufts çilek çeşidi ile Yalova-15, Yalova-416 melez çilek çeşitlerini kullanarak laboratuvar şartlarında tuza dayanıklılık değerlerini incelemiştir. Çalışmada besi ortamı olarak Boxus ortamı kullanılmış ve %0.52 agar , %4 glikoz ve 0, 240, 440, 640, 840 ve 1040 mg/l oranlarında tuz eklemiştir. Tuz miktarını arttırdıkça bitkilerin yaşamını sürdürebilme şanslarının azaldığını görmüşlerdir.

Turhan ve Eris (2004), Camarosa çilek çeşidi üzerine 0, 500,1000 ve 2000 mg/l oranlarında tuz uygulayarak bitkinin morfolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Tuzluluğun etkisini araştırdıkları çalışmada; tuz miktarı arttıkça bitkinin de negatif yönde etkilendiğini, yapraklarda K ve P miktarının azalmasının yanında Na, Cl, Ca ve P miktarının ise artışların olduğunu tespit etmişlerdir. Tuz uygulamasına mağruz kalan çilek bitkisinin köklerinde Na ve Cl miktarlarında artış görülürken K ve Mg miktarlarında azalma olmasına rağmen Ca ve P miktarlarında ise değişme olmadığını saptamışlardır.

Biber fidelerinin orta derecede tuz stresine maruz bırakarak besin içeriklerine ve büyümesinde farklı AMF türlerinin etkilerini incelemiştir. Çalışmalarında *Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita* iki ayrı mikoriza türünü kullanarak, 75 ppm NaCl tuz çözeltisi içeren yetiştirme ortamında çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Fide döneminde bitkiler tuzlu ortamdan olumsuz yönde etkilendiğini tespit etmişlerdir. Denemede AMF türlerinin besin içeriklerini ve bitki büyüme dönemlerini arttırarak değiştirdiğini gözlemlemiştir (Türkmen ve ark., 2008).

Kaya ve ark. (2002), Oso Grande ve Camarosa çilek çeşitlerini kullandıkları çalışmalarında, yapraktan uygulanan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'nin 35 mM/l düzeyinde tuz stresine maruz bırakılan bitkiler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak tuz stresindeki bitkilerin yaprak ve kök kısımlarında Na miktarlarının önemli ölçüde arttığı, buna karşın $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulanmış bitkilerin tüm kısımlarında Na miktarının önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir.

Çilek bitkisine topraksız tarımda 4 farklı şekilde (1. 5, 2. 5, 3. 5, 4. 5 mS cm^{-1}) uygulanan elektrik iletkenliği geçirgenliği kullanılarak tuz stresindeki bitkilerin meyve verimi ve kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmalarını “Tudla” bitkileri üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Bu bitkileri hindistan cevizi tozu ile dolu olan polistiren kaplar içerisinde azar azar su verilerek yetiştirmişlerdir. Tuz eklemesi yapılarak değişik EC değerleri elde etmişlerdir. Çalışmada uygulanan 2.5 ms/cm elektrik iletkenliği altında en fazla meyve iriliğine ve verime ulaşmışlardır. Ayrıca meyve sertliğide elektrik geçirgenliği ile doğru orantılı olarak artmış ancak meyvelerin raf ömrünün kısaldığını tespit etmişlerdir (D’anna ve ark., 2003).

Elsanta ve Korana çilek çeşitlerine 60 ve 80 mM tuz verilmesi ile bitki yapraklarında oluşan lekelenmenin Korana çeşidinde daha az miktarda olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu iki çeşit arasında bitki köklerinde bulunan Cl^- miktarı, Korana çeşidinde Elsanta çeşidine oranla daha fazla arttığını gözlemlemişlerdir. Böylece Korana çeşidi köklerinde Cl^- iyonunu tutarak, bitkiye zarar vermesinin önüne geçtiğini tespit etmişlerdir (Saied ve ark., 2003).

Çilek bitkisine uyguladıkları 0, 500, 1000, 2000 mg/l tuz dozları ve belirlenen süreler içerisinde (5, 10, 15, 20, 25, 30 gün) izoperoksidaz bandına yerleştirilerek oluşan değişimleri incelemişlerdir. Çalışma sonucu bütün çilek çeşitlerinde tuz uygulamasının peroksidaz etkisini arttırdığını ve enzim aktivitesi bakımından birbiri arasında farklılıklar oluştuğunu tespit etmişlerdir (Gülen ve ark., 2006).

Turhan (2002), Camarosa, Tioga ve Chandler çilek çeşitlerine tuz uygulayarak bitki ve meyve üzerine etkilerine ile çeşitlerin tuza dayanıklılığını araştırmıştır. Bunun için 3 farklı deneme periyodunda; birinci periyotda Camarosa ve Tioga, ikinci periyotda Camarosa ve Chandler, üçüncü periyotda ise Camarosa, Tioga ve Chandler çeşitlerinin frigo fidelerini kullanmıştır. Birinci deneme 69 gün, ikinci deneme 183 gün, üçüncü

deneme ise 28 gün sürmüştür. Fidelere dikimden yirmi gün sonra tuz vermeye başlamıştır. 0, 500, 1000 ve 2000 mg/l NaCl formunda verilmiştir. Deneme sonucunda tuz stresine dayanıklılık bakımından Camarosa ve Tiago çeşitlerinin Chandler çeşidine göre daha dayanıklı olduğunu tespit etmiştir.

Akdoğan ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada 3 farklı dozlarda toprakta tuz bulunduran sera şartlarında ki biberin gelişme evresinde uyguladıkları su eksikliği gerilimi içinde tuz stresine karşı oluşacak duyarlılıkta meydana gelebilecek değişiklikleri tespit etmişlerdir. Uygulamada elektriksel iletkenlik 0,598 mmhos/cm olan ve toprak olarak killi-tınlı bünyeli topraklar kullanılarak bu topraklara farklı oranlarda tuz çözeltisi uygulayarak hazırlanmış 4-7 mmhos/cm seviyesinde EC'ye ait örnekler kullanılarak bu bitkilerde fidelerin dikiminden sonraki 10. gün çiçeklenme ve meyve oluşan dönemlerinde su gerilimi uygulanmıştır. Bitkinin gelişim dönemleri olan fide dikim, çiçeklenme ve meyve oluşum dönemleri zamanında uygulanmış su gerilimi ile artan tuz miktarlarında, gövde ve kökte bulunan kuru madde miktarı (SÇKM) ve ürün veriminde azalmalara sebep olduğunu belirlemişlerdir.

Tezcan (2009), çalışmasında beş farklı tuzluluk dereceleri (0.25, 1, 2, 4, 8 dS/m) ve üç farklı oksijen değerlerine (6, 8, 10 mg/l) sahip sulama sularını, 3 tekrarlamalı olarak bitkinin yetiştiriciliğinde kullanmıştır. Biber bitkisinde tuzlu sulama suyunun; ürün verimine, kalitesine, SÇKM' sine, meyvenin çapına, boyuna ve bitkinin gelişimi üzerinde oksijen içeriğinin meydana getirdiği etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak meyve verimini değiştirmede ancak uygulanan tuzlu suyun EC düzeyi yükseldikçe verimin azaldığını gözlemlemiştir. Biber bitkisinin kalitesine bakıldığında meyvenin boyu, ağırlığı, çapı ve kök derinliği oksijen uygulamaları bakımından değişiklik olmadığını gözlemlemiştir.

Bayat ve ark. (2012), in vitro ortamında tuz uygulaması yapılarak oluşturulan embriyo kültürlerin de gelişmeleri ve prolin eklenmesinin iyi yönde etkilerini belirtmişlerdir. Tolerant (A-19), hassas (Ç-1) olmak üzere 2 yerel kabak çeşidi kullanmışlardır. Bitkilere 1 hafta boyunca dört farklı uygulama (kontrol, 100 mM NaCl, 5 mM prolin + 100mM NaCl, 10 mM prolin + 100 mM NaCl) yapılmıştır. Kontrol grubuna hiçbir uygulama yapılmamıştır. Bu bitkilerde; bitki boyu, bitki kök boyu, yaprakta bulunan su içeriği, bitki yaş ağırlığı, lipit peroksidasyon içeriği, prolin değerlerinin ölçümlerine bakmışlardır. Bu çalışma sonucunda bitkilere uygulanan tuz

stresinin istenmeyen durumlarından etkilenmemesi yönünde prolin uygulamasının yararlı olduğunu saptamışlardır.

Vermikulit ortamında 81 tane farklı fasulye genotipinin “substrat tekniği” ile yetiştirmiştir. Fasulye genotiplerinin tuz stresine karşı göstermiş olduğu tepkileri meydana çıkarmak için, 200 mM tuz kullanmış ve kuraklık stresi oluşumu için ise aralıklı olarak su vermiştir. Bu 81 adet farklı fasulye genotiplerinde tuz ve kuraklığa dayanıklı olanları tespit etmek için fizyolojik ve morfolojik ölçümler ile çeşitli analizler yapmıştır. Kullanılan 81 fasulye çeşidinde kuraklığa ve tuza tolerantlı, tolerantlı ve hassas şekilde üç şekilde gruplandırmıştır. Kuraklık stresinde kontrol bitkilerine bakılarak yaprak sıcaklığı ortalama %13.95 oranında artma görülürken tuz stresi bakımından ortalama %20.57 oranında azalma görmüştür (Kaya, 2011).

Buğday bitkisinde yapılan çalışmada iki farklı buğday türüne ait (*Triticum aestivum* L. cv. Bezostaya-1, cv. Seri-82, cv. Kırış-66 ve *Triticum durum* Desf. cv. Kızıltan-91, cv. Kunduru 414-44, cv. Ç.1252) altı genotipin tuz stresine karşı tutumlarını araştırmışlardır. Fideler yetiştirme ortamlarında yedi gün boyunca büyütüldükten sonra 7. günün sonunda Arnon-Hoagland besin çözeltisi içerisinde tutmuşlardır. Besin çözeltisi içerisine 200 mM NaCl tuzu eklemişlerdir. Tuz stresine maruz bırakılan fidelerde prolin miktarının önemli ölçüde arttığını, oransal su içeriği ve bitki büyümesinin ise fazla miktarda azaldığını gözlemlemişlerdir. Seri-82 ve Ç-1252 çeşitleri hariç çözünür karbonhidrat miktarında azalmalar görülürken, çözünür protein ve fenolikler çok az miktarda artış gözlemlemişlerdir (Öncel ve Keleş, 2002).

Kuşvuran ve ark. (2007)’nın kavun bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada genotiplerin tuza tolerans durumlarını incelemişlerdir. Bitkilerin tuza tolerans değerlerini orataya koymak amacıyla bitki yapraklarında iyon biriktirme derecesi ve biyomas değerleri üzerinde analizler yapmışlardır. Ayrıca yapraklarda tuz stresine karşı MDA miktarındaki değişimlerinde araştırmışlardır. Tuza tolerans ve duyarlılık özellikleri bakımından 36 adet farklı çeşidin parametrelerine göre sıralayarak, çeşitler arasındaki korelasyon katsayılarını incelemişlerdir. Kavun bitkisinde Na^+ ve Cl^- iyonlarının tuz stresine neden olduğu ve içerisinde bu iyonları az miktarda barındıran çeşitlerin tuz stresine karşı daha toleranslı olduklarını saptamışlardır. Çalışmada kullandıkları Ananas ve Yuva çeşitlerinin tuz stresine karşı çok fazla duyarlılık gösterdiği ancak diğer

genotipler olan Midyat, Besni ve Şemame kavunlarının tuz stresine karşı daha dayanıklı olduklarını belirlemişlerdir.

Kuşvuran ve ark. (2008a), çalışmasında kavun genotiplerine ait bitkilerin lipid peroksidasyon, klorofil miktarına ve yapraklarındaki Na^+ , Cl^- , K iyon miktarlarında meydana gelen değişimlere bakmışlardır. Denemede tuza en fazla toleranslı olan ticari çeşitler Galia C8 ve Galia F1, tuza orta derecede dayanıklı olan yerel çeşitler Besni, Midyat ve Şemame, tuza toleransı hassas olan ise Ananas, Yuva kavun çeşidi ve 1 adet *C.flexuosus* acur çeşidi kullanmışlardır. Tuz stresine maruz bırakılan çeşitlerde kontrol bitkilerine göre değerlendirildiğinde Na^+ , Cl^- iyonlarında çok fazla miktarda yükselmeler görülürken, K iyonunda ise düşüşler olduğunu gözlemlemişlerdir. Lipit peroksidasyon ürünü olan MDA miktarının (hasar göstergesi), tuz stresine maruz kalan hassas çeşitlerde daha yüksek değerlere sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

Güneş ve ark. (1999), çalışmalarında biberbitkisine Zn besin maddesi uygulayarak, üzerine artan değerler şeklinde NaCl ve fosfor ekleyerekbitkide oluşacak değişimlere bakmışlardır. Çalışmada uygulanan 300 ve 500 mg kg⁻¹ P uygulamasında biber bitkisinde çinko eksikliği olduğunu belirlemişlerdir. Yapraklarda ise P ve Cl değerleri artan oranlarda verilen fosfora bağlı olarak yükseldiğini gözlemlemişlerdir.

Camarosa çilek çeşidinde, farklı NaCl dozlarının (0, 500, 1000, ve 2000 mg/l) 10 haftalık bitkiler üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada, yetiştirme ortamı olarak perlit ve zeolit kullanılmışlardır. Tuz uygulamaları sonunda bitkilerin toprak üstü kısmında genel olarak sodyum, klor, kalsiyum ve magnezyum miktarları artarken potasyum ve fosfor miktarları ise azalmıştır. Bitki köklerinde tuz uygulamaları Na ve Cl miktarını artırırken, K ve Mg miktarını azaltmış; Ca ve P miktarın ise etkilememiştir. Sonuç olarak, 500, 1000 ve 2000 mg/l NaCl düzeylerinin Camarosa çilek çeşidinde ozmotik etkilere neden olduğunu ve Camarosa çeşidinin tuz stresine orta derecede hassas olduğunu belirlemişlerdir (Turhan ve Eriş, 2005).

Uzal ve Yıldız (2014), dokuz farklı çilek çeşidi (Redland Hope, Sweet Charlie, Carmine, California Giant 4, California Giant 2, California Giant 5, California Giant 3, Kabarla, Camarosa) üzerine 2000 mg/l tuz uygulaması yapmışlardır. Bu çalışmada tuza maruz bırakılan bitkilerde toksik seviye değerlerindeki tuz uygulaması ile bitki yaşlı yapraklarında sararmalar ve nekrozların oluştuğunu saptamışlardır. CG5, Carmine ve

CG4 çeşitlerinin yapraklarında Na ve Cl iyonunu fazla miktarda bulundurduğu ve tuz hasarının daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. K^+/Na^+ oranının ise daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Turhan ve Eriş (2005), Camarosa ve Tioga çilek çeşitleri üzerine 10 hafta süresince 0, 500, 1000 ve 2000 mg/l NaCl uygulaması yapmışlardır. Bu uygulamaların toplam klorofil miktarında değişimlere neden olmadığını saptamışlardır. Tioga çilek çeşidine uygulanan tuz miktarı Fe, Zn ve Mn içeriğinin artmasını sağlamıştır. Camarosa çeşidine uygulanan tuz miktarı ise kök kuru ağırlığında artışa ancak Tioga çeşidinde ise bitki kök kuru ağırlığını etkilemediğini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda bitkilerin belirli bir zaman içerisinde tuz stresine dayanıklılık gösterdiklerini görmüşler ve bitki yapraklarında ise kuru ağırlık ile kök kuru ağırlığı bakımından artışlar meydana geldiğini saptamışlardır.

Akıncı ve Akıncı (2000), Kemer, Pala ve Aydın siyahı patlıcan çeşitleri üzerine 0, 50, 100 ve 150 mM oranlarında NaCl vererek bu patlıcan çeşitlerinin çimlenmesindeki tepkilerine bakmışlardır. Bu çalışmalarında artan tuz dozu ile çimlenme süresi ve oranı, bitki büyüme hızı, sürgün oluşumu ve kök boyunda oluşan azalmaları tespit etmişlerdir.

Erdal ve ark. (2000), tuz stresi altında hıyar fidelerinin gelişimlerini ve farklı besin maddelerinin değişik dozlarda K verilmesi ile fidelerin değişimlerini incelemişlerdir. Denemede 0, 10, 20 ve 30 mmol oranlarında NaCl ve 0, 75, 150 ve 300 mg/kg oranlarında K uygulaması yapmışlardır. Bu uygulamaların bitki kuru ağırlığı üzerinde olumsuz etki gösterdiğini saptamışlardır. Yüksek oranda tuz miktarı bitkide Na, Ca, Mn, Cu ve Fe içeriklerinin arttığını bunun yanında ise P ve K içeriklerinin azaldığı tespit etmişlerdir. K uygulamaları ile hıyar bitkisinde K, Mn, Fe, Zn ve Cu içeriklerinin arttığını; Ca, Mg, P ve Na içeriklerinin ise azaldığını belirlemişlerdir.

Bazı çilek çeşitlerinin farklı tuz faktörlerine tepkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada, Douglas ve Toro çilek çeşitleri kullanılmıştır. Çeşitlere NaCl ve $NaHCO_3$ 'ün farklı dozları (0, 6, 12, 18 ve 24 meq l^{-1}) uygulanmış ve sonuç olarak çilek bitkilerinde $NaHCO_3$ 'ün NaCl'den daha az zararlı olduğunu bildirmişlerdir. Bu etkinin yapraklarda toksisiteye sebep olan Cl'un birikiminden kaynaklandığını ve en yüksek doz olan 24 meq l^{-1} 'in ölümcül derecede zararlı olduğunu saptamışlardır. Bunların yanında, Toro çeşidinin Douglas çeşidine göre tuzluluğa daha toleranslı olduğunu bildirmişlerdir (Barraso-Martinez ve Alvares, 1997).

Pırlak ve Eşitken (2004), çalışmalarında Camarosa ve Fern çilek çeşitleri üzerine 2,0 mS cm⁻¹, 5,0 mS cm⁻¹ ve 7,5 mS cm⁻¹ değerlerinde, üç farklı elektrik iletkenliğine sahip tuz ve gübre uygulaması yapmışlardır. Bitkilerde EC değerindeki yükseliş bitki gelişiminde geriliğe sebep olduğu, uygulanan gübre çözeltisinin bünyesinde bulunan Na ve Cl miktarlarındaki yükselişe bağlı olarak bitkilerdeki N, P ve K değerlerinin düştüğünü bunun yanında prolin değerinde ise artışlar olduğunu belirtmişlerdir.

Salisilik asitin (0.0, 0.25, 0.50 ve 1.00 mM) tuz stresi altında yetiştirilen çilekler üzerinde etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, tuz dozu olarak 35 mM NaCl kullanılmıştır. SA ile muamele edilen bitkilerin, kontrol bitkilerine göre daha yüksek sürgün kuru ve taze ağırlığı, kök kuru ve taze ağırlığı ve klorofil içeriğine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. SA uygulamalarının, tuz stresi altındaki çilek bitkilerinin yapraklarında ve köklerinde bulunan besin maddelerinin miktarını yükselttiğini ve tüm parametrelerde en yüksek değerlerin 1.00 mM SA uygulamasından elde edildiği bildirmişlerdir (Karlıdağ ve ark., 2009).

Karlıdağ ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada bitki büyümesini destekleyen rizobakterilerin (PGPR) doğal alan tuzluluk koşulları stresi altında bulunan çilek bitkilerinin büyümesini, klorofil içeriği, besin elementi içeriği ve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Beş PGPR (*Bacillus subtilis* EY2, *Bacillus atrophaeus* EY6, *Bacillus spharicus* GC alt grubu B EY30, *Staphylococcus klosii* EY37 ve *Kocuria erythromyxa* EY43) ve kontrol (PGPR yok) ile rastgele bir tam blok tasarımı kullanılarak gerçekleştirmişlerdir. Bu aşılama tekniği ile bitkinin yaprak su içeriğinde ve Na ve Cl iyonları dışında bitki kök ve yapraklarında besin maddelerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Çilek bitkilerinin verim ve besin alımı üzerindeki tuzluluk stresini azaltmak için en yüksek verimlilik EY43 (%48) ve EY37 (%46) işleminden elde etmişlerdir. Çalışmalarının sonucu olarak PGPR aşılamaalarının, tuz stresi koşullarının tuzluluk koşulları altında çilek bitkilerinin büyümesi ve verim üzerindeki zararlı etkilerini azalttığını tespit etmişlerdir.

Kuraklık ve tuz streslerine karşı tolerans seviyelerini araştırmak için 37 tane bamya genotipinin 24 günlük erken gelişme aşamalarını incelemiştir. Bitkileri, “substrat kültürü” tekniği ile vermikulit ortamında yetiştirmiştir. Kuraklık stresi kontrollü olarak su azaltılarak oluşturmuş ve 200 mM NaCl kullanılarak bamya genotiplerinin tuz stresine

tepkilerini incelemiştir. Yaprak ve köklerde K/Na oranı ve Ca/Na oranları genotiplerin stres koşullarında tercihini belirleyen en önemli parametreler arasında bulunduğunu belirlemiştir. Özellikle tuz stresi koşullarında tercihini K ya da Ca iyonu yönünde kullanan genotiplerin tuz stresine toleransta iyi bir performans gösterdiklerini saptamıştır (Küçükkömürcü, 2011).

Karlıdağ ve ark. (2011), çalışmalarında NaCl tuzluluğunun altın çilek *Physalis ixocarpa*'nın çimlenmesi ve ortaya çıkışı üzerine etkisine bakmışlardır. *Physalis peruviana*, *P. İxocarpa* ve *P. Peruviana* tohumları petri kaplarında 0, 30, 60, 90, 120 ve 180 mM NaCl çözeltileri kullanarak çimlendirme işlemini yapmışlardır. NaCl konsantrasyonundaki artış çimlenme yüzdesini azalttığını gözlemlemişlerdir. Tuz stresi altında *P. İxocarpa* dan çimlenme oranı bakımından *P. Peruviana* daha yüksek çimlenme gösterdiğini belirlemişlerdir. Tuzluluk oranı arttıkça çimlenme oranı olumsuz etkilenmiştir. Fide büyümesi için her iki tür tohumlar için nihayi çıkış yüzdesini (FEP) belirlemek için torf ile doldurulmuş plastik saksılara 10 mm derinliğinde ekim yapmışlardır. Saksılar her gün doygunluk seviyesine kadar elle 0, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180mM NaCl çözeltisi ile sulamışlardır. Deneme sonucunda tuz stresi her iki bitkinin taze ve kuru ağırlığını önemli ölçüde azalttığını ve fide büyümesinin tohum çıkışına göre daha duyarlı olduğunu belirlemişlerdir.

Tuzlu koşullar altındaki altın çilek (*Physalis ixocarpa*) bitkisine değişik oranlarda bitki besin maddelerini yapraktan uygulayarak zar geçirgenliğine, kuru madde miktarına ve yaprak bağıl su içeriği gibi özelliklere bakmışlardır. 60 ve 120 mM dozundaki besin maddesi uygulamalarında bitkinin taze ağırlığı, kuru ağırlığı, bitki uzunluğu ve klorofil içerikleri sırasıyla %54.0- 61.8, %53.4- 64.8, %38.3- 47.0 ve %26.5- 40.0 oranlarında azalmalar görülmüşken tuzluluk arttıkça bitkinin zar geçirgenliğinde arttığını görmüşlerdir. Bunun sonucu olarak yapraktan verilen bitki besin maddelerinin oranına bağlı olarak tuzluluk stresinin büyüme evreleri üzerine zararlı etkilerini belli bir miktar azalttığı tespit etmişlerdir (Karlıdağ ve ark., 2009).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma, 2019 yılında Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait ısıtmasız cam sera koşullarında yürütülmüştür. Materyal olarak Albion çilek çeşidine ait frigo fideler ve yetiştirme ortamı olarak ise torf kullanılmıştır.

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Araştırma, kontrol dahil 5 uygulama, 3 tekerrür ve her tekerrürde 6 bitki (saksı) olacak şekilde düzenlenmiştir. Denemede çilek bitkilerinin maruz bırakıldığı tuz (NaCl) dozu 35 mM olarak belirlenmiş olup yapılan uygulamalar Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemeyi teşkil eden uygulamalar ve kodları

Uygulamalar	Uygulama Kodları
Kontrol	T0
Kontrol + Tuz	T1
Potasyum Silikat (SiO_2 %26, K_2O %13), (20 ml / 10 lt) + Tuz	T2
Sıvı Solucan Gübresi + Tuz,	T3
Organik Preperat (% 26,19 Toplam Organik Madde , % 11,44 Organik Karbon, %3,76 Organik Azot, %24,57 Serbest Aminoasit), (25 ml / 10 lt) + Tuz	T4

3.2. Yöntem

Araştırmada Albion çilek çeşidine ait frigo fideler 28.08.2019 tarihinde içleri torf ile doldurulan 4 lt'lik saksılara dikilmişlerdir. Fidelerin ortama alışma aşamasına kadarki yaklaşık 4 haftalık dönemde tüm bitkilere eşit sulama ve gübreleme uygulaması yapılmış, bitkilerde oluşan çiçek ve kollar düzenli olarak alınmıştır.

Çilek bitkileri yaklaşık 6-7 yapraklı döneme geldiğinde (02/10/2019 tarihinde) uygulamalara başlanmıştır. Çalışma boyunca 35 Mm tuz (NaCl) uygulama süresince (T0 uygulaması hariç) düzenli olarak her sulamada sulama suyuna eklenerek verilmiştir. Potasyum silikat, sıvı solucan gübresi (katı solucan gübresi 1:2 oranında su içerisinde 48 saat bekletilip süzülerek elde edilmiş) ve organik preperat uygulamaları deneme başlangıcında bir kez uygulamak suretiyle yapılmıştır. Ayrıca her sulamada tüm uygulamalara sulama suyuna Hoagland besin solüsyonu (Arnon and Hoagland, 1949) ilave edilerek uygulanmış ve deneme 22.12.2019 tarihinde sonlandırılmıştır.



Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü alandan bir görüntü (Orijinal) (a: uygulama ortamı, b: saksılarda uygulama kodu)

Tüm uygulamalarda morfolojik özelliklerden; gövde sayısı, yaprak sayısı, gövde çapı, kök derinliği, taç yaş ve kuru ağırlığı, tüm bitki yaş ve kuru ağırlığı; Fizyolojik özelliklerden membran geçirgenliği, yaprak oransal su içeriği, klorofil miktarı; Biyokimyasal analizlerden ise yaprak prolin içeriği ve lipid peroksidasyonu belirlenmiştir. Ayrıca her uygulamadan alınan yaprak örneklerinde de bitki besin element analizleri yapılmıştır.

3.2.1. Morfolojik Ölçümler

3.2.1.1. Gövde Sayısı

Denemenin sonunda çilek bitkilerinin gövdeleri sayılarak, bitki başına ortalama gövde sayısı adet olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Bitki gövde sayısının belirlenmesinden bir görüntü.

3.2.1.2. Yaprak Sayısı

Deneme sonunda çilek bitkilerinin yaprakları sayılarak bitki başına ortalama yaprak sayısı adet olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.3. Yaprak sayımından bir görüntü.

3.2.1.3. Gövde Çapı

Deneme sonunda tüm bitkilerin gövde çapı dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür.



Şekil 3.4. Gövde çapı ölçümünden bir görüntü.

3.2.1.4. Kök Derinliği

Çilek bitkilerinin kök boğazı seviyesi ile bitki kökünün en son noktası arasındaki mesafe cetvel kullanılarak ölçülmüştür.



Şekil 3.5. Kök derinliği ölçümünden bir görüntü.

3.2.1.5. Taç Yaş ve Kuru Ağırlığının Belirlenmesi

Deneme bitiminde sökülen bitkilerin kökleri yıkanıp iyice temizlendikten sonra, hassas terazide tartılan toprak üstü bölümlerinin taze ağırlığı yaş ağırlık olarak, 65-70 °C'deki etüvde 48 saat bekletildikten sonraki ağırlıkları ise kuru ağırlık olarak belirlenmiştir (İpek ve ark. 2014).



Şekil 3.6. Çilek bitkisinin söküm ve köklerinin temizlenmesinden bir görüntü.

3.2.1.6. Tüm Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığının Belirlenmesi

Deneme bitiminde sökülen bitkiler toprak üstü ve toprak altı bölümleri iyice yıkanıp temizlendikten sonra, hassas terazide tartılarak tüm bitki yaş ağırlığı, 65-70°C'deki etüvde 48 saat bekletildikten sonraki ağırlıkları ise tüm bitki kuru ağırlığı olarak alınmıştır (İpek ve ark. 2014).



Şekil 3.7. Tüm bitki yaş ve kuru ağırlığının belirlenmesinden görüntüler.

3.2.2. Fizyolojik Ölçümler

3.2.2.1. Membran Geçirgenliğinin Belirlenmesi

Deneme sonunda tüm uygulamaları temsil eden bitkilere ait gelişmesini tamamlamış yapraklardan 0.5 g alınıp, 20 ml saf su içerisinde 40 °C'de 30 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC₁ değeri ölçülmüştür. Daha sonra 100 °C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC₂ değeri ölçülerek bitkilerin membran geçirgenliği değerleri ((EC₁ / EC₂) x 100) formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Lutts ve ark., 1996).

3.2.2.2. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi

Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi için her bir saksıdan alınan yaprak diski örneklerinin yaş ağırlıkları belirlenerek, örnekler daha sonra hava almayan petri kaplarının içerisine konulmuştur. Petri kaplarının üzerine 100 ml su koyularak 24 saat boyunca bekletilmiştir. Bekletilen yaprakların turgor ağırlıkları alındıktan sonra, altmış

beş yetmiş santigrant derecede kırksekiz saat süreyle etüvde tutulup, sonrasında kuru ağırlıkları hassas terazide tartılarak, yaprak oransal su içeriği hesaplamasında, yaprakların turgor ağırlığından; önce yaprak yaş ağırlıkları, daha sonra yaprak kuru ağırlıkları çıkartılıp, elde edilen değerler bölünerek 100 ile çarpılarak hesaplama yapılmıştır (Sanchez ve ark., 2004).

3.2.2.3. Klorofil Miktarının Belirlenmesi

Yapraktaki klorofil miktarları SPAD-502 Plus (KonicaMinoltaOptics, Inc., Tokyo, Japan) cihazı ile ölçülerek belirlenmiştir. SPAD değeri, tüm uygulama gruplarından tesadüfen seçilen bitkinin trifoliat yaprağın ayasının orta kısmından iki ölçüm yapılarak, daha sonra bulunan değerlerin ortalamaları alınmak suretiyle hesaplanmıştır (Khan ve ark., 2004).

3.2.3. Biyokimyasal Analizler

3.2.3.1. Yaprak Prolin İçeriğinin Belirlenmesi

Yaprak prolin içeriği Bates ve ark. (1973)'nın bildirdiği yöntemle yapılmıştır. 0.5 g taze yaprak örneği sülfosalisilik asit (5 ml % 3'lük) ile homojenize edilmiştir. Sonra örnekler Whatman filtre kâğıdından geçirilmiştir. 2 mL ekstrakt alınarak, üzerine 2 ml asit anhidrin ve 2 ml glasiyal asetik asit eklenmiştir. Karışım önce 1 saat 100 °C su banyosunda ve sonra da 5 dakika buz banyosunda bekletilmiştir. Reaksiyon karışımına toluen (5 ml) ilave edilerek, vortex ile 15-20 saniye karıştırılmış, iki faz oluşması için bir süre bekletilmiştir. Üst faz mikropipet yardımı ile alınarak absorbans değerleri spektrofotometrede 515 nm'de saf toluen kontrolüne karşı okunmuştur. Prolin miktarı µg g-1 taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.3.2. Lipid Peroksidasyonun Belirlenmesi

Uygulamaların yaprak malondialdehit (MDA) içeriği üzerine oluşturduğu etkilerin belirlenmesinde Sairam ve Saxena (2000)'nin belirttiği yöntem kullanılmıştır. Çilek bitkisinin yapraklarından alınan 0.5 g taze yaprak % 0.1'lik 10 mL trikoloroasetik asit (TCA) içinde homojenize edilmiş ve elde edilen ekstrakt 15 000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra bu ekstraktan 1 mL alınarak üzerine 4 mL % 20'lik TCA içerisinde çözünmüş % 0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) ilave edilerek 30 dakika 95°C'de su

banyosunda tutulmuş ve sonrasında buz banyosunda soğutulmuştur. Son karışım tekrar 10 000 rpm' de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra karışım 532 nm ve 600 nm dalga boyunda spektrofotometrede absorbans okumaları yapılarak elde edilen değerler $\mu\text{g g}^{-1}$ nmol/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.3.3. Bitki Besin Elementi Analizleri

Deneme sonunda alınan yaprak örnekleri bekletilmeden laboratuara getirilmiş ve ilk olarak musluk suyu ile dikkatlice yıkanmış ve daha sonra üç kez saf sudan geçirilmiştir. Yaprak örnekleri kurutma kâğıdı ile kurulanmış ve 65-70°C'ye ayarlanmış etüvde 48 saat bekletilmiştir. Daha sonra bitkiler öğütülmüş ve şişelere konulup, etiketlenerek, analize hazır hale getirilmiş ve aşağıda belirtilen yöntemlere göre analizler yapılmıştır.

Toplam N: Bitki örneklerinde N analizi Kjeldahl destilasyon yöntemiyle yapılmış (Bremner, 1965) ve yaprakların N içerikleri % olarak ifade edilmiştir.

Toplam P: Yaprak örneklerinde yaş yakma yöntemi kullanılarak ekstraktlar elde edilmiş ve fosfor içeriği Vanadomolibdo Fosforik Sarı Renk Yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Toplam P miktarı % olarak ifade edilmiştir

Toplam K, Ca ve Mg: Yaprak örneklerinde, makro elementlerinden toplam K, Ca ve Mg içeriklerinin tespiti için numuneler önce nitrik asit: perklorik asit (HNO_3 : HClO_4) (4:1) karışımında yakılmış ve saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Daha sonra hazırlanan yaş yakma ekstraktında K, Ca ve Mg iyonları ICP cihazında okunmuştur. Yapılan hesaplamalar sonrasında elde edilen sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Kaçar ve İnal, 2008).

Toplam Fe, Cu, Zn, Mn, B: Mikro element okumaları için; öğütülmüş bitki yaprak örneklerinden 0.2 g alınarak kuru yakma yöntemine göre 550°C'de 5 saat kül fırınında yakılan ve üzerine 1/3'lük HCl çözeltisinden 2 ml konulan örnek 20 ml'ye tamamlanmıştır. Çinko (Zn), Mangan (Mn), Demir (Fe) ve Bakır (Cu) içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiş ve ppm olarak ifade edilmiştir.

Toplam Cl: Yapraklarda klor analizi, kurutulan 2 g örnekte potansiyometrik olarak gerçekleştirilmiştir (Nelson, 1960).

3.2.4. İstatistik Analizler

Tüm verilerin Varyans Analizleri ile Duncan çoklu karşılaştıran testleri SPSS 12.0 paket programında yapılmıştır ($P<0.05$).

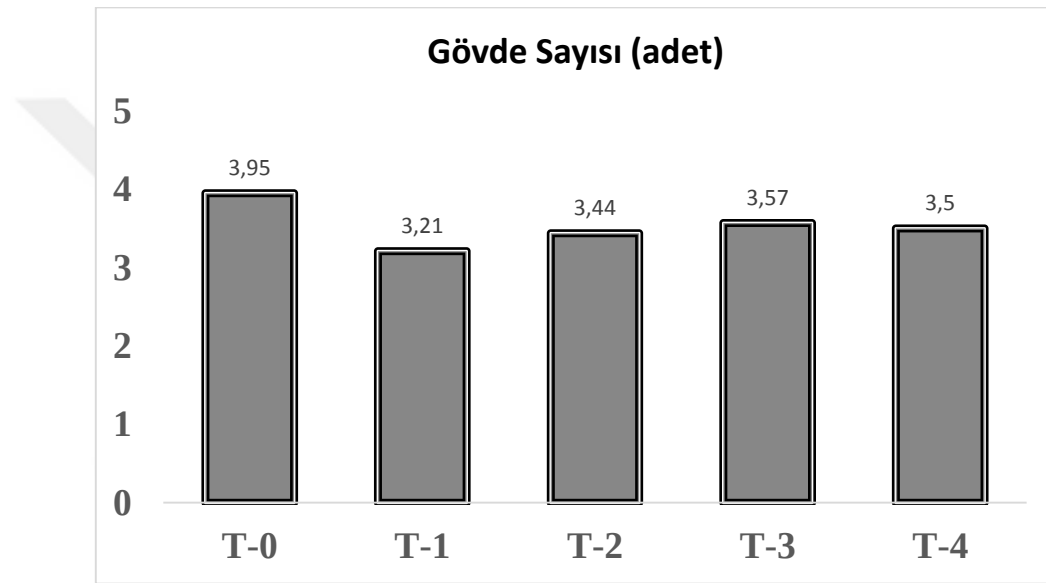


4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Morfolojik Özellikler

4.1.1. Gövde Sayısı

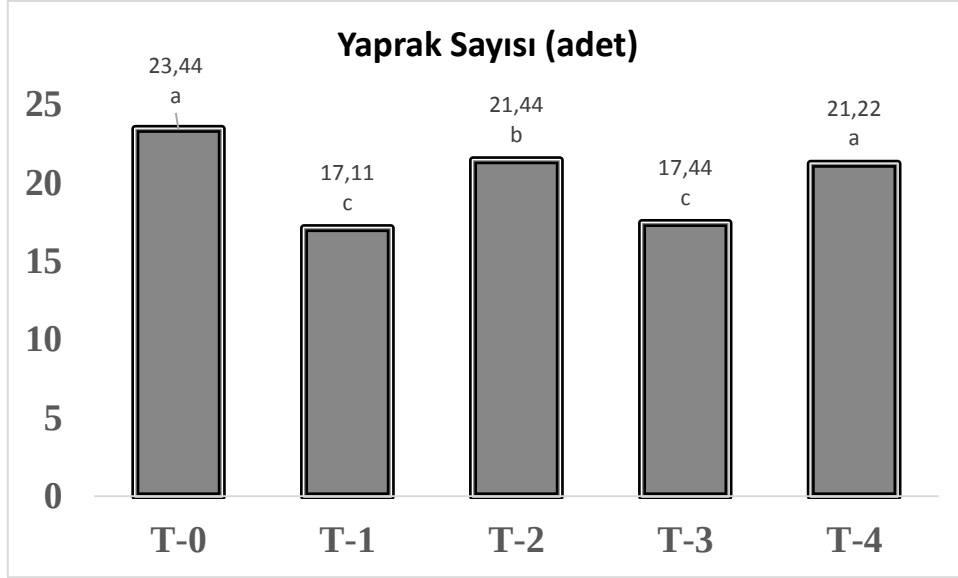
Uygulamaların tuz stresi altındaki çilek bitkisinde gövde sayısında meydana getirdiği değişimler Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Bu parametreye ilişkin sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. En az gövde sayısı T1 uygulamasından (3.21 adet) en yüksek gövde sayısında (3.95 adet) T0 uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamalar sonucunda elde edilen gövde sayıları.

4.1.2. Yaprak Sayısı

Albion çilek çeşidinde farklı uygulamalar sonucunda yaprak sayısı bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. T0 uygulaması 23.44 adet ile en yüksek değeri verirken, bunu sırasıyla Potasyum silikat, Organik preperat, sıvı solucan gübresi ve kontrol + tuz uygulaması takip etmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların yaprak sayısına etkisi.

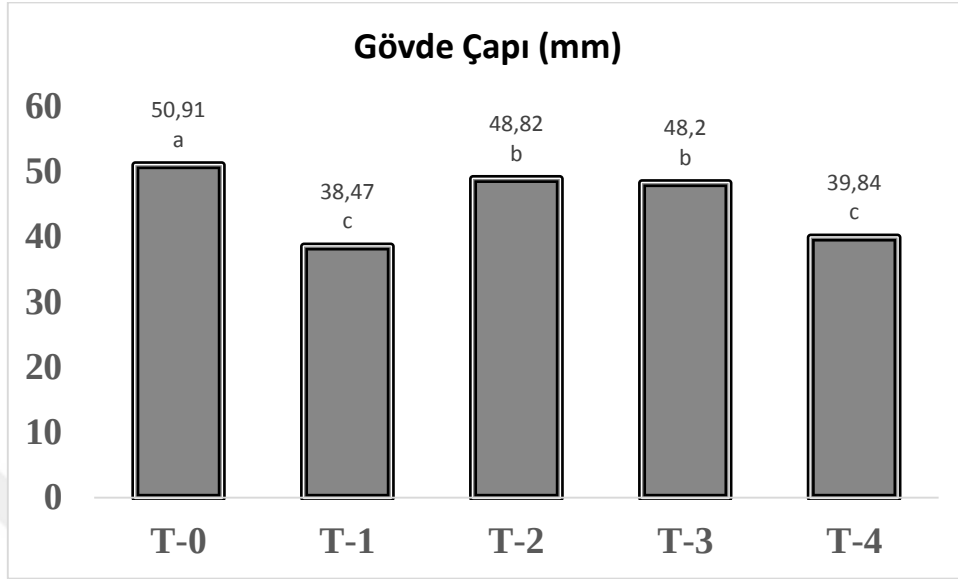
Tuz stresi altındaki bitkiler ihtiyaç duydukları suyu alamamakta ve mineral madde dengesizliği nedeniyle, vegetatif gelişimde azalmalar meydana gelmekte ve bu da yaprak sayısının azalmasına sebep olmaktadır (Kluge, 1976; Bertamini ve ark., 2006). Uygulamalar genel olarak değerlendirildiğinde, tuz uygulamasının (T1) yaprak sayısını azalttığı, buna karşın özellikle T2 ve T4 uygulamalarının T1 uygulamasına göre yaprak sayısını istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir.

4.1.3. Gövde Çapı

Farklı uygulamalardan elde edilen gövde çapı değerleri 38.47 mm ile 50.91 mm arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.3). T1 uygulaması ile T2 ve T3 uygulamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. En yüksek değer T0 uygulamasında görülürken, en düşük değer T-1 uygulamasında görülmektedir.

Bitkilerde tuz stresi, büyüme ve gelişmede gerilemeye sebep olurken, bitkinin gövde çapında da gelişiminin yavaşlamasına sebep olabilmektedir. Casenave ve ark. (1999), çalışmalarında tuz stresinin çilekte hücre büyümesini olumsuz yönde etkileyerek gövde çapını azalttığını bildirmişlerdir. T2 ve T3 uygulamaları, kontrol bitkilerine (T0) yakın gövde çapı değerleri vermiştir. Bu durumun, T2 uygulamasına konu olan preparatın ihtiva ettiği potasyumun bitki iyon dengesini sağlamış olmasından kaynaklanabileceği

düşünülmektedir. Benzer şekilde T-3 uygulamasına konu olan sıvı solucan gübresinin de içerdiği çeşitli mineraller sayesinde gövde çapını artırdığı düşünülmektedir.

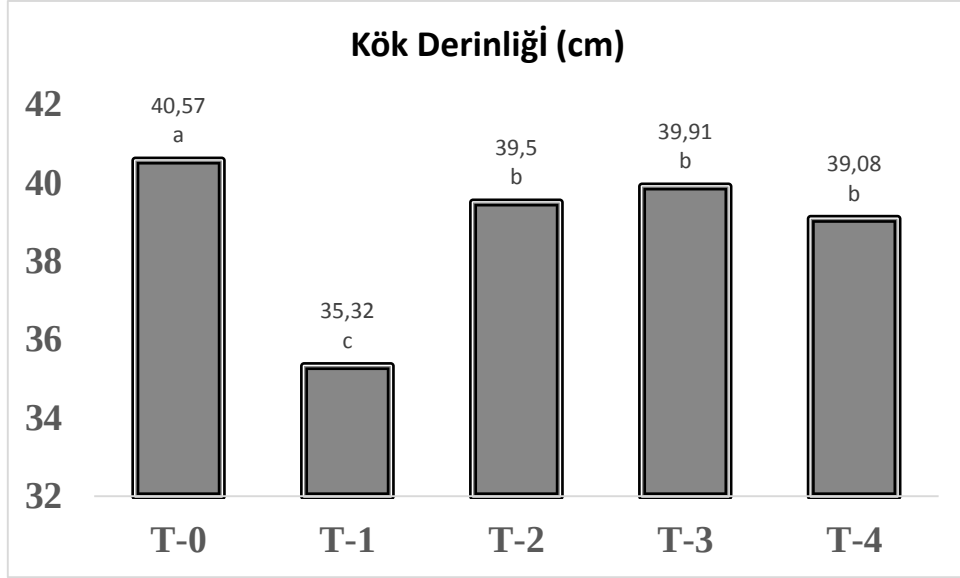


Şekil 4.3. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların gövde çapına etkisi.

4.1.4. Kök Derinliği

Uygulamalardan elde edilen kök derinliği değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Şekil 4.4). Bu parametreye ait değerler 35.32 cm (T1) ile 40.57 cm (T0) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.4). T2, T3 ve T4 uygulamaları ise sırasıyla 39.50, 39.91 ve 39.08 cm olarak ölçülmüştür.

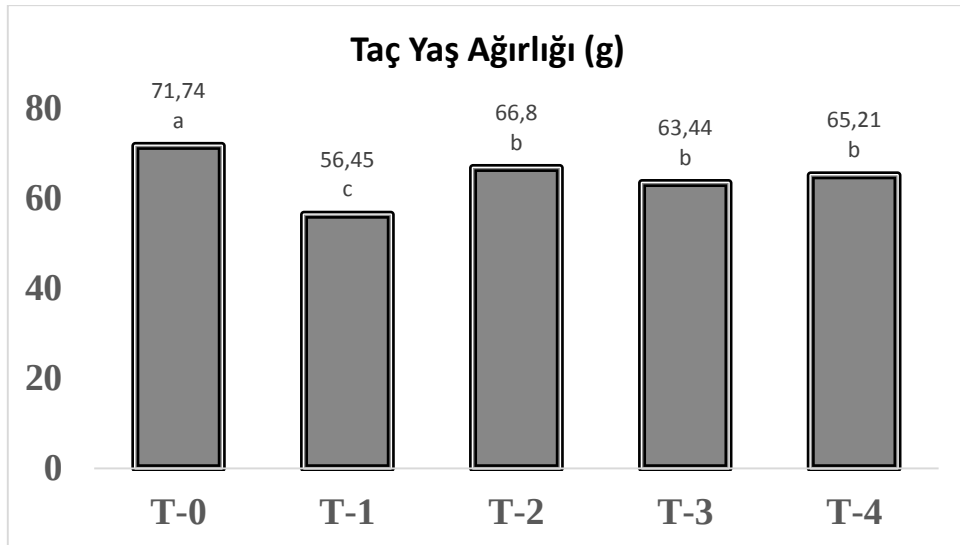
Kök uzunluğu morfolojik parametreler arasında tuz stresinden en fazla etkilenenler içerisinde yer almaktadır. Sonuçlara göre farklı uygulamaların tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltarak kök gelişimini artırdığı görülmektedir (Şekil 4.4). Farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalarda hümik asit ve silisyum uygulamalarının tuz stresinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkisini azaltıcı yönde etki gösterdiği ve dolayısıyla uygulamaların kök gelişimini artırdığı bildirilmiştir (Cooper ve ark.,1998; Padem ve ark.,1999).



Şekil 4.4. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların kök derinliği üzerine etkisi.

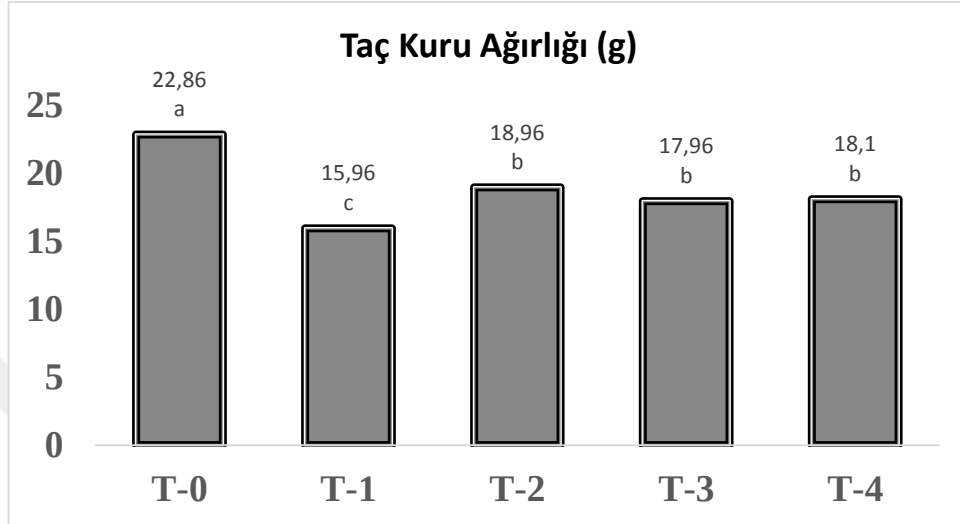
4.1.5. Taç Yaş ve Kuru Ağırlığı

Albion çilek çeşidinin toprak üstü taç bölgesinin yaş ve kuru ağırlığı üzerine tüm uygulamaların etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 4.5). En yüksek taç yaş ağırlığı 71.74 g ile T0 ölçülmüştür. Diğer uygulamalardan T1 uygulamasında 56.45 g, T2 uygulamasında 66.8 g, T3 uygulamasında 66.8 g ve T4 uygulamasında ise 75.14 g ölçülmüştür (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların taç yaş ağırlığına etkisi.

Tuz stresi altındaki çilek bitkilerinde taç kuru ağırlığı bakımından ortaya çıkan değişimler Şekil 4.6'da verilmiştir. Taç kuru ağırlığında en yüksek değer T0 uygulamasından 22.86 g ile elde edilirken, en düşük değer 15.96 g ile T1 uygulamasından elde edilmiştir.



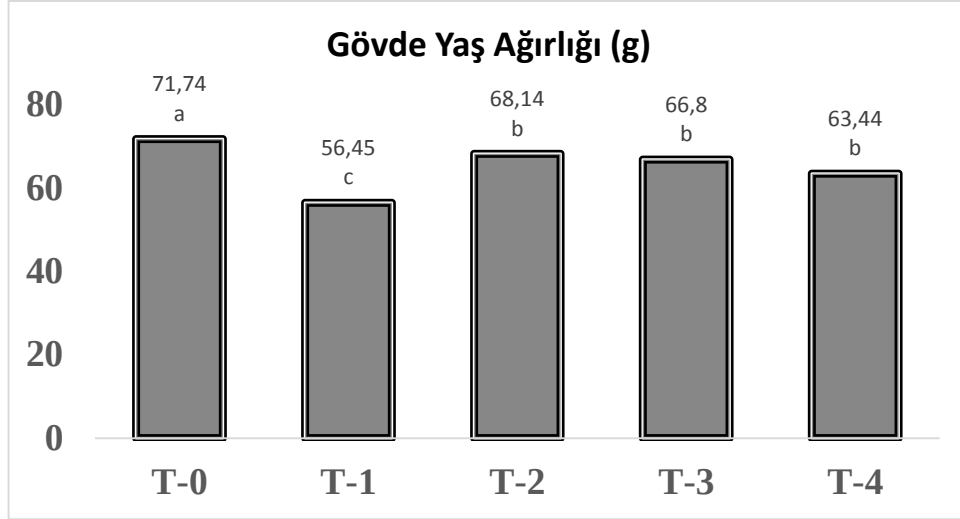
Şekil 4.6. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların taç kuru ağırlığına etkisi.

Albion çilek çeşidinde taç yaş ve kuru ağırlığı tuz uygulaması ile azalmış ancak Potasyum Silikat, Sıvı Solucan gübresi ve Organik preperat uygulamaları ile tuz stresinin olumsuz etkileri azalmıştır. Bir çok araştırmacı farklı bitki türlerine tuz stresinin etkisini azaltmak amacıyla uyguladıkları değişik maddelerle tuz stresinin etkilerinin azaldığını belirlemişlerdir (Abul-Soud and Abd-Elrahman, 2016; Seyed ve ark., 2019; Kaya ve ark., 2002; Khatere ve ark., 2016; Saidimoradi ve ark., 2019; Khatere ve ark., 2019).

4.1.6. Tüm Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığının Belirlenmesi

4.1.6.1. Gövde Yaş Ağırlığı

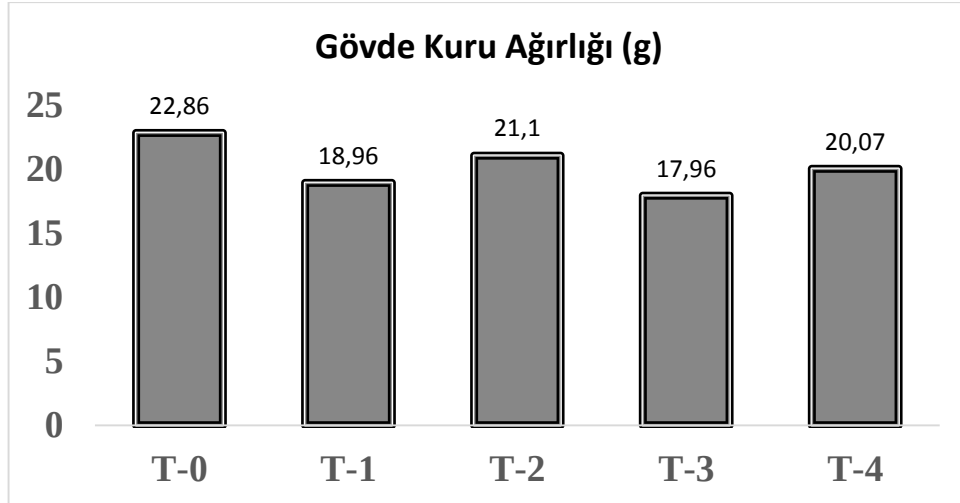
Tuz stresi uygulanan çilek çeşidinde gövde yaş ağırlık değerleri incelendiğinde tuz stresinin etkisini azaltmak amacıyla yapılan tüm uygulamaların etkisinin istatistiki anlamda önemli olduğu görülmektedir (Şekil 4.7). Gövde yaş ağırlıkları bakımından en yüksek değer 71.74 g ile T0 uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla 68.14 g ile T2, 66.8 g ile T3, 63.44 g ile T4 ve 56.45 g ile T1 uygulaması takip etmiştir (Şekil 4.7). Dolayısıyla T2, T3 ve T4 uygulamaları tuz stresinin etkisini önemli ölçüde azaltmıştır.



Şekil 4.7. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların gövde yaş ağırlığına etkisi.

4.1.6.2. Gövde Kuru Ağırlığı

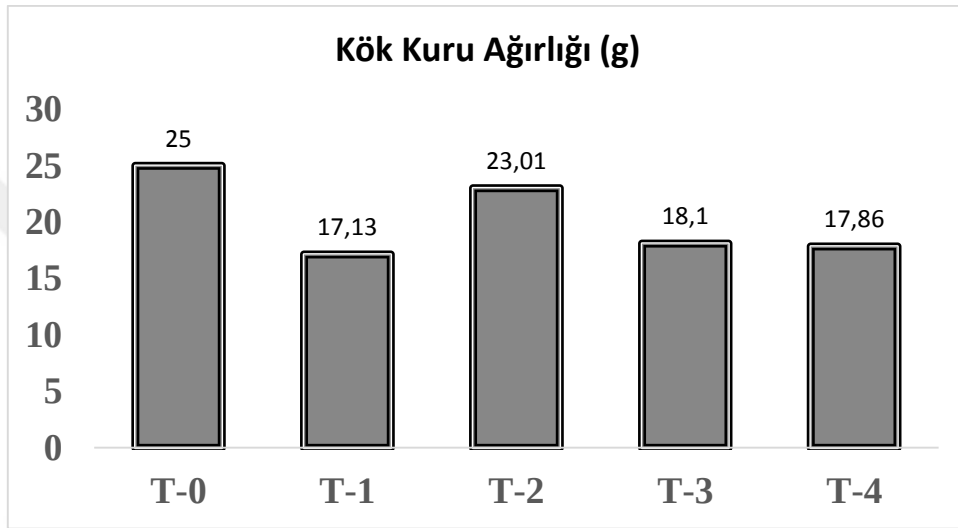
Albion çilek çeşidinde gövde kuru ağırlığı bakımından T0 uygulaması 22.86 g ile en yüksek gövde kuru ağırlığına sahip olurken, en düşük gövde kuru ağırlığı değeri ise 17.96 g ile T3 uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalar ise sırasıyla T1 18.96 g, T4 20.07 g, T2 21.1 g olmuştur (Şekil 4.8). Bitkinin gövde kuru ağırlığı üzerine uygulamaların etkisi genelde tuz stresinin etkisini azaltma yönünde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.8. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların gövde kuru ağırlığı üzerine etkileri.

4.1.6.3. Kök Kuru Ağırlığı

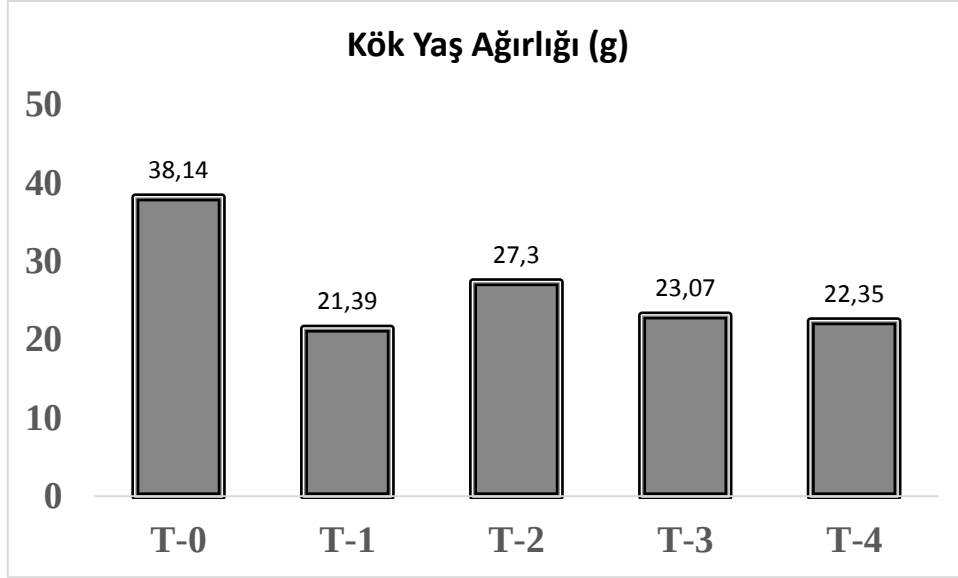
Kök kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 25 g ile T0 uygulamasından elde edilirken en düşük değere ise 17.13 g ile T1 uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalar ise sırasıyla 23.01 g ile T2, 18.1 g ile T3 ve 17.86 g ile T4 şeklinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.9). Bitkinin kök kuru ağırlığı üzerine Potasyum silikat, Sıvı Solucan Gübresi ve Organik preperat uygulamalarının etkisi olumlu yönde olmuş ve tuz stresinin etkisini azaltmıştır.



Şekil 4.9. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların kök kuru ağırlığı üzerine etkileri.

4.1.6.4. Kök Yaş Ağırlığı

Kök yaş ağırlığı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel anlamda fark önemli bulunmamıştır. Elde edilen en yüksek değer 38.14 g ile T0 uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı değeri ise T1 uygulamasında 21.39 g olarak ölçülmüştür (Şekil 4.10). Bitkilerin kökleri tuz stresi altında iken su alımları azaldığı için kök gelişiminde gerilemeler meydana gelmiştir.



Şekil 4.10. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların kök yaş ağırlığı üzerine etileri.

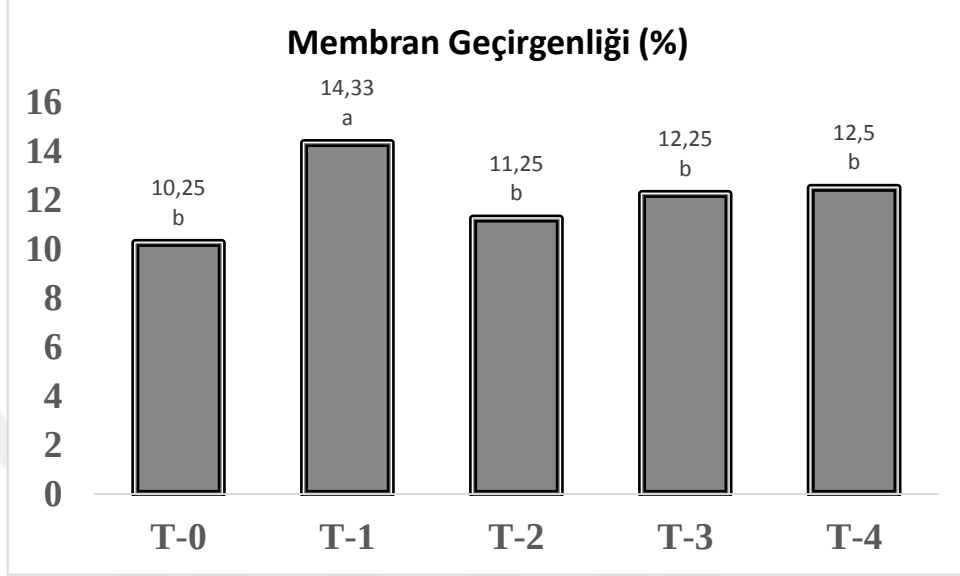
Bitkiler büyüme ve gelişme dönemlerinde tuz stresine maruz kaldığında gelişim için gerekli olan suyu alamamakta ve dolayısıyla vegetatif gelişiminde azalmalar meydana gelmekte buda bitki-kök yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalara yol açmaktadır (Kluge, 1976; Bertamini ve ark., 2006). Tuz stresinin çilek bitkisinde büyüme ve gelişmeyi önemli ölçüde azaltarak bitki-kök yaş ve kuru ağırlıklarını azalttığı yapılan bir çok çalışmada ortaya konulmuştur (Kaya ve ark., 2002; Rahman ve ark., 2002; Pırlak ve Eşitken, 2004; Bertamini ve ark., 2006; Sivritepe ve ark., 2008; Efeoğlu ve ark., 2009; Filek ve ark., 2012; Abbaspour ve ark., 2012; Bolat ve ark., 2014; Saidimoradi ark., 20019; Seyed ve ark., 2019). Buna karşın çilekte tuz stresinin etkisini azaltmak amacıyla Salisilik Asit (Karlıdağ ve ark., 2009), Rizobakteri (PGPR) (Karlıdağ ve ark., 2013), Potasyum Silikat (Khatere ve ark., 2016), Humik Asit(Saidimoradi ve ark., 2019) uygulamaları yapılmış ve bu uygulamalar tuz stresinin etkisini azaltmıştır.

4.2. Fizyolojik Özellikler

4.2.1. Membran Geçirgenliğinin Belirlenmesi

Membran geçirgenliğine ilişkin sonuçlar Şekil 4.11’de verilmiştir. Sonuçlar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Uygulamalardan elde edilen sonuçlar %10.25 ile %14.33 arasında değişim göstermiştir. En düşük değer T0 uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek değer ise T1 uygulamasından elde edilmiştir.

T2, T3 ve T4 uygulamalarına ait sonuçlar ise sırasıyla %11.25, %12.25, %12.50 olarak bulunmuştur. Potasyum Silikat, Sıvı Solucan Gübresi ve Organik Preperat uygulamaları tuz uygulamasına (T1) göre membran geçirgenliğini önemli ölçüde düşürmüştür.

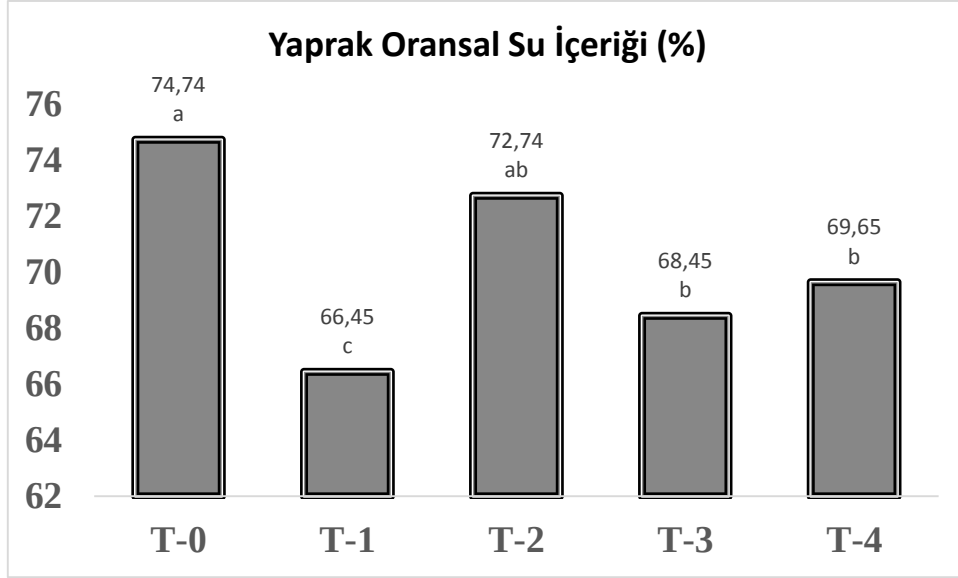


Şekil 4.11. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların membran geçirgenliği üzerine etkileri.

Tuz stresi hücre membranlarında zararlanmalara neden olarak, iyonların ortamlarının dışına sızmasına yol açmaktadır (Kuşvuran, 2010). Tuz stresinin etkilerini azaltmak amacıyla yapılan çalışmalarda tamamlayıcı Ca (Kaya ve ark., 2002), Salisilik Asit (Karlıdağ ve ark., 2009; Dedejani ve Ghaderi, 2018) ve PGPR uygulamaları (Karlıdağ ve ark., 2013) bitki dokularında membran zararlanmasını azaltarak membran geçirgenliğini düşürmüştür.

4.2.2. Yaprak Oransal Su İçeriği

Çalışmada, yaprak oransal su içeriği değerleri, % 66.45 ile %74.74 arasında değişim göstermiştir. En düşük değer, T1 uygulamasından, en yüksek değer ise T0 uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.12). Uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Özellikle T2 uygulaması yaprak oransal su içeriğini önemli ölçüde artırmıştır.

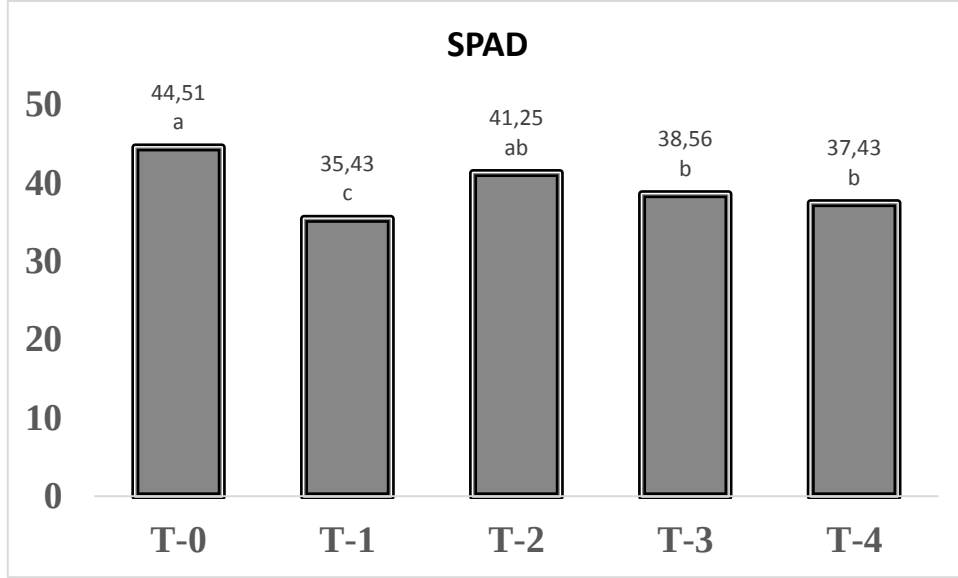


Şekil 4.12. Albion çilek çeşidinde farklı uygulamaların yaprak oransal su içeriğine etkileri.

4.2.3. Klorofil Miktarının Belirlenmesi (SPAD)

Uygulamaların klorofil içeriği üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. En düşük klorofil içeriği T1 uygulamasında ölçülürken en yüksek değer ise T0 uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.13). Çalışmada tuz stresinin etkisini azaltmak amacıyla yapılan üç uygulama da tuz stresinin etkisini önemli ölçüde azaltmış ve yaprak klorofil içeriğini artırmıştır (Şekil 4.13).

Tuz stresi, bitki büyümesi ve gelişmesini osmotik ve iyon stresine neden olarak engellemektedir (Parida ve Das, 2005). Kök rizosferinde tuz miktarının artmasıyla birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Oluşan bu dışsal osmotik stres, kullanılabilir su miktarının da azalmasına sebep olmaktadır (Tuteja, 2007). Klorofil sentezinin gerçekleşebilmesi için suya gereksinim vardır. Uygun seviyede olan su miktarı bitkide klorofil düzeyini yükseltirken, su stresi altındaki bitkilerde ise klorofil düzeyinde düşüşler görülmektedir (Goss, 1973). Tuz stresi altındaki çilek bitkilerine dışarıdan yapılan Potasyum Silikat (Khatere ve ark., 2016), Humik Asit (Saidimoradi ve ark., 2019), Salisilik Asit (Karlıdağ ve ark., 2009), Nanosilikon Dioksit (Avestan ve ark., 2021) uygulamaları tuz stresinin etkisini azaltarak yaprak klorofil miktarını kontrole göre artırmıştır.



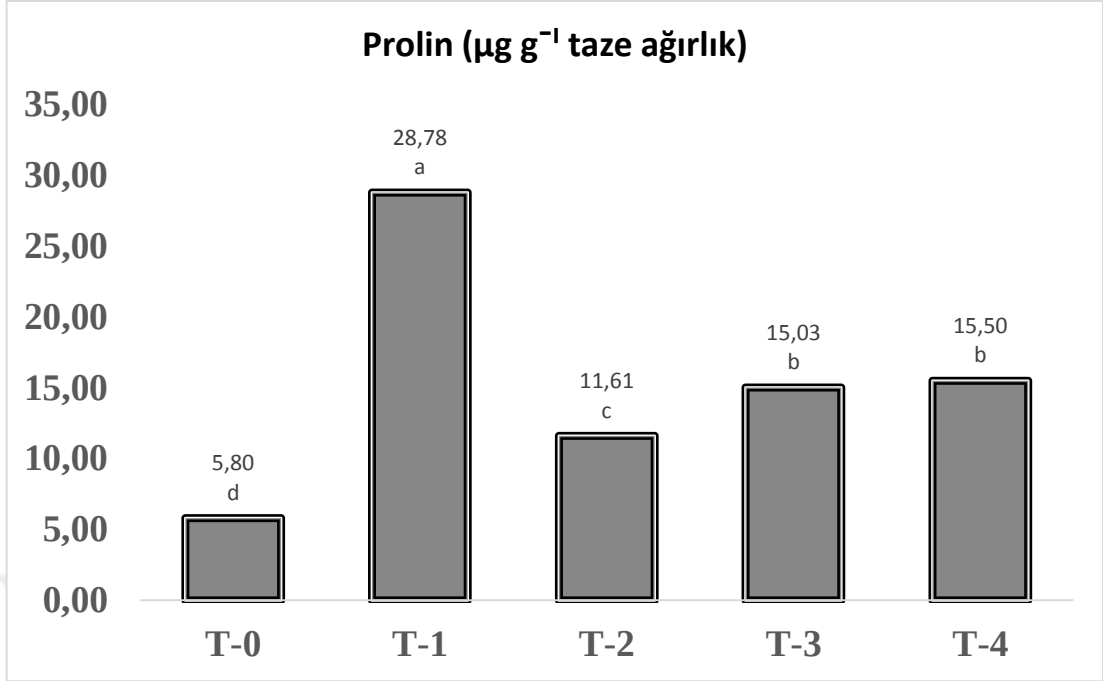
Şekil 4.13. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların klorofil miktarı üzerine etkisi.

4.3. Biyokimyasal Analizler

4.3.1. Yaprak Prolin İçeriğinin Belirlenmesi

Albion çilek çeşidinde tuz stresinin etkilerini azaltmak amacıyla yapılan Potasyum silikat, Sıvı Solucan gübresi ve Organik preperat uygulamaları prolin içeriğini istatistiksel anlamda önemli ölçüde azaltmıştır (Şekil 4.14). En düşük prolin değeri T0 ($5.80 \mu\text{g.g}^{-1}$) uygulamasından elde edilirken en yüksek değer T1 ($28.78 \mu\text{g.g}^{-1}$) uygulamasından elde edilmiştir. T2 uygulamasından elde edilen değer $11.61 \mu\text{g.g}^{-1}$ olurken T3 uygulaması $15.03 \mu\text{g.g}^{-1}$ ve T4 uygulaması ise $15.50 \mu\text{g.g}^{-1}$ olmuştur.

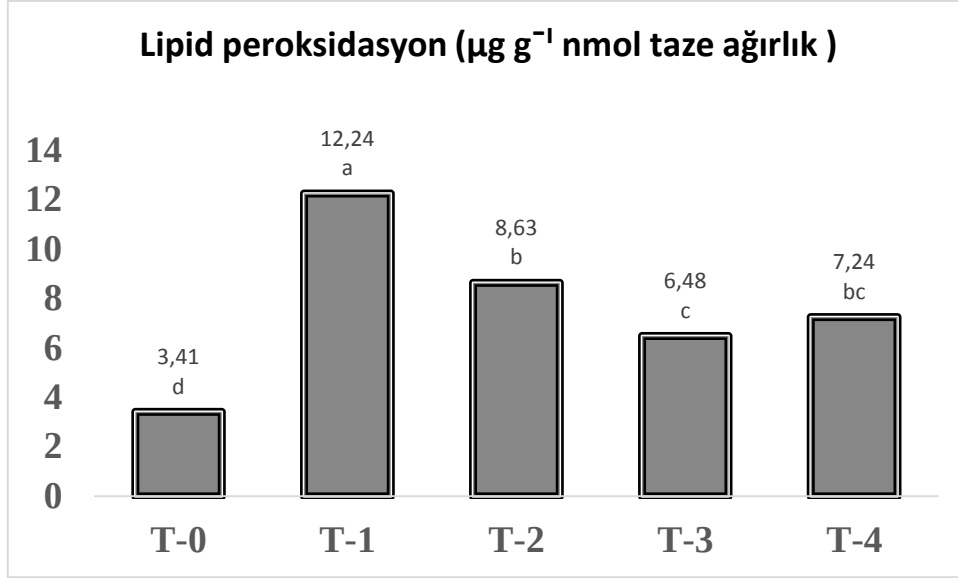
Prolin bitkideki tuz stresi arttıkça yapraklardaki serbest oksijen ile bünyesinde zararlı olan toksik maddelerin atılımına ve bitkinin stres koşulları altındaki direncine önemli katkı sağlayan azot içerikli bir bileşiktir (Bohnert ve Sheveleva, 1998). Tuz stresinin etkisini azaltıcı uygulamalar prolin içeriğini de azaltmaktadır. Çilekte tuz stresinin etkilerini azaltmak amacıyla yapılan çalışmalarda Nano-silikon dioksit, Potasyum Silikat ve Humik Asit uygulamaları yapılmış, bu uygulamalar tuz stresinin etkisini azaltarak yaprak prolin içeriğini düşürmüştür (Avestan ve ark., 2019; Saidimoradi ve ark., 2019; Khatere ve ark., 2016).



Şekil 4.14. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların prolin içeriği üzerine etkisi.

4.3.2. Lipit Peroksidasyonunun Belirlenmesi

Yapılan uygulamaların Lipid peroksidasyon miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Şekil 4.16'daki verilerde T2, T3 ve T4 uygulamalarının lipid peroksidasyon miktarını azalttığı görülmektedir. En yüksek lipid peroksidasyon içeriği 12.24 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile T1 uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalardan elde edilen değerler ise sırasıyla 8.63 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile T2, 7.24 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile T4, 6.48 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile T3 ve 3,41 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ile T0 şeklinde olmuştur (Şekil4.15). Tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla kabak bitkisinde yapılan çalışmada salisilik asit uygulanan bitkilerde lipit peroksidasyon miktarının azaldığı belirlenmiştir (Bak. 2009). Öte yandan çilekte yapılan benzer çalışmada Sodyum Selenit uygulaması yapılmış, bu uygulama da tuz stresi altındaki çilek bitkilerinde sentezlenen lipid peroksidasyon düzeyini azaltmıştır (Seyed ve ark., 2019). Yine çilekte benzer şekilde tuz stresinin etkisini azaltmak amacıyla yapılan Humik Asit uygulamasıda çilek bitkilerinin lipid peroksidasyon miktarını azaltmıştır (Saidimoradi ve ark., 2019).



Şekil 4.15. Albion çilek çeşidinde değişik uygulamaların lipid peroksidasyon değeri üzerine etkisi.

4.3.3. Bitki Besin Elementlerinin Analizleri

Farklı uygulamaların Albion çilek çeşidinde yaprakların bazı bitki besin elementleri içeriğine ait değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre, yaprakların N içerikleri %1.21 ile %1.77 arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer %1.77 ile T4 uygulamasından, en düşük değer ise %1.21 ile T0 uygulamasında görülmüştür.

Yaprakların P içeriği değerleri incelendiğinde, en yüksek değer %3.90 ile T3 uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Bu değeri, %3.78 ile T0 uygulaması takip etmiştir. En düşük değer %3.19 ile T1 uygulamasından elde edilmiştir.

Yaprakların K içerikleri %1.51 ile %2.21 arasında değişiklik göstermektedir. En yüksek değer %2.21 olarak T2 uygulamasında ölçülürken, en düşük değer ise %1.51 olarak T1 uygulamasından elde edilmiştir.

Ca içeriği bakımından yapraklarda en yüksek değer %2.41 ile T2 uygulamasından elde edilirken bu değeri %2.38 ile T4, %2.15 ile T3, %2.14 ile T0 ve %1.31 ile T1 uygulaması izlemiştir.

Yaprakların Mg içeriği değerlerine bakıldığında, en yüksek değer %0.58 ile T2 uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Bunu %0.57 ile T4 uygulaması, %0.55 ile T0 ve T3, %0.31 ile T1 uygulamaları izlemiştir.

Yaprak Fe içeriği en yüksek T3 uygulamasında (124.10 ppm) uygulamasında belirlenirken, en düşük değer ise T1 (94.09 ppm) uygulamasından elde edilmiştir.

Yaprakların Cu değerleri incelendiğinde, en yüksek değerin 10.60 ppm ile T1 uygulamasında olduğu görülmektedir. Bu değeri 8.81 ppm ile T0, 8.24 ppm ile T4, 6.63 ppm ile T3 ve en düşük değer olarak ise 6.00 ppm ile T2 uygulaması takip etmiştir.

Zn içerik bakımından yapraklarda 28.17 ile 41.06 değerleri arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer 41.06 ppm ile T4 uygulamasında görülürken, en düşük değer ise 28.17 ppm ile T0 uygulamasında olduğu tespit edilmiştir.

Yaprakların Mn içeriği değerlerine bakıldığında, en yüksek değerin 72.38 ppm ile T3 uygulamasına ait görülürken, bu değeri sırasıyla 57.36 ppm ile T2, 52.56 ppm ile T1, 46.13 ppm ile T4 ve 26.18 ile T0 uygulamaları takip etmiştir.

Yapraklardaki B içerikleri incelendiğinde en yüksek değerin 68.64 ppm ile T3 uygulamasında olduğu belirlenirken, en düşük değerin ise 52.51 ppm ile T0 uygulamasında olduğu tespit edilmiştir.

Yapraklardaki Cl ise 6.33 ppm ile 26.53 ppm değerleri arasında ölçülmüştür. En yüksek değer 26.53 ppm ile T1 uygulamasında belirlenmiş ve bunu sırayla 24.73 ppm ile T4 uygulaması, 21.57 ppm ile T3 uygulaması, 16.67 ppm ile T2 uygulaması ve en düşük değer olarak ise 6.33 ppm ile T0 uygulaması takip etmiştir.

Farklı uygulamalara ait yaprakların mineral madde içeriği arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz stresinin etkisini azaltmak amacıyla yapılan T2, T3 ve T4 uygulamaları T1 uygulamasına göre N, P, K, Ca, Mg ve Fe alımını önemli düzeyde artırmıştır. Diğer yandan ise bu uygulamalar Cl içeriğinin de genel anlamda önemli ölçüde düşürmüştür. Tuz stresi altında yetiştirilen çilek bitkilerine uygulanan Salisilik Asitin tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltarak mineral madde içeriğini artırdığı tespit edilmiştir (Karlıdağ ve ark., 2009). Tabatabaei (2016) benzer şekilde yaptığı araştırmada çilek bitkilerine değişik dozlarda Silisyum uygulaması yapmış, uygulamaların tuz stresinin etkisini azalttığını ve bitki mineral maddelerinden N, P ve K miktarlarının arttığını belirlemiştir. Diğer yandan Avestan ve ark., (2021) tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerin yapraklarının, K ve P içerikleri ile K/Na oranının azaldığını buna karşın Ca, Cl ve Na konsantrasyonlarının arttığını bildirmişlerdir. Ancak farklı miktarlardaki SiO₂ uygulamalarının K, P ve K/Na oranlarını değişik seviyelerde

artırdığını tespit etmişlerdir. En yüksek K ve P içeriği, 100 mg nSiO₂ L⁻¹ uygulamasından elde edilirken en düşük değerler ise 50 mM tuz dozu altında yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir.



Çizelge 4.1. Tuz stresi altındaki Albion çilek çeşidine yapılan farklı uygulamalarınyaprak mineral madde içeriğine etkileri

	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn(ppm)	Mn(ppm)	B(ppm)	Cl(ppm)
T-0	1,60 a	3,78	1,61 b	2,14 a	0,55 a	100,91 ab	8,81 b	28,17 c	26,18 d	52,51 c	6,33 d
T-1	1,21 b	3,19	1,51 b	1,31 b	0,31 b	94,09 b	10,60 a	35,09 b	52,56 b	57,82 c	26,53 a
T-2	1,66 a	3,39	2,21 a	2,41 a	0,58 a	107,09 ab	6,00 b	28,22 c	57,36 b	65,87 a	16,67 c
T-3	1,57 a	3,90	1,71 b	2,15 a	0,55 a	124,10 a	6,63 b	28,86 c	72,38 a	68,64 a	21,57 b
T-4	1,77 a	3,32	1,65 b	2,38 a	0,57 a	108,69 ab	8,24 b	41,06 a	46,13 c	62,52 b	24,73 a

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Abiyotik stres faktörleri içerisinde etkilediği alan bakımından su stresinden sonra ikinci sırada yer alan tuz stresi bitkilerin morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler özellikleri üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Bunun sonucunda bitkilerde su alımı yavaşlamakta ve buna bağlı olarakta yaprak su kapsamı düşmektedir. Bitki dokularında su içeriğinin azalmasıyla birlikte bitkide turgor basıncı düşmekte ve bunun sonucunda da metabolik olaylar aksamakta ve dolayısıyla bitki büyüme ve gelişmesini de önemli düzeyde sınırlandırmak suretiyle verimliliği önemli ölçüde düşürmektedir. Daha ileri durumlar da ise bitkiyi ölüme götürmektedir.

Değişik stres şartlarına karşı bitkilerin toleransını yükseltmek amacıyla günümüzde birçok alternatif yöntem araştırılmaktadır. Farklı stres faktörlerinin olumsuz etkisini azaltmada son yıllarda alternatif yöntem olarak ilk sırada silikon gübrelemesi uygulamaları gelmektedir. Diğer yandan özellikle abiyotik stres faktörlerinin etkisinin azaltılmasında son yıllarda organik maddeler ve mikroorganizmalar üzerinde gerek ülkemizde ve gerekse yurtdışında yapılmış çalışmalar mevcuttur. Organik madde olduğu kaynağa göre farklı düzeylerde azot, fosfor, potasyum ve diğer besin elementlerini içerir. Bunun yanı sıra bitkilere besin elementi sağlamaları yanında daha çok toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmek suretiyle bitkilerin gelişmelerine de yardımcı olurlar.

Tuz stresinin etkilerini azaltmak için çilek bitkilerine T2, T3, T4 (Toplam Organik Madde, %26.19 Organik Karbon, %11.44 Organik Azot, %3.76 Serbest Aminoasitler, %24.57) uygulamaları yapılmıştır. Yapılan bu uygulamalar çilek bitkisinin morfolojik özelliklerinden yaprak sayısını, gövde çapını, kök derinliğini, taç yaş ve kuru ağırlığını, gövde kuru ağırlığını ve gövde yaş ağırlığını tuz uygulamasına göre istatistiksel olarak önemli düzeyde artırmıştır. Uygulamalar fizyolojik özelliklerden yaprak oransal su içeriğini ve klorofil miktarını istatistiksel anlamda önemli düzeyde artırırken membran geçirgenliğini ise azaltmıştır. Diğer yandan uygulamalar tuz uygulamasına göre yaprak prolin içeriğini ve lipid peroksidasyon miktarını önemli ölçüde azaltmıştır. Özellikle bitki besin maddeleri oranlarıyla ilgili parametrelerde tuz stresinin etkisini düşürücü yönde sonuçlar tespit edilmiştir. Ayrıca uygulamalar yaprak mineral maddelerinden N, P, K, Ca, Mg ve Fe içeriğini tuz uygulamasına göre artırmıştır. Bu nedenle tuz stresinin olumsuz

etkisini azaltmak için temel besin solüsyonlarına ilaveten toprak yapısını düzenleyen ve zenginleştiren ve abiyotik stres şartlarına karşı toleransın artırılmasında T2, T3, T4 uygulamalarından yararlanılabilir.



KAYNAKLAR

- Abbaspour, H. (2012). Effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes, and proline accumulation in pistachio plants. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6 (3), 526-529.
- Abul-Soud, MA ve Abd-Elrahman, SH (2016). Tuz stresi koşullarında yetiştirilen patlıcanın toleransını artırmak için yapraktan selenyum uygulaması. *Int. J. Plant Soil Sci*, 9 (1), 1-10.
- Adak, N., Gubbuk, H., & Tetik, N. (2018). Yield, quality and biochemical properties of various strawberry cultivars under water stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98 (1), 304-311.
- Ağaoğlu, S.Y., Türemiş, N., 2013. Üzümsü meyveler. Tomurcukbağ. *Eğitim Yayınları*, Ders Kitabı. Ankara, 55-115.
- Ahmed, Ch Ben, et al. "Zıt su mevcudiyeti rejimleri altında üç zeytin çeşidinde gaz değişimi, prolin birikimi ve antioksidatif enzim aktivitelerindeki değişiklikler." *Çevresel ve deneysel botanik* 67.2 (2009): 345-352.
- Akdoğan, S., & Özkan, İ. (2006). Gelişmenin Değişik Dönemlerinde Uygulanan Su Noksanlığı Geriliminin Biber Bitkisi (*Capsicum annuum* L.)'nin Tuza Duyarlılığı Üzerine Etkisi.
- Akıncı, S., & Akıncı, İ. E. Bazı Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Çeşitlerinin çimlenme döneminde tuza tepkileri.
- Al-aghabary, K., Zhu, Z., & Shi, Q. (2005). 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.
- Arnon, D.T. 1949. Copper enzymes in insolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 23: 1-15.
- Avestan, S., Ghasemnezhad, M., Esfahani, M., & Barker, A. V. (2021). Effects of nanosilicon dioxide on leaf anatomy, chlorophyll fluorescence, and mineral element composition of strawberry under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition*, 44 (20), 3005-3019.
- Avestan, S., Ghasemnezhad, M., Esfahani, M., & Byrt, C. S. (2019). Application of nano-silicon dioxide improves salt stress tolerance in strawberry plants. *Agronomy*, 9 (5), 246.

- Awang, Y. B., & Atherton, J. G. (1994). Salinity and shading effects on leaf water relations and ionic composition of strawberry plants grown on rockwool. *Journal of horticultural science*, 69(2), 377-383.
- Awang, Y. B., Atherton, J. G., & Taylor, A. J. (1993). Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. I. Growth and leaf water relations. *Journal of Horticultural Science*, 68 (5), 783-790.
- Bak, Z. D. (2009). *Tuz stresine maruz bırakılan iki kabak çeşidinde (Cucurbita pepo L.) salisilik asit uygulamasıyla gelişen fizyolojik ve biyokimyasal değişimler* (Doctoral dissertation, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Barroso, M. M., & Alvarez, C. E. (1997). Toxicity symptoms and tolerance of strawberry to salinity in the irrigation water. *Scientia Horticulturae*, 71(3-4), 177-188.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. ve Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39: 205-207
- Bayat, R., Kuşvuran, Ş., Üstün, A. S., & Ellialtıoğlu, Ş. (2007). Tuza tolerans özelliği farklı iki kabak genotipine ait fidelere yapılan dışsal profilin uygulamalarının etkileri üzerinde araştırmalar. 9. *Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu*, 12-14.
- Bertamini, M. A. S. S. I. M. O., Zulini, L. U. C. A., Muthuchelian, K., & Nedunchezian, N. (2006). Effect of water deficit on photosynthetic and other physiological responses in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) plants. *Photosynthetica*, 44 (1), 151-154.
- Bohnert, H. J., & Sheveleva, E. (1998). Plant stress adaptations—making metabolism move. *Current opinion in plant biology*, 1(3), 267-274.
- Bolat, I., Dikilitas, M., Ercisli, S., İkinci, A., & Tonkaz, T. (2014). The effect of water stress on some morphological, physiological, and biochemical characteristics and bud success on apple and quince rootstocks. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Bremner, JM (1965). Toplam nitrojen. *Toprak analizi yöntemleri: bölüm 2 kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler*, 9, 1149-1178.

- Bresler, E., Dagan, G., & Hanks, R. J. (1982). Statistical analysis of crop yield under controlled line-source irrigation. *Soil Science Society of America Journal*, 46 (4), 841-847.
- Burssens, S., Himanen, K., Van de Cotte, B., Beeckman, T., Van Montagu, M., Inzé, D., & Verbruggen, N. (2000). Expression of cell cycle regulatory genes and morphological alterations in response to salt stress in *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 211 (5), 632-640.
- Canellas, L. P., Piccolo, A., Dobbss, L. B., Spaccini, R., Olivares, F. L., Zandonadi, D. B., & Façanha, A. R. (2010). Chemical composition and bioactivity properties of size-fractions separated from a vermicompost humic acid. *Chemosphere*, 78(4), 457-466.
- Caruso, G., Cavaliere, C., Guarino, C., Gubbiotti, R., Foglia, P., & Laganà, A. (2008). Identification of changes in *Triticum durum* L. leaf proteome in response to salt stress by two-dimensional electrophoresis and MALDI-TOF mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 391(1), 381-390.
- Casenave, E. C., Degano, C. A., Toselli, M. E., & Catan, E. A. (1999). Statistical studies on anatomical modifications in the radicle and hypocotyl of cotton induced by NaCl. *Biological Research*, 32(4), 289-295.
- Cooper, R. J., Liu, C., & Fisher, D. S. (1998). Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science*, 38(6), 1639-1644.
- Cordeiro, F. C., C. Santa-Catarina, V. Silveira, and S. R. de Souza. 2011. Humic acid effect on catalase activity and the generation of reactive oxygen species in corn (*Zea mays*). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 75:70–74. doi:10.1271/bbb.100553.
- Dajic, Z. (2006). Salt stress. In *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants* (pp. 41-99). Springer, Dordrecht.
- D'anna, F., Incalcaterra, G., Moncada, A., & Miceli, A. (2003, July). Effects of different electrical conductivity levels on strawberry grown in soilless culture. In *International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment* 609 (pp. 355-360).

- Daşgan, H. Y., Koç, S., Ekici, B., Aktaş, H., & Abak, K. (2006). Bazı fasulye ve börülce genotiplerinin tuz stresine tepkileri. *alatarım*, 5(1), 23-31.
- Dedejani, S., & Ghaderi, N. (2018). Positive responses of strawberry (*Fragaria*× *ananassa* Duch.) explants to salicylic and iron nanoparticle application under salinity conditions. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 134(2), 267-275.
- Dizdar, M. Y. (1978). Türkiye’de tuzdan etkilenmiş topraklar. *Toprak Su Dergisi*, 47, 36-57.
- Duran, C. N. & Şener, Ö. Ü. S., (2020) Mikrobiyal içerikli bazı bitki büyüme ve gelişme düzenleyicilerin örtüaltı çilek yetiştiriciliğinde bitkilerin vejetatif gelişimi ve meyve kalitesi üzerine olan etkileri.
- Ekmekçi, E., Mehmet, A. P. A. N., & Tekin, K. A. R. A. (2005). Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Anadolu tarım bilimleri dergisi*, 20(3), 118-125.
- El-Nemr MA, El-Desuki M, El-Bassiony AM, Fawzy ZF (2012) Response of growth and yield of cucumber plants (*cucumis sativus* l.) to different foliar applications of humic acid and bio-stimulators. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 6 (3): 630-637.
- Epstein, E., 1999. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50: 641- 644.
- Erdal, İ., Türkmen, Ö., & Yıldız, M. (2000). Tuz stresi altında yetiştirilen hıyar (*Cucumis sativus* L.) fidelerinin gelişimi ve kimi besin maddeleri içeriğindeki değişimler üzerine potasyumlu gübrelemenin etkisi. *Yüüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1), 25-29.
- Efeoğlu, B., Ekmekçi, Y. and Çiçek, N., 2009, Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery, *South African Journal of Botany*, 75: 34 - 42.
- Erenoğlu, B., Burak, M., Şeniz, V., Fidancı, A., 2003. Melezleme ıslahı ile elde edilen bazı çilek çeşitlerinin In Vitro şartlarında tuza (NaCl) mukavemetleri üzerinde araştırmalar. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 23- 25 Ekim 2003, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ordu Ziraat Fakültesi, Ordu, 288-294.

- Esin, F. (2007). Effects of NaCl application on plant growth and ion contents of some strawberry cultivars.
- Falkenmark, M., & Rockström, J. (1993). Curbing rural exodus from tropical drylands. *Ambio (Journal of the Human Environment, Research and Management); (Sweden)*, 22(7)
- Filek, M., Walas, S., Mrowiec, H., Rudolphy-Skórska, E., Sieprawska, A., & Biesaga-Kościelniak, J. (2012). Membrane permeability and micro-and macroelement accumulation in spring wheat cultivars during the short-term effect of salinity-and PEG-induced water stress. *Acta physiologiae plantarum*, 34(3), 985-995.
- Gerdakaneh, M., Mozafari, A., Khalighi, A., & Sioseh-Mardah, A. (2010). The effects of exogenous proline and osmotic stress on morpho-biochemical parameters of strawberry callus. *African Journal of Biotechnology*, 9(25), 3775-3779.
- Goss, J. A. (1973). Amino acid synthesis and metabolism. *Physiology of Planta and their Cells. Pergamon Press, Inc., New York*.
- Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M., & Çıkkılı, Y. (1999). Effect of Salinity on Phosphorus Induced Zinc Deficiency in Pepper (*Capsicum annum*L.) Plants. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(4), 459-464.
- Güngör, Y., & Yurtsever, E. (1991). Değişik tuzluluk düzeylerinde sulama sularının soya fasulyesi verimine etkisi. *Doğa. Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 15, 80-88.
- Gürel, A., Avcıoğlu, R., 2001. Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi. Bitki Biyoteknolojisi: Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları (Ed. S. Özcan, E. Gürel ve M. Babaoğlu).s:288-326.
- Gulen, H., Turhan, E., & Eris, A. (2006). Changes in peroxidase activities and soluble proteins in strawberry varieties under salt-stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 28 (2), 109-116
- Hattori, T., Inanaga, S., Araki, H., Morita, S., Luxova, M., Lux, A., 2005. Application of silicon enhanced drought tolerance in *Sorghum bicolor*. *Physiologia Plantarum*, 123(4):459-466.

- Ipek, M., Pirlak, L., Esitken, A., Figen Dönmez, M., Turan, M., & Sahin, F. (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) increase yield, growth and nutrition of strawberry under high-calcareous soil conditions. *Journal of plant nutrition*, 37(7), 990-1001.
- Kacar, B., & Inal, A. (2008). Plant analysis. *Nobel Pres*, 1241, 891.
- Kanto, T., Miyoshi, A., Ogawa, T., Maekawa, K., & Aino, M. (2006). Suppressive effect of liquid potassium silicate on powdery mildew of strawberry in soil. *Journal of General Plant Pathology*, 72(3), 137-142.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş, T. ve Zengin, M. 2007. Sürdürülebilir Toprak Verimliliği. ISBN:978-975-8629-49-7, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Karlıdağ, H., Yıldırım, E., & Dursun, A. (2011). Physalis'in çimlenme ve fide büyümesi sırasında tuz toleransı. *Pakistan Botanik Dergisi* , 43 (6), 2673-2676.
- Karlıdağ, H., Esringü, A., Kant, C., Yıldırım, E., & Turan, M. (2011). Ameliorative effect of foliar nutrient supply on growth, inorganic ions, membrane permeability, and leaf relative water content of physalis plants under salinity stress. *Communications in soil science and plant analysis*, 42(4), 408-423.
- Karlıdağ, H., Yıldırım, E., & Turan, M. (2009). Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. *Scientia Agricola*, 66(2), 180-187.
- Karlıdağ, H., Yıldırım, E., Turan, M., Pehlivan, M., & Donmez, F. (2013). Plant growth-promoting rhizobacteria mitigate deleterious effects of salt stress on strawberry plants (*Fragaria*× *ananassa*). *HortScience*, 48(5), 563-567.
- Kaya, C., Ak, B. E., Higgs, D., & Murillo-Amador, B. (2002). Influence of foliar-applied calcium nitrate on strawberry plants grown under salt-stressed conditions. *Australian journal of experimental agriculture*, 42(5), 631-636.
- Kaya, E. (2011). Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotipinin taranması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 212.

- Khan, A. N., Qureshi, R. H., & Ahmad, N. (2004). Salt tolerance of cotton cultivars in relation to relative growth rate in saline environments. *International Journal of Agriculture & Biology*, 6(5), 786-787.
- Khatere Yaghubi., Yavar Vafae., Nasser Ghaderi & Taimoor Javadi. (2016). Potassium silicate alleviates deleterious effects of salinity on two strawberry cultivars grown under soilless pot culture. *Scientia Horticulturae*, 213, 87-95.
- Khatere Yaghubi., Yavar Vafae., Nasser Ghaderi & Taimoor Javadi. (2019). Potassium silicate improves salinity resistant and affects fruit quality in two strawberry cultivars grown under salt stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(12), 1439-1451.
- Kluge, M.: Su stresi altında karbon ve azot metabolizması. — İçinde: Lange, OL, Kappen, L., Schulze, E.-D. (ed.): Su ve Bitki Ömrü. kişi 243-252. Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1976
- Konarlı, O. "Çilek." *Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın 12* (1986).
- Korkmaz, Ş., Bolat, İ. (2005) "Muir" Çilek Çeşidinde Gölgeleme ve Su Düzeylerinin Bazı Bitki, Meyve ve Yaprak Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, TÜRKİYE VI. ULUSAL BAHÇE BİTKİLERİ KONGRESİ, p. 597-602.
- Kuşvuran, Ş. (2010). Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana*.
- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., & Ellialtıoğlu, Ş. (2008a). Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı Cucumis sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1), 13-20.
- Küçükkömürcü, S. (2011). *Tuzluluk ve kuraklık streslerine tolerans bakımından bamya genotiplerinin taranması* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Lal, R. (1991, February). Current research on crop water balance and implications for the future. In *Proceedings of the International Workshop of the Soil Water Balance in the Sudano-Sahelian Zone, Niamey, Niger* (pp. 31-44).

- Lutts, S., Kinet, J. M., & Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of botany*, 78 (3), 389-398.
- Marschner, H. (1997). Functions of mineral nutrients, macronutrients. *Mineral nutrition of higher plants*.
- Matichenkov VV, Bocharnikova EA, Kosobrukhov AA, Biel KY (2008) Mobile forms of silicon in plants. *Doklady Biol Sci* 418:39-40.
- Mohammad, M., 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.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.
- Nelson, R.A., 1960. Potentiometric determination of the chloride content of tobacco. *Journal of Association of Official Agricultural Chemists*, 43(3): 518
- Nelson, H., & Paris, H. S. (1984). Effects of salinity on germination, seedling growth, and yield of melons. *Irrigation Science*, 5(4), 265-273.
- Neumann, P. M., Van Volkenburgh, E., & Cleland, R. E. (1988). Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. *Plant Physiology*, 88(1), 233-237.
- Öncel, İ. & Keleş, Y. (2002). Buğday fidelerinde büyüme ve pigment üzerine sıcaklık ve su-tuz streslerinin birlikte etkileri.
- Öztürk, A., & Erözel, A. Z. (1994). Tabansuyu derinliği ve sulama suyu kalitesinin biber su tüketimine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırma ve İncelemeler*, 755.
- Padem, H., Ocal, A., & Alan, R. (1999). Effect of humic acid added foliar fertilizer on seedling quality and nutrient content of eggplant and pepper. *Acta Horticulture*, 487, 164-169.

- Parida, A. K., Mitra, B., Das, A. B., Das, T. K., & Mohanty, P. (2005). High salinity reduces the content of a highly abundant 23-kDa protein of the mangrove *Bruguiera parviflora*. *Planta*, 221(1), 135-140.
- Parida, A.K. ve Das, A.B., 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: a Review, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
- Pirlak, L., & Eşitken, A. (2004). Salinity effects on growth, proline and ion accumulation in strawberry plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 54(3), 189-192.
- Rahman, I. (2002). Oxidative stress and gene transcription in asthma and chronic obstructive pulmonary disease: antioxidant therapeutic targets. *Current Drug Targets-Inflammation & Allergy*, 1(3), 291-315.
- Reddy, M. P., & Iyengar, E. R. R. (1999). Crop responses to salt stress: Seawater application and prospects. *Handbook of plant and crop stress*, 1041-1067.
- Rezazadeh, A., Ghasemnezhad, A., Barani, M., & Telmadarrehei, T. (2012). Effect of salinity on phenolic composition and antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves. *Res J Med Plant*, 6(3), 245-252.
- Saidimoradi, D., Ghaderi, N., & Javadi, T. (2019). Salinity stress mitigation by humic acid application in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 256, 108594.
- Saied, A. S., Keutgen, N., & Noga, G. (2003, July). Effects of nacl stress on leaf growth, photosynthesis and ionic contents of strawberry cvs'elsanta'and'korona'. In *International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment 609* (pp. 67-73).
- Sairam, R. K., & Saxena, D. C. (2000). Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 184(1), 55-61.
- Sakamoto, Y., Watanabe, S., Nakashima, T., & Okano, K. (1999). Hidroponikte yetiştirilen tek salkım domateslerin meyve kalitesi üzerine iki olgunlaşma evresindeki tuzluluğun etkileri. *Bahçe Bitkileri Bilimi ve Biyoteknoloji Dergisi*, 74 (6), 690-693.

- Sánchez, F. J., De Andres, E. F., Tenorio, J. L., & Ayerbe, L. (2004). Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. *Field Crops Research*, 86(1), 81-90.
- Savvas, D., Giotis, D., Chatzieustratiou, E., Bakea, M., Patakioutas, G., 2009. Silicon supply in soilless cultivations of zucchini alleviates stress induced by salinity and powdery mildew infections. *Environmental and Experimental Botany*, 65:11– 17.
- Seyed, Sr, Kheirizadeh, Ay, & Khalilzadeh, R. (2019). Tritikale'de ($\times$ Triticosecale) Tuz Stresinin Etkilerinin Biyo Gübreler ve Çinko Uygulaması ile Azaltılması.
- Shannon, M. C. (1984). Breeding, selection, and the genetics of salt tolerance.
- Shannon, M. C. (1985). Principles and strategies in breeding for higher salt tolerance. In *Biosalinity in Action: Bioproduction with Saline Water* (pp. 227-241). Springer, Dordrecht.
- Shen, S. H., Li, X. J., Yang, M. F., Chen, H., Qu, L. Q. & Chen, F., (2010). Absciscic acid pretreatment enhances salt tolerance of rice seedlings: proteomic evidence. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, 1804(4), 929-940.
- Sivritepe, N., Ertürk, U., Yerlikaya, C., Türkan, İ., Bor, M., & Özdemir, F. (2008). Response of the cherry root stock to water stress induced in vitro. *Biologia Plantarum*, 52 (3), 573-576.
- Tabatabaei, S. J. (2016). Interactive effects of Si and NaCl on growth, yield, photosynthesis, and ions content in strawberry (*Fragaria* $\times$ *ananassa* var *Camarosa*). *Journal of Plant Nutrition*, 39(11), 1524-1535.
- Tanji, K.K., 1990. Agricultural Salinity Assesment and Management. *Published by American Society of Civil Engineers*, 619 pp, New York. Technology, 13, 281– 297.
- Tezcan, A. (2009). *Tuzlu sulama suyu oksijen içeriğinin biber bitkisi verimi ve gelişmesine etkisi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Turhan, E. (2002). Researches on salt resistance physiology of strawberries growth in different media. *Turkish: Farklı ortamlarda yetistirilen çileklerin tuza*

dayanıklılık fizyolojileri üzerine araştırmalar.) Ph. D. thesis, Uludag Univ Inst Natural Sci, Bursa, 195.

- Turhan, E., & Eris, A. (2004). Changes of micronutrients, dry weight, and chlorophyll contents in strawberry plants under salt stress conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(7-8), 1021-1028.
- Turhan, E., & Eris, A. (2005). Changes of micronutrients, dry weight, and chlorophyll contents in strawberry plants under salt stress conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(7-8), 1021-1028.
- Turhan, E., & Eris, A. (2005). Effects of sodium chloride applications and different growth media on ionic composition in strawberry plant. *Journal of plant nutrition*, 27(9), 1653-1665.
- Turkmen, O., Sensoy, S., Demir, S., & Erdinc, C. (2008). Effects of two different AMF species on growth and nutrient content of pepper seedlings grown under moderate salt stress. *African Journal of Biotechnology*, 7(4).
- Tuteja, N. (2007). Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Methods in enzymology*, 428, 419-438.
- Üzal, Ö., Yıldız, K. 2014. Bazı Çilek (*Fragaria x ananassa* L.) Çeşitlerinin Tuz Stresine Tepkileri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilgileri Dergisi, 24 (2): 159- 167. doi.org/10.29133/yyutbd.235929
- Voogt, W., & Sonneveld, C. (2001). Silicon in horticultural crops grown in soilless culture. In *Studies in Plant Science* (Vol. 8, pp. 115-131). Elsevier.
- Yadav, A. C., Batra, B. R., & Pandita, M. L. (1989). Studies on small moisture regimes and nitrogen levels on growth, yield and quality of watermelon var. sugar baby. *Haryana Journal of Agronomy*, 5(2), 143-147.
- Yılmaz, H., 2009. Çilek. *Hasad Yayınları*, İstanbul. 350.
- Yurtseven, E. (2000). Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) su tüketimine tuzluluğun etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 2(10).

- Yurtseven, E., & Baran, H. Y. (2000). Sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının brokkolide (*Brassica oleracea botrytis*) verim ve mineral madde içeriğine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(2), 185-190.
- Yurtseven, E., Öztürk, A., Kadayıfçı, A., & Bülent, A. Y. A. N. (1996). Sulama Suyu Tuzluluğunun Biberde *Capsicum* atmam Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. *Journal of Agricultural Sciences*, 2(02), 5-10.
- Yurtseven, E., Parlak, M., Demir, K., Öztürk, A., & Kütük, C. (1999). Turp (*Raphanus sativus*, L.) bitkisinde farklı sulama suyu tuzluluğu ve Ca/Mg oranı uygulamaları. I. Bazı verim parametrelerine etkisi. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(3), 28-34.

ÖZGEÇMİŞ

