



BAZI ÇİLEK (*Fragaria x ananassa* L.) ÇEŞİTLERİNİN FARKLI TUZ

KONSANTRASYOLARINA KARŞI DAYANIKLILIKLARININ

BELİRLENMESİ

ONUR ŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Mayıs - 2021

Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI ÇİLEK (*Fragaria x ananassa* L.) ÇEŞİTLERİNİN FARKLI TUZ
KONSANTRASYOLARINA KARŞI DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENMESİ

ONUR ŞAHİN

TOKAT
Mayıs - 2021

Her hakkı saklıdır

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Onur ŞAHİN

3 Mayıs 2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI ÇİLEK (*Fragaria x ananassa* L.) ÇEŞİTLERİNİN FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARINA KARŞI DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENMESİ

ONUR ŞAHİN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. ONUR SARAÇOĞLU
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ)

Tarım alanlarında bitkisel üretimi tehdit eden en önemli problemler arasında yer alan tuzluluk, bitkilerde büyüme ve gelişme süreçlerine yaptığı olumsuz etkilerinin yanında bitkilerde ayrıca morfolojik, hücresel, fizyolojik ve moleküler seviyede pek çok aksaklıklara neden olmaktadır. Bu çalışmada, sera koşullarında iki farklı çilek çeşidine ('Sweet Charlie', 'Camarosa') artan dozlarda (0, 500, 1000 ve 2000 mg.kg⁻¹ NaCl) tuz uygulamalarının bitkilerin bazı büyüme ve stres parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre artan dozlarda NaCl uygulamaları ile 'Sweet Charlie' çeşidi 'Camarosa' çeşidine kıyasla yapraklarında daha fazla antioksidan bulundurduğu ortaya çıkmıştır. Her iki çilek çeşidinde de NaCl uygulamaları kuru madde verimini düşürürken 'Sweet Charlie' çeşidi 'Camarosa' çeşidine kıyasla daha fazla kuru maddeye sahip olmuştur. Artan dozlarda NaCl uygulamaları ile aynı zamanda çilek çeşitlerinin yeşil aksam Na konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artışa neden olmuştur. 'Sweet Charlie' çeşidinin kontrol uygulamalarında 446 mg.kg⁻¹ olan yeşil aksam Na konsantrasyonu 2000 ppm NaCl dozu koşullarında 1.759 mg.kg⁻¹'e, 'Camarosa' çeşidinde ise kontrol uygulamasının 427 mg.kg⁻¹ olan Na konsantrasyonu 2000 ppm NaCl uygulamasında 1.165 mg.kg⁻¹'e yükselmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 'Sweet Charlie' çeşidi 'Camarosa' çeşidine göre yetiştirme ortamından daha fazla Na alımı yaptığı ortaya çıkmıştır. Sonuçlar artan dozlarda NaCl uygulamalarının her iki çilek çeşidinin büyüme performansı ile yaprak toplam fenol ve antioksidan içeriğinde önemli bir değişime neden olmadığını göstermiştir.

2021, 46 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Antioksidan, Gün Uzunluğu, Tuz Stresi, Mineral Madde

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINATION OF SOME STRAWBERRY (*Fragaria x ananassa* L.) CULTIVARS RESISTANCE TO DIFFERENT SALT CONCENTRATIONS ONUR ŞAHİN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF HORTICULTURE

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. ONUR SARAÇOĞLU)

Salinity, which is one of the most important problems limiting crop production in agricultural fields, besides its negative effects on growth and development processes in plants, also causes many disorders in plants at morphological, cellular, physiological and molecular levels. In this study, the effects of increment doses (0, 500, 1000 and 2000 mg.kg⁻¹ NaCl) of salt applications on some growth and stress parameters of two different strawberry varieties ('Sweet Charlie', 'Camarosa') grown under greenhouse condition of were investigated. As a result of the research, it has been revealed that the "Sweet Charlie" contained more antioxidants in its leaves compared to the "Camarosa" when treated increasing doses of NaCl. NaCl applications decreased the dry matter in both strawberry varieties, with more dry matter in "Sweet Charlie" compared to the "Camarosa". With increasing doses of NaCl applications, shoot Na concentrations of both strawberry increased significantly. In 'Sweet Charlie,' shoot Na concentration the increased from 446 mg.kg⁻¹ in control treatment 1.759 mg.kg⁻¹ in 2000 ppm NaCl treatment, and from 427 mg.kg⁻¹ to 1.165 mg.kg⁻¹ in Camarosa. The results showed that 'Sweet Charlie' made more Na intake from the growing medium compared to the 'Camarosa' variety and that increasing doses of NaCl did not cause a significant change in the growth performance and the leaves total phenol and antioxidant content of both strawberry cultivars.

2021, 46 page

KEYWORDS: Antioxidant, Day Length, Salt Stress, Mineral Content

ÖNSÖZ

Bilimin ve bilgiye ulaşmanın öneminin giderek arttığı çağımızda, benimde bilime katkıda bulunmamda yardımcı olan, bilgisini benimle her zaman paylaşan ve desteğini benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU' na teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca değerli görüşleriyle çalışmama destek olan Doç. Dr. Halil ERDEM ve Prof. Dr. Kenan YILDIZ'a teşekkürlerimi sunarım. Bu zorlu süreçte her zaman yanımda olup benden desteklerini esirgemeyen, beni motive eden başta ailem olmak üzere bütün arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

ONUR ŞAHİN

3 Mayıs 2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE ve KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal.....	17
3.1.1 Araştırmada kullanılan bitki materyali.....	18
3.1.2 Araştırmada kullanılan torf materyali.....	19
3.2 Yöntem.....	19
3.2.1 Denemenin kurulması.....	19
3.2.2 Bitki büyüme parametreleri.....	20
3.2.3 Bitki stres parametreleri.....	20
3.2.4 Bitkide mineral element analizleri.....	21
3.2.5 İstatiksel analiz.....	21
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	22
5. SONUÇ	37
6. KAYNAKLAR	39
7. ÖZGEÇMİŞ.....	47

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

EC	Elektriksel İletkenlik
Cm	Santimetre
Da	Dekar
Na	Sodyum
Ca	Kalsiyum
Fe	Demir
Mn	Mangan
Cu	Bakır
Zn	Çinko
K	Potasyum
S	Kükürt
P	Fosfor
Mg	Magnezyum
kg	Kilogram
mM	milimolar
mS	miliSiemens
m ²	Metrekare
ppm	Milyonda bir kısım
%	Yüzde
μl	Mikrolitre

Kısaltmalar

TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	Food and Agriculture Organization

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil

Sayfa

Şekil 3.1 Araştırmanın yürütüldüğü seranın Google Earth yardımıyla alınan görüntüsü (40°19'57.22"K - 36°28'34.29"D).....	18
Şekil 3.2 Araştırmanın yürütüldüğü seranın genel görünümü.....	18
Şekil 3.3 Araştırma alanı genel görünümü.....	20



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

Çizelge 1.1. Tarımsal bitkilerin belirli verim kaybı düzeyinde tuza toleransları...	6
Çizelge 3.2.1. Deneme alanı krokisi.....	20
Çizelge 4.1 Artan Dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin kök ve yapraklarının toplam fenolik madde konsantrasyonları.....	22
Çizelge 4.2. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin kök ve yapraklarının toplam antioksidan konsantrasyonları.....	24
Çizelge 4.3. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin kök sayısı, kök yaş ve kuru ağırlıkları.....	25
Çizelge 4.4. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yaprak sayısı, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları.....	28
Çizelge 4.5. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam Na ve Ca konsantrasyonları (mg/kg).....	29
Çizelge 4.6. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam Cu ve Zn konsantrasyonları (mg/kg).....	30
Çizelge 4.7. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam Fe ve Mn konsantrasyonları (mg/kg).....	33
Çizelge 4.8. NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam K, S, P ve Mg konsantrasyonları (%)	34

1. GİRİŞ

Üzümsü meyveler grubunda yer alan çilek; *Rosales* takımı *Rosaceae* familyası, *Fragaria* cinsi içerisinde yer almaktadır (Ağaoğlu, 1986; Hancock, 1999). Üzümsü meyveler içerisinde en fazla yetiştiriciliği yapılan tür olmasının nedeni yetiştiriciliğinin çok eskiye dayanması ve alternatifli tüketimi olması olarak bilinmektedir. Adaptasyon kabiliyetinin yüksek olmasından dolayı çilek yetiştiriciliğine her bölgede rastlamak mümkündür. Çilek Avrupa'da 1300'lü yıllarda kültüre alınmaya başlanmış ve 20. yüzyılda modern ıslah yöntemleriyle de yeni çeşitler bulunmuştur. Islah çalışmaları sonucunda en çok çeşit elde eden ülkeler; ABD, İtalya, Fransa, Japonya, İngiltere, Kanada olarak sıralanmakta olup, Türkiye ise 38 çeşit ile önemli üreticilerden biridir (Türemiş ve Ağaoğlu, 2013).

Fragaria cinsine ait toplam 27 tür olduğu bilinmektedir. Bu türlerin 12 tanesi diploid, ($2n=2x=14$), 5 tanesi tetraploid ($2n=4x=28$), 2 tanesi pentaploid ($2n=5x=35$), 1 tanesi hexaploid ($2n = 6x = 42$), 4 tanesi oktoploid ($2n = 8x = 56$) ve 3 tanesinin ise dekaploid ($2n=10x=70$) kromozoma sahip olduğu bildirilmiştir (Hummer ve ark., 2011).

Çilek bitkisinin değişik iklim ve toprak koşullarında ekonomik olarak yetiştirilebilmesi son yıllarda çilek yetiştiriciliğinin önemini artırmıştır (Yılmaz, 2009). Birim alandan alınan verim ve elde edilen gelir diğer tarım ürünlerine göre daha yüksektir (Ağaoğlu, 1986; Özdemir, 1999; Erenoğlu ve ark., 2000).

Çilek üretiminin en çok yapıldığı ülkeler sırasıyla Çin, Amerika, Meksika ve 486.705 ton ile Türkiye'dir (Anonim, 2019). Çileğin oldukça geniş coğrafi alanlarda yetişebilmesinin en önemli sebepleri, adaptasyon kabiliyetinin yüksek olmasının yanı sıra farklı iklim ve toprak koşullarında kolayca yetiştirilebiliyor olmasıdır.

Çilek çoğunlukla kışın ve erken ilkbahar döneminde satışa sunulan önemli bir üzümsü meyve türüdür. Hasat edildiği dönemde piyasada çilekten başka meyvenin bulunmaması ekonomik açıdan iyi bir avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle Türkiye'de çilek yetiştiriciliği her yıl daha fazla kişi tarafından tercih edilen ve oldukça fazla kar sağlayan meyve olarak bilinmektedir. Denizden yaklaşık 2000 m yüksekliklere kadar ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılabilir (Aslantaş ve Karakurt, 2007). Son 10 yıl içerisinde Türkiye çilek üretim miktarı 2009 yılında 121 500 da alanda 291 996 ton iken, bu miktar

2020 yılında 231 578 da alanda 546 525 tona yükselmiştir (TÜİK, 2020). Verilerde de görüldüğü üzere çilek üretimi için ayrılan alan ve üretilen çilek miktarları düzenli olarak artış göstermiştir. Üretim miktarının piyasadaki arz-talep ilişkisine göre arttığını düşünürsek tüketicilerin de her yıl çileğe olan eğiliminin arttığı görülmektedir. Türkiye’de çilek üretiminin yaklaşık %26’sı 128 837 ton üretimle Mersin ilinden karşılanmaktadır. Mersini sırasıyla; Aydın, Bursa, Antalya ve Konya illeri takip etmektedir.

Çileğin ticari getirisi yüksek olduğu gibi kullanım alanı da çok çeşitlilik göstermektedir. Albenisi yüksek olduğu için her yaş grubuna hitap eden çilek sevilerek tüketilen bir meyvedir. Taze tüketimin yanı sıra marmelat, pasta, reçel sanayii ve dondurma sektöründe de oldukça ilgi görmektedir (Özdemir, 1999; Erenoğlu ve ark., 2000; Kılıçel, 2005). Çilek yetiştiriciliğinin birim alandan elde edilen kazancın yüksek olması, ayrıca yapılan yatırımın kısa vadede kazanç sağlaması gibi özellikleri ile küçük aile işletmeciliğine uygun olduğu söylenebilir.

Çilek meyvesi insan sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. 100 g taze çilek meyvesinde 92 g su, 7.0 g karbonhidrat, 0.6 g protein, 0.5 g lif, 0.4 g yağ, 0.4 g kül, 166 mg K ile iz miktarlarda P, Ca, Mg, Fe, Na, Mn ve Cu bulunmakla birlikte, 522 mg aminoasit ile 57 mg C vitamini içeriğine sahiptir (Maas ve ark., 1966). Konu ile ilgili yapılan araştırmalarda çilek meyvesinde kolesterol olmadığı altı çizilerek önemle bildirilmiştir. Ek olarak çilek meyvesinin insan sağlığı üzerinde belirtilen özelliklere sahip olmaları nedeniyle dünya sağlık örgütleri tarafından kabul görerek diyet programlarına girmeyi başarmıştır.

Meyve ve sebze tüketiminin kanser riskini ve kalp hastalıklarını azalttığını, bu iki hastalığın serbest radikallerin insan vücudundaki proteinler, lipidler ve DNA’nın oksidatif reaksiyonu ile başladığının kabul edildiğini, bundan dolayı antioksidanların tüketiminin arttırılmasının bu durumu azaltacağını, en azından geciktireceği belirtilmiştir (Steward, 2003). Antioksidan içeriğinin yüksek olması nedeniyle üzüksü meyveler üzerinde yapılan araştırmalar sonucu çeşitli bileşiklerin insan sağlığına etkileri tespit edilmiş olup konu üzerinde akademik çalışmalar yürütülmeye devam etmektedir. Ayrıca

Çileğin yüksek oranda ellajik asit içeriğinin olması sebebi ile kanser önleyici etkiye de sahip olduğu öne sürülmektedir (zgven ve Yılmaz, 2009).

ilek adaptasyon kabiliyetinin yüksek olmasından dolayı dünyada yetiştiriciliği yaygın olan türlerden biridir. Birbirinden farklı koşullarda yetişebilen ilek ülkemizde deniz seviyesinden 2000 m'ye kadar ekonomik olarak yetişebilmektedir. Çileğin en iyi gelişme gösterdiği toprak tipi kumlu tınlı bünyeli, iyi drene olmuş tuzluluğu düşük (< 1 mS/cm CE doyma ekstraktı), aktif kireç içeriği az (< 1.5 %), pH'sı 6.5 - 7.0 olarak bilinmektedir (Serçe ve zgen, 2014).

Bir çevrede sürekli olarak veya bazen meydana gelen çok sayıdaki olumsuz ama anında lme sebebiyet vermeyen koşullar 'stres' olarak adlandırılmaktadır. Kısaca yaşam için optimal olan şartlardan önemli sapmalar olarak da açıklanabilir. Bitkilerde strese neden olan faktörler biyotik faktörler (fungus, bakteri, virüs gibi enfeksiyon oluşturan mikroorganizmalar; böcek, nematod gibi zararlılar) ve abiyotik faktörler (kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, tuzluluk, besin elementlerinin eksikliği veya fazlalığı) olarak gruplandırılmaktadır (Levitt, 1980).

Dünya üzerinde tarımda kullanılabilir alanların sadece %10'u herhangi bir çevresel stres faktörü ile karşı karşıya kalmamış, geriye kalan %26'sı kuraklık stresi, %20'side tuz stresi tehdidi altındadır (Blum, 1985). Dünya çapında kabul gören bitkinin büyümesini ve üremesini azaltan önemli bir abiyotik çevresel faktör tuzluluktur. Dünyanın sulanan arazisinin yaklaşık 1/3' aşır tuzluluktan etkilenmektedir (Hasegawa ve ark., 1986)

Dünyada tarım yapılan toprakların yaklaşık %40'ı tuzluluk stresi ile karşı karşıya kalmıştır (Serrano ve Gaxiola, 1994). Tuzlu sular tarafından dünyada sulanabilir 237 milyon hektarlık alanın, 30 milyon hektarlık bölümü zarar görmüş ve 80 milyon hektarlık bir kısım da değişik düzeylerde etkilenmiştir (Lopez ve Satti, 1996). Dünya genelinde ekimi yapılan toplam alanların %23'n etkileyerek bitki verimini ve üretimini etkileyen en önemli problemlerden biri olmaya devam etmektedir (El-Hendawy ve ark., 2005). Türkiye'de 4 milyon hektar arazi tuzdan etkilenmektedir ve bu alan sulanabilir arazinin yaklaşık % 18'ini oluşturmaktadır (Sonmez, 1990).

Bu çalışmalardan da anlaşılacağı gibi önemli bir sorun haline gelen tuz stresi toprakların verimliliğini düşürerek geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olmuştur. Aşırı gübreleme, yanlış sulama ve drenaj yetersizliğinden dolayı tuzluluk problemi giderek daha ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde tarım alanları gün geçtikçe daralmaktadır.

Tuz stresi, bitkilerin yetiştirildikleri ortamda, büyüme ve gelişmelerini olumsuz etkileyecek miktarda çözünmüş tuzların bulunması sonucu ortaya çıkar (Yahya, 1998). Ayrıca tuz konsantrasyonu kullanılabilir su potansiyelini (0.5-1.0 bar) düşürmeye yetecek kadar yüksekse, bitkide oluşan stres “tuz stresi” olarak tanımlanır (Levitt, 1980). Toprak tuzluluğuna sebep olan bileşikler genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak doğada en çok rastlanılan tuz formu sodyum klorür (NaCl)’dir (Quamme ve Stushnoff, 1983; Tal, 1983; Munns ve Termaat, 1986). Toprakta, sulama suyunda veya besin çözeltisinde bulunan tuz konsantrasyonu ppm, dS m⁻¹, mg/L, g/L, mmol/L, %, mmol/m³, mmol/L gibi farklı birimlerle ifade edilmektedir. Büyümeyi etkileyecek derecede yüksek konsantrasyonda doğal tuzlar içeren (25 °C’ de 4mmhos cm⁻¹) topraklar “tuzlu topraklar” olarak ifade edilmektedir (Quamme ve Stushnoff, 1983). 1500 ppm’ den daha yüksek miktarda tuz içeren sular ise “tuzlu sular” olarak isimlendirilir. Bu tür sular genellikle tarımsal amaçlı kullanılmaya uygun değildir (Schwarz, 1985, Schwarz 1995). Toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen tuz stresi geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olur. Tuz bugün tarımsal üretim alanlarında önemli bir sorundur.

Tuzlu toprakların ıslahı için farklı uygulamalar yapılabilmektedir. Bunların başında esas olarak çok miktarda kaliteli su, enerji ve dikkatli bir toprak yönetimi gelmektedir. Kaliteli ve bol su ile bitkilerin kök kısmının yıkama şeklinde sulanması yapılabilecek ilk yöntemdir. Bununla birlikte drenaj sisteminin etkinliği de önemlidir. Ayrıca toprak yapısının humusça zenginleştirilmesi ve toprak yapısını iyileştirici organik gübreler kullanılması masraf ve zaman gerektiren uygulamalar sayılabilir (Aydınşakir ve Ark., 2015). Tuzlu toprakların ıslahının pratik ve ekonomik olmamasından dolayı bu alanları değerlendirmenin en kolay yolu tuza dayanıklı bitki tür ve genotiplerin yetiştirilmesidir.

Son yıllarda tuza dayanıklı bitki türleri ve bunlara dayanımı yüksek genotiplerin seçilmesi çok sayıda araştırmacının önemli çalışma konuları haline gelmiştir ve bu konuda çok sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir (Aydınşakir ve Ark., 2015). Tuza karşı gösterilen tepki bakımından, bitki türleri ve çeşitleri ve hatta bitki organları arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır (Belkhodja ve ark.,1994). Çizelge 1.1’de üretimi yapılan ekonomik türlerden bazılarının toprak tuzluluğunun çeşitli derecelerine gösterdikleri tolerans verilmiştir.

Çizelge 1.1 Tarımsal bitkilerin belirli verim kaybı düzeyinde tuza toleransları (Amacher ve ark., 1997)

Bitki Adı	Sınır değeri (EC _e , dS/m)	%10 verim kaybı (EC _e , dS/m)	%25 verim kaybı (EC _e , dS/m)	%50 verim kaybı (EC _e , dS/m)
Arpa	8.0	9.6	13.0	17.0
Fasülye	1.0	1.5	2.3	3.6
Mısır	1.7	2.5	4.0	6.0
Buğday	4.7	7.0	9.5	13.0
Ayçiçeği	2.3	3.2	4.7	6.3
Şekerpancarı	6.7	8.7	11.0	15.0
Havuç	1.0	1.7	2.8	4.6
Ispanak	3.7	5.5	7.0	8.0
Domates	2.5	3.5	5.0	7.6
Patates	1.7	2.5	3.8	5.9
Elma	1.7	2.3	3.3	4.8
Üzüm	1.5	2.5	4.1	6.7
Çilek	1.0	1.3	1.8	2.5
Kiraz	0.9	1.9	2.2	3.1

Topraktaki tuz konsantrasyonu yükseldiğinde ve su potansiyeli düştüğünde, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyeli düşer ve bitki hücrelerinin bölünmesi ya da uzaması birden yavaşlar. Bu stres koşullarında genellikle stomalar kapanır ve sonuç olarak fotosentez de azalır. Stres koşullarının devam etmesi durumunda bitki büyümesi tamamen durur ve bitkilerde ölümler meydana gelir (Ashraf, 1994). Gün geçtikçe artış gösteren

tuzluluk problemleri son yıllarda neden olduğu en önemli sorun bitkisel üretimin önemli düzeylerde azalmasıdır. Tuzluluk problemine karşı bazı kültürel önlemler alınabilse de bu önlemler maliyetli, sınırlı ve zaman alıcıdır. Kurak ve yarı kurak alanlarda genellikle ortaya çıkan tuzluluk problemine karşı, toprak yüzeyini kapalı tutacak ve buharlaşmanın azalmasına neden olarak toprak yüzeyinden yıkama ile uzaklaştırılan tuzların yeniden yüzeye taşınmasını önleyecek bitkilere gereksinim duyulmaktadır(Bora, 2015).

Bitkiler tuza karşı tepki gösterme bakımından önemli farklılıklar ortaya koymaktadır (Belkhodja ve ark., 1994). Birçok bitkide olduğu gibi çilek bitkisinin de tuza dayanım açısından çeşitler arasında farklılıklar olduğu bilinmektedir (Barroso ve Alvarez 1997; Turhan, 2002; Saied ve ark., 2005; Kurunc ve Cekic, 2005).

Bu çalışmanın amacı topraklarda bulunan farklı konsantrasyonlardaki tuzun, sera koşullarındaki çilek bitkisine farklı dozlarda uygulanması sonucu bitkilerin verdiği tepkinin belirlenmesidir. Çilek bitkilerinin tuz stresine karşı göstermiş olduğu tepkinin belirlenmesi üreticilerin bitkide oluşan zarar hakkında bilgi sahibi olmasını sağlayacak ve bilimsel alanda yapılacak yeni çalışmalara ışık tutacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Farklı bitki türlerinin tuz stresi ile ilgili yapılan birçok çalışma mevcuttur.

Bilgin (2002) besin kültüründe yetiştirilen 3 farklı domates çeşidinde besin çözeltisine uygulanan 4 farklı NaCl (0=1.34, 1=3, 2=7, 3=14 mmhos/cm) uygulaması sonucunda bitki kök ve gövde kuru maddesi ile mineral içeriğine etkisini araştırmıştır. Çimlendirilen domates fideleri besin kültürüne aktarmıştır, daha sonra farklı gelişme devrelerinde 4 farklı konsantrasyonda NaCl ($E\dot{I}_0=1.34$, $E\dot{I}_1=3$, $E\dot{I}_2=7$ ve $E\dot{I}_3=14$ mmhos/cm) ilave etmiştir. Besin kültüründe NaCl uygulaması arttıkça bütün çeşitlerde ve gelişme devrelerinde kuru madde miktarı artmıştır. Genel olarak bütün çeşitler ve gelişme evrelerinde bitki Na ve Cl içerikleri artarken, K ve NO_3 içeriği azalmıştır.

Müftüoğlu ve ark. (2006) sofralık çeşitlerde Yalova incisi, İtalia, Amasya ve Cardinal çeşitlerinin tuza toleransının tespit edilmesi amacıyla 2003 ve 2005 yılları arasında bir çalışma yürütmüşler. Sökülen kalemlerde yaprak sayısı, boğum sayısı, sürgün uzunluğu, kalem nemi, bitki nemi, bitki kuru ağırlığı, bitki yaş ağırlığı, sürgün nemi, sürgün kuru ağırlığı, sürgün yaş ağırlığı, kök nemi, kök kuru ağırlığı ve kök yaş ağırlığını bitki büyüme parametresi olarak belirlemişlerdir. Sonuçlar bütün parametreler ve en yüksek konsantrasyonlarda (15000 mg/L ve 20000 mg/L) değerlendirildiğinde Amasya çeşidi tuza en fazla tolerans gösteren çeşit olmuştur. Bu çeşidi sırasıyla Cardinal, İtalia, ve Yalova İncisi çeşitleri izlemiştir.

Öncel ve Keleş (2002), iki buğday türüne ait 6 genotipin tuz stresine tepkilerini incelemişlerdir. Tuz stresi uygulamasını besin çözeltisine 200 mM NaCl ilave ederek uygulamışlardır. Deneme sonunda tuz stresi altındaki bitkilerde oransal su içeriği ve bitki büyümesinin önemli ölçüde azaldığını gözlemlemişlerdir. Toplam klorofil içeriği ve klorofil a, b önemli ölçüde azalmıştır. Klorofil a/b oranı çeşitlere göre değişiklik göstermiştir. Tuz stresi altındaki fidelerde prolin miktarı artmıştır. Çözünür fenolikler ve çözünür proteinler hafif artmıştır. İncelenen genotipler sonucuna göre tuzluluk konsantrasyonuna tepkide ciddi değişiklikler olduğu saptanmıştır.

Turhan ve ark. (2005), Marmara ve Ege Bölgeleri'nde geniş çapta kullanılan 3 farklı Amerikan Asma anaçlarının tuz stresine toleranslarını tespit etmek amacı ile bir çalışma yürütmüşler. Çelikler toprağa dikildikten sonra 5 farklı (0, 5000, 10000, 15000 ve 20000 mg/L NaCl) dozda tuz konsantrasyonu uygulamışlardır. Çelikler söküldükten sonra boğum sayısı (adet), sürgün uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet), sürgün kuru ağırlığı (g), sürgün yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g) ve kök yaş ağırlığı (g) olarak bitki büyüme parametrelerini belirlemişlerdir. Sonuçta bütün parametreler değerlendirildiğinde tuz stresine en çok dayanan anaç 5 BB, ardından 1103 P ve en dayanıksız anaç da 420 A olmuştur.

Doğan ve ark. (2008), 25 çeşit domates tohumunu 0, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM tuz (NaCl) uygulayarak 15 gün çimlenmeye bırakmışlardır ve fizyolojik özellikler bakımından sınıflandırmışlardır. Tuzluluğun çimlenme yüzdesine ne şekilde etki ettiği tolerans sınırları içerisinde araştırmışlardır. Literatüre göre tuza dayanıklı olduğu bilinen yabani genotiplere en çok benzerlik gösteren yerli türler dayanıklı, en çok farklılık gösteren türler ise hassas olarak belirlenmiştir. Domates çeşitlerinde maksimum tuz konsantrasyonu hassas genotiplerde 50-75 mM NaCl ortamında, toleranslı genotiplerde ise 125-150 mM NaCl ortamında belirlenmiştir.

Dölek ve Eker (2010), 15 farklı karpuz genotipinin su kültürü koşullarında tuz stresine karşı (75 ve 150 mM NaCl) tepkilerini test etmiştir. Genotiplerin tuz stresine toleransı K / Na ve Ca / Na oranları, sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca) konsantrasyonları, simptom skala dereceleri, yeşil aksam ve kök kuru madde üretimiyle ilişkilendirmişlerdir. Sonuç olarak, tolerant olarak seçilen genotiplerden, öncelikle 216 olmak üzere, 98 ve 260 nolu genotiplerin tuzluluk tehdidi altında olan alanlarda ekilmesini tavsiye etmişlerdir. İncelenen parametreler içinde, yeşil aksam Na konsantrasyonu ve simptom derecesinin genotiplerin tuz toleransına göre sınıflandırılmasında güvenilir parametreler olabileceğini belirlemişlerdir.

Batı (2010), 41 yerel kavun genotipi ve 2 ticari kavun çeşidi olmak üzere toplam 43 kavun genotipine 150 mM NaCl uygulanarak genotiplerin tuza tolerans seviyelerini belirlemek için bu çalışmayı yürütmüştür. Araştırmada fide çapı, fide uzunluğu, fide yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanında tuz uygulamalarının olumsuz etkisini gözlemlemiştir. Farklı genotiplerdeki aynı dozda tuz

uygulamasının ardından bitki bünyelerine giren Na⁺ iyonu artmıştır. Bu artış genotiplere göre önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Ölçüm yapılan yapraklarda daha az Na⁺ iyonu alan genotipler tuza dayanımı daha fazla olmuştur.

Koçak (2012), 32 adet yerel taze fasulye genotiplerinin tuza tolerans düzeylerinin belirlenmesi için bu çalışmayı yürütmüştür. Fasulye bitkilerine 250 mM NaCl uygulamıştır. Fasulye fidelerinde fide boyu, 1-5 skala değerleri, sürgün kuru ve yaş ağırlığı, kök kuru ve yaş ağırlığı, kök uzunluğu, yaprak kuru ve yaş ağırlıkları ölçüm ve gözlemlerini yapmıştır. Denemede olan bütün genotiplerde tuz stresine bağlı zararlanmalar gözlenmiştir. 11, 23, 24, 17, 12 ve 29 numaralı genotipler daha az etkilenmişler ve daha tolerant genotipler olduğu belirlenmiştir.

Turhan ve ark. (2014), Balıkesir Sarımsağı üzerine farklı tuz dozlarının (7.95, 6.68, 5.41, 4.14, 2.87 ve 1.60 dS m⁻¹) etkisini incelemiştir. Suda çözünür kuru madde, verim ile toplam kuru madde, toplam asit, toplam şeker, protein ve vitamin C gibi bazı kalite özellikleri belirleyerek değerlendirmiştir. Araştırma sonucunda, farklı tuz uygulamalarının baş kalitesi ve verimi üzerine istatistikî olarak önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Toplam şeker, baş verimi ve asit içerikleri 2.87 dS m⁻¹'ye kadar artış gösterirken, protein içeriği ve en yüksek suda çözünür kuru madde 4.14 dS m⁻¹'de elde edilmiş, söz konusu düzeylerin üzerindeki tuzluluk seviyelerinde değerler azalmıştır. Benzer biçimde, toplam kuru madde miktarı 4.14 dS m⁻¹'ye kadar toprak tuzluluğundan etkilenmemiş ancak bu düzeyden sonra önemli ölçüde azalmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, 4.14 dS m⁻¹'ye kadar toprak tuzluluğunda yeterli düzeyde verimli ve kaliteli sarımsak yetiştirilebileceği belirlenmiştir.

Bora ve Deveci (2015), jalapeno biber (*Capsicum annuum* L.) çeşidini iklim odasında tutarak tuz stresine maruz bırakmışlardır. Besin çözeltilerine dört farklı NaCl konsantrasyonu (0 mM, 50 mM, 75mM ve 100mM) eklemişlerdir. Deneme süresi boyunca yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), hasar indeksi, yaprak alanı (cm²), yaprak kalınlığı (mm), yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak oransal su içeriği (%), yaprak sıcaklığı (°C), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), bitki boyu (cm), klorofil tayini (SPAD), meyve boyu (mm), meyve sayısı (adet), kök derinliği (cm), meyve ağırlığı (g), meyve çapı (mm), yapraklardaki makro ve mikro besin elementleri (N, P, K, Ca, Zn, Mg, Cu, Mn, Na, Cl, Fe) miktarlarını ölçmüşlerdir. Uygulanan farklı tuz

konsantrasyonlarının sonuçlarına göre besin elementlerinden Na ve Cl miktarları, yaprak sıcaklığı ve yaprak hücrelerinde membran zararlanması tuzluluk oranı arttıkça artmıştır. Geriye kalan diğer kriterlerde tuzluluk arttıkça oranlar düşmüştür. Yaprak su potansiyeli ise tuz konsantrasyonu arttıkça stres değeri de şiddetlenmiştir.

Aydınşakir ve ark. (2015), karpuz yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılan bazı ticari hibrit kabak çeşitlerine ait farklı tuzluluk seviyelerinin (0.7, 4.0, 8.0, 12.0, 16.0 dS m⁻¹) fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapmışlardır. Üç anaçta da, tuzluluk seviyeleri arttıkça fizyolojik parametrelere ait değerler azalmıştır. Klorofil-a, klorofil-b ve toplam karotenoid değerleri tuzluluk seviyesi arttıkça azalmıştır. Kontrol uygulaması hariç tutulduğunda, en yüksek klorofil-a, klorofil-b ve toplam karotenoid değerleri Obez F₁ çeşidinin 4.0 dS m⁻¹ dozundaki tuz uygulamasından elde etmiştir.

Uyar (2016), Hamburg Misketi ile Isabella üzüm çeşitlerinde 5 farklı (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) dozda NaCl uygulanarak çeşitlerin tuzluluğa olan toleranslarını belirlemeyi amaçlamıştır. Uygulamaların etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yaprak, kök ve sürgünlerde fiziksel ve fizyolojik incelemeler ile zararlanma derecesi, tolerans indeksi ve tolerans oranı gibi özellikleri incelemiştir. Çeşitlerde tuz uygulama dozu arttıkça yapraklarda sodyum içeriği artmıştır. Tuz dozlarının artışından dolayı her iki çeşidin fiziksel özellikleri değerlerinde düşüşler olmuştur. Araştırmada kullanılan çeşitlerde uygulama sonrası incelenen bütün fiziksel ve fizyolojik parametreler açısından Hamburg Misketi çeşidinin Isabella çeşidine göre tuza olan toleransının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kaya ve İnan (2017), çalışmalarını reyhan bitkisinde farklı tuz konsantrasyonlarının bazı biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik parametreler üzerinde meydana getirdiği değişimleri belirlemek ve bu değişimler üzerine dışsal salisilik asit uygulamasının etkilerini saptamak amacı ile yapmışlardır. Yapraklara 0.5 mM salisilik asit uygulaması yapıldıktan sonra NaCl stresine maruz kalan bitkilerde dal sayısı, bitki boyu, taze ve kuru herba ağırlıkları ile pigment içerikleri genel olarak değişmezken, uçucu yağ oranları, yapraklardaki melondialdehit içeriği ve antioksidan enzim aktiviteleri artmıştır. Bu çalışma ile dışsal salisilik asit uygulamasının genel olarak tuz stresinin sebep olduğu olumsuz etkileri azalttığını göstermişlerdir.

Demirtaş (2018), çalışmasını 4 farklı üzüm çeşidinde 4 farklı dozda NaCl (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) uygulayarak çeşitler üzerindeki fizyolojik etkileri ve bu çeşitlerin tolerans sınırlarının belirlenmesi amacıyla yürütmüştür. Uygulama öncesi ve sonrası kök, yaprak ve sürgünlerde fizyolojik özellikler ile kanopi sıcaklık depresyonu, tolerans oranı, ortam sıcaklığı, ortam tuzluluğu ve canlılık oranını incelemiştir. Çalışmada incelenen tüm parametreler birlikte değerlendirildiğinde; tuza toleransı en yüksek olan çeşit Hatun Parmağı olmuştur. Bu çeşidi sırasıyla Red Globe, Horoz Karası ve Şiraz çeşitleri takip etmiştir.

Zambi (2019), çalışmasını 6 farklı bezelye genotipinde 7 farklı tuz konsantrasyonunun (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 mM NaCl) bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek için yapmıştır. Çalışmada bezelye genotiplerinin tuzluluğa toleransını belirlemek için kök uzunluğu, bitki boyu, spad değeri, yaprak sayısı, toprak üstü kuru ağırlığı, toprak üstü yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve toprak üstü aksamın Na konsantrasyonunu incelemiştir. Sonuçlar genotiplere uygulanan tuz dozlarının verdiği tepkiler önemli farklılıklar ortaya koymuştur. Genotiplerde 25 mM tuz dozundan itibaren toprak üstü aksamda Na biriktirildiğini belirlenmiştir. Çalışma sonucunda incelenen bütün genotiplerde artan tuz dozları bitki gelişimini olumsuz etkilemiştir.

Diğer türlerde olduğu gibi çilek yetiştiriciliği için büyük öneme sahip tuz stresi üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır.

Turhan ve Eriş (2005), Camarosa ve Tioga çilek çeşitlerine farklı konsantrasyonlarda NaCl (0, 500, 1000 ve 2000 mg/L) uygulamıştır. Denemenin sonunda yaprak kuru ağırlığının kontrol uygulamasına kıyasla arttığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte tuz uygulamaları toplam klorofil içeriğini değiştirmemiştir. Tuz uygulamaları ile demir (Fe) ve manganez (Mn) içeriği artarken, bakır (Cu) içeriği her iki çeşitteki bitkilerin toprak üstü kısımlarında değişmemiştir. Tioga çilek çeşidinde çinko (Zn) içeriği artmıştır. Tuz uygulamalarına göre bitkilerin kök kısmında Fe, Zn, Mn ve içerikleri her iki çeşitte de değişmemiştir. 2000 mg/L tuz uygulaması Camarosa çilek çeşidinde Cu içeriğini önemli ölçüde artırmıştır.

Gulen ve Ark. (2006), Camarosa, Tioga ve Chandler çilek çeşitlerinde tuz stresinin peroksidaz (PRX) izoenzim ve yaprak proteinlerinin etkinliği üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bitkilere 0 (kontrol), 8.5, 17.0, ve 34.0 mM NaCl uygulanmıştır. Tuz stresi sırasında Tiago ve Camarosa, hücresel hasarı daha az gösterirken, Chandler en yüksek (34mM NaCl) NaCl uygulamasında ciddi bir hücresel hasar göstermiştir. Tuzluluk ile toplam çözünür protein içeriği, Tioga'da ($5.49 \text{ mg-g}^{-1} \text{ DW}$) ve Chandler'de ($5.45 \text{ mg-g}^{-1} \text{ DW}$) azalmıştır ancak Camarosa'da neredeyse değişmemiştir. Tuz stresi tüm çeşitlerdeki kontrole kıyasla toplam ve spesifik PRX etkinliğini artırmıştır.

Keutgen ve Pawelzik (2007a), Elsanta ve Korona çilek çeşitlerini 0.40 veya 80 mmol / L altında yetiştirmiştir. Meyvelerin hücre duvarlarını çıkarmış ve analiz etmişlerdir. Çilek çeşitleri NaCl'e hassasiyetleri bakımından farklılıklar göstermiştir. Elsanta'nın meyveleri yumuşamaya maruz kalırken, Korona'nın meyveleri daha sert olarak kalmıştır. Elsanta'da ortalama taze meyve ağırlığı %46'ya ve Korona'da %26'ya kadar düşmüştür. Korona çeşidinin meyvelerinde alkolde çözünmeyen kalıntı içeriği tuz seviyeleri arttıkça sabit kalırken Elsanta'da bu içerik azalmıştır. Suda çözünür pektin miktarı Korona'da değişmemiştir. Elsanta'da suda çözünür pektin içeriği yükselmiş bu da pektin çözünürlüğünü göstermiştir.

Keutgen ve Pawelzik (2007b), NaCl stresine toleransları farklı olan iki çilek çeşidi Elsanta ve Korona 40 ve 80 mmol NaCl / L uygulayarak yetiştirmiştir. Genel olarak NaCl tuzluluğu özellikle Elsanta'da çilek meyvelerinin kalitesini düşürmüştür. Stresli bitkilerin meyveleri daha az miktarda şeker, organik asit ve suda çözünebilir kuru madde içerirken, daha az tatlı olduğundan tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılamadığı tespit etmiştir. Meyvelerin genel görünümü önemli ölçüde küçülmüştür.

Turhan ve Eriş (2007), sera ortamında yetiştirilen iki farklı çilek çeşidine (Camarosa ve Chandler) NaCl uygulamaları yapmışlardır. Bitkileri 0 (kontrol), 8.5, 17.0 ve 34.0 mM NaCl konsantrasyonuna maruz bırakmışlardır. Tuzlu koşullar, yaprak sayısı, yaprak alanı, gövde ve kök yaş ağırlığı ve yaprak gibi büyüme parametrelerinde önemli azalmalara neden olmuştur. Camarosa çeşidinde yetiştirme ortamlarına tuz ilavesi, transpirasyon oranını ve stoma iletkenliğini düşürmüştür. Chandler çeşidinde 34 mM'a kadar tuz uygulaması stoma iletkenliğini etkilememiş; ancak 34 mM NaCl uygulaması transpirasyon ve stoma iletkenliği oranını önemli ölçüde arttırmıştır. Düşük tuz konsantrasyonlarında

transpirasyon ve stoma iletkenliği oranını nispeten koruyabilen Chandler eşidinin de tuz zararını tolere edebildiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, tuzlu koşullarda Camarosa'nın Chandler'e göre daha toleranslı olduğu belirlenmiştir.

Keutgen ve Pawelzik (2008), tuzluluğa toleransı farklı olan Elsanta ve Korona ilek çeşitlerine 0,40 veya 80 mmol NaCl/L uygulayarak tuz stresine tepkilerinin meyve kalitesindeki değişikliklerini incelemişlerdir. Her iki çeşitte de tuz stresi antioksidan kapasitesini, antioksidan havuzlarını (askorbik asit, antosiyaninler, süperoksit düsmutaz) ve Na⁺, Cl, K⁺, N, P ve Zn⁺² gibi seçilmiş mineralleri ve lipit peroksidasyonunu artırmıştır. Ayrıca tuz stresi, özellikle Elsanta'da serbest ve gerekli aminoasitlerin içeriğini artırmıştır. Korona daha iyi meyve tadı ile nitelendirilmiştir. Elsantanın tuz stresi altındaki meyvelerinde önemli ölçüde tat bozulmaları meydana gelmiştir.

Keutgen ve Pawelzik (2008), tuza hassasiyeti farklı olan Korona ve Elsanta ilek çeşitlerine 0,40 veya 80 mM NaCl uygulamışlardır. Elsanta'da meyve kalitesi ve şeker / asit oranlarındaki daha büyük azalma ile meyve kalitesi daha fazla bozulmuştur. Toplam aminoasit seviyeleri her iki çeşitte de önemli ölçüde yükselmiştir. Tuz stresi ayrıca serbest prolin, asparagin ve glutamin içeriğini de artırmıştır. Bu çalışmanın sonucunda yüksek prolin, asparagin ve glutamin seviyelerinin tuz stresi zararının olduğunu ortaya koymuşlardır.

Turhan ve ark. (2008), tuz stresinin stoma hareketleri ve katalaz, askorbat peroksidaz ve redüktaz gibi antioksidatif enzimlerin aktivitesi üzerindeki etkisi üç ilek çeşidinde incelemişlerdir. Camarosa, Tioga ve Chandler eşitlerinin tepkileri 0 mM, 8.5 mM, 17.0 mM ve 34.0 mM sodyum klorür (NaCl) içeren besin çözeltisi ile sulanarak karşılaştırılmıştır. Tüm veriler stoma hareketinin kontrolünün, tuz stres toleransının yüksek olması ve antioksidan enzimlerin konstitütif aktivitesinin daha yüksek olması Camarosa ve Tioga'yı tuza toleranslı çeşitler yapmıştır.

Yılmaz ve Kına (2008), Kabarla ve Gloria ilek çeşitlerine katı ortamda besin çözeltisi ile birlikte 500, 1000 ve 1500 mg L⁻¹ tuz (NaCl) uygulamışlardır. Denemede tuz (NaCl) uygulanan bitkilerde kontrole kıyasla vejetatif büyüme ve kimyasal değişiklikler olmuştur. Deneme sonunda Kabarla eşidinin tuzlu koşullarda Gloria'ya göre daha iyi büyüdüğünü gözlemlemişlerdir. Tuz uygulamalarındaki artışa bağlı olarak vejetatif

büyümenin genel olarak kısıtlandığı belirtmişlerdir. Artan tuz dozlarının klorofil ve melondialdehit düzeylerini etkilediği belirlenmiş, ancak bu değerler tuza toleranslı çeşitlerin belirlenmesi için yeterli olmamıştır. Tuzlu şartlarda daha iyi büyüdüğü gözlemlenen Kabarlanın Na iyon birikimi, K^+/Na^+ ve Ca^{2+}/Na^+ oranları daha yüksek olmuştur. Gloria için bu değerler daha düşük kalmıştır.

Yıldız ve ark. (2008), bazı çilek çeşitlerinin (Tioga, Rapella, Camarosa, Sweet Charlie, Dermalvel, Tudla, Northester ve Douglas) tuza toleransını incelemişlerdir. Tioga ve Rapella çeşitlerinin diğer çeşitlere kıyasla daha fazla toleranslı olduğunu belirlemişlerdir. Genel olarak NaCl'nin neden olduğu Na birikimi hassas çeşitlerde toleranslı çeşitlerden daha yüksek olmuştur. Toleranslı olan çeşitlerde Ca / Na ve K / Na oranları daha yüksek olmuştur. Tüm çeşitlerin melondialdehit içeriği NaCl nedeniyle artmıştır.

Turhan ve Eriş (2009), Camarosa ve Chandler çilek çeşitlerine 0, 8.5, 17.0 ve 34.0mM sodyum klorür (NaCl) uygulamışlardır. Sodyum klorür uygulaması genellikle yaprak ve kök ağırlığını azaltmıştır. Her iki çeşitte sodyum klorür uygulamaları artan tuz konsantrasyonlarına rağmen yaprakların bağıl su içeriğini korurken, tortu kaybını artırmıştır. Chandler düşük tuz konsantrasyonlarında tuz zararını tolere etmiştir.

Yıldırım ve ark. (2009), 40 mM NaCl uyguladıkları çilek bitkilerinde tuz stresi olmayanlara kıyasla bitki kökü ve sürgün kuru ağırlığı, yaprak bağıl su içeriği ve klorofil içeriği sırasıyla %30, %21, %15 ve %34 azalmıştır. Bu uygulama ile birlikte bitkide zar geçirgenliği artan tuzluluk oranı ile birlikte %85 artmıştır. Bitkilerin sürgünlerinde ve köklerinde P, Fe ve Zn içerikleri yapraktan besin uygulaması ile artmıştır ancak bunlar hala tuz stresi olmayan bitkilere göre çok daha düşük olmuştur. Sürgünlerin sülfür, P, Fe ve Zn içerikleri yapraktan KNO_3 uygulandığında tuz stresi olmayan bitkilerde olduğu gibi benzer değerlere sahip olmuştur, köklerin Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri yapraktan $Ca(NO_3)_2$ uygulandığında tuz stresi olmayan bitkilerin değerlerine ulaşmıştır.

Yıldız ve Üzal (2013), 2000 mg L^{-1} NaCl'nin 9 farklı çilek çeşidinde mikro besin konsantrasyonu, klorofil içeriği ve bitki büyümesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. NaCl uygulaması kök ve sürgün ağırlıklarında önemli bir değişikliğe neden olmamıştır. Tuz uygulaması tüm çeşitlerde yaprak ağırlığını düşürmüştür. Bu azalma 6 çeşitte (Carmine, California Giant 2, California Giant 3, California Giant 4, California Giant 5,

Kabarla) istatistiksel olarak önemliyken diğer 3 çeşitte(Sweet Charlie, Redland Hope, Camarosa) kayda değer olarak görülmemiştir. Tüm çeşitlerde NaCl uygulaması klorofil miktarını artırmıştır. Tuz stresi altında Mn, Zn, Fe ve Cu konsantrasyonlarındaki değişiklikler çeşitlere ve bitki organlarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

Yıldız ve Üzal (2014), 9 farklı çilek çeşidinde (Camarosa, Kabarla, Redland Hope, Sweet Charlie, Carmine, California Giant 2, California Giant 3, California Giant 4, California Giant 5) 2000 mg/L NaCl uygulamasının tepkilerini belirlemişlerdir. Bitki gelişme parametrelerine ve yapraklarda tuzdan kaynaklı semptomlara göre yapılan değerlendirmelerde, incelenen çeşitler içerisinde Kabarla ve Redland Hope çeşitleri daha tolerant, Carmine ve California Giant 5 çeşitleri ise daha hassas olarak tespit etmişlerdir. Tuz uygulamasının bütün çeşitlerde yapraklarda Na^+ ve Cl^- iyonu içeriğini önemli derecede artırdığı görülmüştür. Bunun yanı sıra tuzdan kaynaklanan semptomların daha fazla olduğu tespit edilen çeşitlerin (Carmine, California Giant 4, California Giant 5) yapraklarda daha fazla Na^+ ve Cl^- iyonu biriktirdiği, K^+/Na^+ oranında tuza toleransın belirlenmesinde önemli bir ölçüt olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir. Bitkilerin yapraklarındaki zararlanmanın K^+/Na^+ oranı yüksek olan çeşitlerde daha az olduğu tespit edilmiştir.

Koç (2015), bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin San Andreas çileğinde farklı tuz stresi (0,30 ve 60 mM / L NaCl) koşullarında birkaç farklı hasat gününde incelemiştir. Denemede tuz konsantrasyonu arttıkça kontrole kıyasla toplam fenolikler ve lipit peroksidasyonu artmıştır. Uygulamalar açısından, mikorizal uygulama hem toplam fenolikleri hem de melondialdehit içeriğini azaltmıştır. Sonuç olarak arbusküler mikorizal mantarların, çilek bitkileri üzerindeki tuzluluk stresinin neden olduğu biyokimyasal içerikteki değişikliği hafifletebildiğini göstermiştir.

Galli ve ark (2016), şiddetli abiyotik stresler bitki büyümesinde zararlı sonuçlara yol açtığından, hafif stres şartları altında yetiştirmenin çilek meyvesinin kalitesi ve verimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Hafif tuz stresi verimi etkilememiştir. Stresiz bitkilere kıyasla değerlendirilenden daha düşük seviyede hafif tuz stresi, vejetatif büyüme %24, daha yüksek fotosentetik etkinlik ve feoloksidaz %22, polifenoloksidaz %33, sükroz birikimi %5 ve meyvede antosiyanin birikiminin %60 arttığını göstermiştir. Hafif tuz stresinin daha yüksek olması stresli olmayan bitkilere kıyasla; kök büyümesini %30,

fenilalanin amonyak liyazın aktivitesini %68, meyvede toplam fenolik bileşiklerin birikmesini %14 ve toplam antioksidan aktivitesini %13 artırmıştır. Her iki tuz stresi seviyesi, hücre duvarının parçalara ayrılmasını ve absisik asitle ilişkili genleri etkilemiştir. Bu nedenle hafif tuz stresi çilekte meyve kalitesini artırmıştır.

Ghaderi ve ark. (2018), uzun süreli tuzluluğun bazı morfo-fizyolojik özellikler üzerindeki etkilerini Kurdistan ve Queen elisa çeşitleri üzerinde incelemiştir. 0, 40, 80 mM üç doz NaCl uygulamışlardır. Sonuçlar, her iki çeşitte de bitki kısımlarının kuru ağırlığının Kurdistan'daki taç ağırlığı hariç NaCl'ye tepki olarak azaldığını göstermiştir. Çilek çeşitleri farklı ölçüm dönemlerinde stoma iletkenliklerini, nispi su içeriğini, prolin, çözünür karbonhidratları ve proteinlerini azaltmıştır. Ayrıca 40 ve 80 mM NaCl uygulaması her iki çeşitte askorbat peroksidaz aktivitesini artırmıştır. 40 ve 80 mM NaCl uygulaması her iki çeşidin peroksidaz, askorbat peroksidaz ve katalaz aktivitelerinde artışa neden olmuştur. Queen Elisa (%45.88) Kurdistan'a (%67.97) kıyasla daha düşük tolerans endeksi göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışma 2018 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Arazisi ve Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Arazisinde bulunan seranın Google Map'ten alınan görüntüsü (Şekil 3.1) ve genel görünümü (Şekil 3.2)'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırmanın yürütüldüğü seranın Google Earth yardımıyla alınan görüntüsü (40°19'57.22"K - 36°28'34.29"D).



Şekil 3.2 Araştırmanın yürütüldüğü seranın genel görünümü

3.1.1 Araştırmada kullanılan bitki materyali

Araştırmada bölge ekolojisine uygun olduğu bilinen ‘Sweet Charlie’ ve ‘Camarosa’ çeşitleri kullanılmıştır. Çeşitlere ait özellikler aşağıda belirtilmiştir (Saraçoğlu, 2013).

‘Camarosa’

California üniversitesinde Douglas x Cal. 85.218-605 melezleme ıslahı sonucunda elde edilmiştir (Kafkas, 2004). Sofralık yetiştiriciliğe uygundur. Orta ve yüksek verimlidir. Yaprakları elips-yuvarlak ve açık yeşildir. Kısa gün çeşididir. Meyve eti serttir. Taşımaya ve muhafazaya uygundur. Meyveleri silindirik şekillidir. Aromalıdır ve tatlı meyvelere sahiptir. Sera ve açık yaz dikimi yetiştiriciliğine uygundur.

‘Sweet Charlie’

FL 80-456 x Pajaro melezidir. Kısa gün çeşididir. Çok erkencidir. Orta kuvvete sahip olan bitkileri orta-yüksek düzeyde verimlilik göstermektedir. Meyve şekli konik, basık konik veya silindirik. Meyvelerin irilikleri orta düzeydedir. Meyvelerin iç rengi kırmızı, dış rengi tuğla kırmızısıdır. Meyvelerin aroması orta derecededir. Meyveleri çok yumuşaktır. Yaz dikimine uygundur. (Chandler ve ark., 1997)

3.1.2 Araştırmada kullanılan torf materyali

Yapılan araştırmada yetiştirme ortamı olarak torf (Compo Expert, Terraplan-2, Germany) kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan torfa ait bazı özellikler; 180-400 mg/L N, 250-450 mg/L P₂O₅, 300-600 mg/L K₂O, pH 5.0-6.5, % 80 organik madde şeklindedir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Denemenin kurulması

Bu araştırma, serada her saksıya 1 adet çilek fidesi dikilecek şekilde, bitkiler ise tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve farklı NaCl doz uygulaması olacak şekilde kurulmuştur (Şekil 3.3). Tüm saksılara temel gübreleme; 250 mg kg⁻¹ N, Ca(NO₃)₂·4H₂O formunda, 100 mg kg⁻¹ P, KH₂PO₄ formunda, 2 mg kg⁻¹ Fe, Fe-EDTA formunda ve 2 mg kg⁻¹ Zn, ZnSO₄·7 H₂O formunda homojen olarak yapılmıştır. Bitkilerin su ihtiyaçlarına göre rutin sulamaları yapılmıştır. Denemeye konu olan NaCl 0 (kontrol), 500, 1000 ve 2000 mg.kg⁻¹ dozlarında NaCl formunda uygulanmıştır. Bitkiler NaCl simptomlarının şiddetine ve bitkideki meydana gelen büyüme gerilemesine göre hasat edilmiştir.

Çizelge 3.1 Deneme alanı krokisi

CaNaCl4	CaNaCl4	CaNaCl4	CaNaCl4	SWcNaCl4	SWcNaCl4	SWcNaCl4	SWcNaCl4
CaNaCl3	CaNaCl3	CaNaCl3	CaNaCl3	SWcNaCl3	SWcNaCl3	SWcNaCl3	SWcNaCl3
CaNaCl2	CaNaCl2	CaNaCl2	CaNaCl2	SWcNaCl2	SWcNaCl2	SWcNaCl2	SWcNaCl2
CaNaCl1	CaNaCl1	CaNaCl1	CaNaCl1	SWcNaCl1	SWcNaCl1	SWcNaCl1	SWcNaCl1

*(Çeşit; Sweet Charlie (SWc), Camarosa (Ca), Uygulama; Tuz (NaCl), Tekerrür; 1- 2- 3- 4).



Şekil 3.3. Araştırma alanından genel görünüm

3.2.2. Bitki büyüme parametreleri

Tuz uygulamalarının bitki gelişim parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için vejetasyon dönemi sonunda, her bir fide saksıdan çıkarıldıktan sonra kök ve yaprakları sayılarak adet/bitki olarak belirlenmiştir. Bitkinin yaprak kuru ve yaş ağırlıkları, kök kuru ve yaş ağırlıkları terazi yardımıyla tartılarak ve g/bitki olarak ifade edilmiştir.

3.2.3. Bitkide stres parametreleri

Toplam fenol tayini: Toplam fenol miktarı Singleton ve Rossi (1965)'nin metoduna göre Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla homojenize edilen bitki örneği aseton, su ve asetik asit (70:29.5:0.5) çözeltisi kullanılarak bir gün boyunca tüpler içerisinde ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Folin-Ciocalteu's kimyasalı ve saf su karıştırılarak 8 dakika bekletilmiştir. Sonra %7'lik sodyum karbonat ilave edilmiştir. İki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit cinsinden μg gallik asit eşdeğer/g olarak hesaplanmıştır.

Toplam Antioksidan Kapasitesi (TAK): TEAC analizi için homojenize edilen bitki örnekleri 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis 3- ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) ve 2,45 mM potasyumbisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiştir (Özgen

ve ark., 2006). Daha sonra bu solüsyon 20 mM sodium asetat (pH 4.5) bafırı ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda $0,700 \pm 0,01$ absorbans olacak şekilde sadeleştirilmiştir. Nihayetinde 30 µL ekstrakt 2.97 mL hazırlanan bakır karıştırılarak absorbance 10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Elde edilen absorbans değerleri Trolox (10–100 µmol/L) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak µmol Troloks eşdeğeri/g olarak sunulmuştur.

3.2.4 Bitkide mineral element analizleri

Bitkiler tuz konsantrasyonlarının şiddetine ve yeşil aksamda meydana gelen büyüme gerilemesine bağlı olarak hasat edilip etüvde 2 gün 65 °C’de kurutulduktan sonra agat değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülen örneklerden 0,2 gr. tartılarak mikrodalga cihazında (Mars Xpress) yaş yakma metoduna göre H₂O₂-HNO₃ asit karışımında yakılmıştır. Daha sonra bu örneklerde ICP cihazında Na, P, K, Mg, Ca, S, Zn, Mn, Fe ve Cu okuması yapılmıştır (Kaçar ve İnalt, 2008).

3.2.5. İstatistiksel analiz

Tuz uygulamalarının bitkilerin stres ve büyüme parametrelerinde etkisini belirlemek amacıyla tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde bir fide olacak şekilde deneme kurularak veriler varyans analizine tabi tutulduktan sonra ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında çilek bitkilerinin kök ve yapraklarında toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Artan Dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin kök ve yapraklarının toplam fenolik madde konsantrasyonları

Yaprak toplam fenolik (µg GAE/ g)					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	1.968 A ab	1.483 B c	1.796 A b	2.259 A a	1.877 A
Sweet Charlie	1.913 A ab	2.387 A a	1.697 A b	2.287 A ab	2.071 A
Ortalama	1.941 b	1.935 b	1.747 b	2.273 a	

Kök toplam fenolik (µg GAE/ g)					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	0.606 A a	0.638 A a	0.638 A a	0.756 A a	0.660 A
Sweet Charlie	0.621 A a	0.644 A a	0.632 A a	0.726 A a	0.656 A
Ortalama	0.614 b	0.641 ab	0.635 ab	0.741 a	

Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen uygulanan doz ortalamaları arasındaki farklar önemli değildir (P<0.05).

Çeşitlere ait genel ortalamalar karşılaştırıldığında, ‘Sweet Charlie’ (2.071 µg GAE/ g) ve ‘Camarosa’ (1.877 µg GAE/ g) çeşidinin yapraklarındaki toplam fenol içeriğinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı tespit edilmiştir. NaCl uygulamalarının genel ortalamaları ele alındığında, en yüksek yaprak fenol içeriği 2000 ppm uygulamasında 2.273 µg GAE/ g olarak belirlenirken kontrol, 500 ppm ve 1000 ppm uygulamalarında ölçülen değerler arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunamamıştır. NaCl x çeşit etkileşimi açısından da anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Örneğin kontrol, 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında, yaprak fenol içeriği açısından çeşitler arasında önemli bir fark yokken, 500 ppm uygulamasında ‘Sweet Charlie’ çeşidinin yaprak fenol içeriklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. NaCl uygulamasının etkisi her bir çeşit için ayrı ayrı değerlendirildiğinde, ‘Camarosa’ çeşidinde en düşük fenol miktarı 500 ppm uygulamasında 1.483 µg GAE/g ile tespit edilirken artarak 1000 ppm uygulamasında 1.796 µg GAE/g, kontrol uygulamasında 1.968 µg GAE/g ve en yüksek 2000 ppm uygulamasında 2.259 µg GAE/g ile tespit edilmiştir. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde yaprakta

en düşük fenol miktarı 1000 ppm (1.697 µg GAE/g) uygulamasında bulunmuş, kontrol (1.913 µg GAE/g) ve 2000 ppm (2.287 µg GAE/g) uygulamalarında artış göstermiş ve 500 ppm (2.387 µg GAE/g) uygulamasında da artış göstererek en yüksek fenol miktarına ulaşmıştır.

Genel ortalamalar incelendiğinde kök fenol içeriğinde çeşitten kaynaklanan önemli bir farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır. NaCl uygulamaları ortalamaları incelendiğinde ise kök fenol içeriğinde önemli değişimlere neden olmuştur. Genel ortalamalar itibarı ile kontrol uygulamasında 0.614 µg GAE/g olan kök fenol içeriği, 500 ve 1000 ppm uygulamalarında artarak sırasıyla 0.641 ve 0.635 µg GAE/g seviyesine çıkarken, 2000 ppm dozu uygulamasında önemli bir artış göstermiş ve bu değer 0.741 µg GAE/g'a ulaşmıştır. Farklı dozlarda NaCl uygulamalarına kök fenol içeriği açısından çeşitlerin verdiği tepki benzer olmuştur. Her iki çeşitte de en yüksek sonuçlar 2000 ppm uygulamasında elde edilmiştir. Galli ve ark, (2016) yapmış olduğu çalışmada hafif stres şartları altında yetiştirmenin çilek meyvesinin kalitesi ve verimi üzerindeki etkisini araştırmış, stressiz bitkilere kıyasla değerlendirilenden daha düşük seviyede hafif tuz stresi toplam fenolik bileşiklerinin birikmesini artırmıştır. Bu bilgiler dikkate alındığında çalışmada elde edilen sonuçlar bu çalışmayla benzerlik göstermektedir.

NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yaprak ve kök antioksidan konsantrasyonları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çeşitlere ait genel ortalamalar karşılaştırıldığında, 'Sweet Charlie' (1.451 µmol/g) çeşidinin 'Camarosa' (1.296µmol/g) çeşidine kıyasla yapraklarındaki toplam antioksidan içeriğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. NaCl uygulamalarının ortalamalarında en yüksek antioksidan değeri 2000 ppm uygulamasında elde edilmiştir. Kontrol uygulamasında 1.336 µmol/g, 500 ppm uygulamasında 1.271 µmol/g, 1000 ppm uygulamasında 1.258 µmol/g çıkarken 2000 ppm uygulamasında 1.630 µmol/g düzeyine çıkmıştır. NaCl x çeşit interaksyonu açısından da farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kontrol, 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamasında yaprak antioksidan içeriği açısından çeşitler arası önemli bir fark çıkmazken 500 ppm uygulamasında Sweet Charlie (1.593 µmol/g) çeşidinin Camarosa (0.949 µmol/g) çeşidine kıyasla daha fazla antioksidan bulundurduğu tespit edilmiştir. 'Sweet Charlie' çeşidinde en düşük sonuç 1.202 µmol/g ile 1000 ppm uygulamasında çıkarken, kontrol uygulamasında 1.341 µmol/g olmuş ve en yüksek değerler ise 500 ppm (1.593 µmol/g)

ve 2000 ppm (1.669 $\mu\text{mol/g}$) uygulamalarında tespit edilmiştir. Camarosa çeşidinde en düşük yaprak antioksidan konsantrasyonu 500 ppm (0.949 $\mu\text{mol/g}$) uygulamasında bulunurken kontrol (1.332 $\mu\text{mol/g}$) ve 1000 (1.313 $\mu\text{mol/g}$) ppm uygulamalarında hafif artmış ve 2000 ppm uygulamasında da en yüksek konsantrasyon sonucuna ulaşmıştır. Keutgen ve Pawelzik., (2008a)'in yapmış oldukları çalışmada 'Elsanta' ve 'Korona' çilek çeşitlerinde hafif tuz stresine tepkilerini ölçmüş ve antioksidan kapasitesini artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar NaCl uygulamalarının, kontrol örneklerine göre yapraklarda bulunan antioksidan enzimlerinde artışlara neden olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.2. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin kök ve yapraklarının toplam antioksidan konsantrasyonları

Yaprak antioksidan ($\mu\text{mol/g}$) konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	1.332 A b	0.949 B c	1.313 A b	1.591 A a	1.296 B
Sweet Charlie	1.341 A ab	1.593 A a	1.202 A b	1.669 A a	1.451 A
Ortalama	1.336 b	1.271 b	1.258 b	1.630 a	
Kök antioksidan ($\mu\text{mol/g}$) konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	0.727 A a	0.797 A a	0.822 A a	0.950 A a	0.824 A
Sweet Charlie	0.766 A a	0.789 A a	0.797 A a	0.917 A a	0.817 A
Ortalama	0.747 b	0.793 ab	0.809 ab	0.934 a	

Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen uygulanan doz ortalamaları arasındaki farklar önemli değildir ($P < 0.05$).

İnteraksiyon ortalamaları ve genel ortalamalar açısından kök toplam antioksidan içeriğinde çeşitlerden kaynaklanan önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Uygulama ortalamaları itibarı ile kontrol uygulamasında 0.747 $\mu\text{g GAE/g}$ olan kök antioksidan içeriği, 500 ve 1000 ppm uygulamaları ile artarak sırasıyla 0.793 ve 0.809 $\mu\text{g GAE/g}$ seviyesine çıkarken, 2000 ppm dozu uygulamasında önemli bir artış göstermiş ve bu değer 0.934 $\mu\text{g GAE/g}$ 'a ulaşmıştır. Farklı dozlardaki NaCl uygulamaları kök antioksidan içeriği açısından çeşitlerin verdiği tepki benzer olmuştur. 'Camarosa' çeşidinde uygulamalar arasında artış ve düşüş olurken bu değişimler istatistiksel açıdan önemli olmamıştır. 'Sweet Charlie' çeşidinde uygulamalar, aralarında doğru orantılı şekilde artış gösterirken bu değişiklik istatistiksel açıdan önemli olmamıştır (Çizelge 4.2). Farklı dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin kök sayısı, kök yaş ve

kuru ağırlıkları Çizelge 4.3’de verilmiştir. NaCl dozları dikkate alınmadan, çeşitler arasında kök sayısı ortalamaları incelendiğinde istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. Buna karşın kök yaş ve kuru ağırlık ortalamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark ortaya çıkmamıştır.

Çizelge 4.3. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin kök sayısı, kök yaş ve kuru ağırlıkları

Kök sayısı (adet/bitki)					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	14.75 A a	15.75 A a	14.75 A a	14.00 A a	14.81 A
Sweet Charlie	12.25 A a	8.25 B a	11.25 A a	11.50 A a	10.81 B
Ortalama	13.50 a	12.00 a	13.00 a	12.75 a	
Kök yaş ağırlık (gr/bitki)					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	24.71 A a	23.47 B a	26.67 A a	25.56 A a	25.10 A
Sweet Charlie	27.54 A a	29.13 A a	24.86 A ab	18.59 A b	25.03 A
Ortalama	26.12 a	26.30 a	25.77 a	22.07 a	
Kök kuru ağırlık (gr/bitki)					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	3.30 B a	3.64 A a	4.27 A a	3.40 A a	3.65 A
Sweet Charlie	4.27 A a	3.77 A ab	3.61 A b	2.85 A c	3.62 A
Ortalama	3.78 a	3.70 a	3.94 a	3.12 a	

Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen uygulanan doz ortalamaları arasındaki farklar önemli değildir ($P < 0.05$).

Çeşitler dikkate alınmadan NaCl dozları arasındaki farklılıklar incelendiğinde, bütün NaCl dozları arasında istatistiki açıdan farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Kök sayısı bakımından genel ortalamalar karşılaştırıldığında ‘Camarosa’ çeşidinin ‘Sweet Charlie’ çeşidinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çeşitler göz önünde bulundurulmadan uygulama ortalamaları arasında herhangi bir fark çıkmamıştır. NaCl x çeşit etkileşimi bakımından değerlendirildiğinde ‘Camarosa’ ve ‘Sweet Charlie’ çeşitlerinde uygulamalar arasında istatistiksel anlamda herhangi bir fark bulunamamıştır. ‘Camarosa’ ve ‘Sweet Charlie’ çeşitleri karşılaştırıldığında kontrol, 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında istatistiksel anlamda bir fark çıkmamıştır. Tek fark 500 ppm uygulamasında tespit edilmiş

olup ‘Camarosa’ çeşidi 15.75 adet/bitki ile ‘Sweet Charlie’ (8,25 adet/bitki) çeşidinden daha fazla kök sayısı tespit edilmiştir.

Kök yaş ağırlık tablosunda çeşit ve uygulama ortalamaları bakımından herhangi bir fark çıkmamıştır. NaCl X çeşit interaksiyonunda çeşit karşılaştırması yapıldığında kontrol, 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında çeşitler arasında bir fark bulunamazken tek fark 500 ppm uygulamasında olmuş ve ‘Sweet Charlie’ (29,13 gr/bitki) çeşidi ‘Camarosa’ (23.47 gr/bitki) çeşidine kıyasla daha fazla kök yaş ağırlığına sahip olmuştur. Çeşitler içerisinde uygulamalar karşılaştırıldığında ‘Camarosa’ çeşidinde bir fark olmazken ‘Sweet Charlie’ çeşidinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde kontrol (27.54 gr/bitki) ve 500 ppm (29.13 gr/bitki) uygulamalarında en yüksek değerler tespit edilirken, 2000 ppm uygulamasında azalarak 18.59 gr/bitki ile en düşük değer olarak tespit edilmiştir.

Kök kuru ağırlık bakımından değerlendirildiğinde uygulama ve çeşit ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan herhangi bir farka rastlanmamıştır. NaCl x çeşit interaksiyonunda 500 ppm ve 1000 ppm uygulamalarında çeşitler arasında istatistiksel olarak bir fark çıkmazken kontrol uygulamasında ‘Sweet Charlie’ (4.27 gr/bitki) çeşidi ‘Camarosa’ (3.30 gr/bitki) çeşidine kıyasla daha fazla kök kuru ağırlığına sahip olmuştur. ‘Camarosa’ çeşidinde uygulamalar arasında bir fark bulunamamıştır. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde ise en yüksek kök kuru ağırlığı 4.27 gr/bitki ile kontrol uygulamasında tespit edilirken ağırlıklar 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında giderek düşmüş sırasıyla 3.77 gr/bitki, 3.61 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. En düşük ağırlık ise 2000 ppm uygulamasında 2.85 gr/bitki olmuştur. Konu üzerine daha önce yapılmış olan çalışmalarda birçok araştırmacı NaCl uygulamalarının bitki kök gelişimini olumsuz etkilediğini belirtmiştir (Turhan ve Eriş ., 2007; Turhan ve Eriş., 2009; Yıldırım ve ark., 2009). Yaptığımız çalışmada kontrol örnekleri ile farklı NaCl dozları uygulanmış bitkilerin kök gelişim parametreleri arasında istatistiki olarak fark tespit edilememiştir. Uygulamaların kök parametreleri üzerine istatistiki olmasa da, rakamsal olarak olumlu etkileri olmuştur.

Çilek çeşitlerinin artan dozlarda NaCl uygulaması altındaki yaprak sayısı, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Yaprak sayısında çeşitlere ait genel ortalamalar karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan bir fark tespit edilememiştir. NaCl

uygulamalarının genel ortalamaları ele alındığında herhangi bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür. NaCl x çeşit etkisi açısından değerlendirildiğinde çeşitler arasında 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında istatistiksel anlamda bir fark bulunamazken kontrol uygulamasında ‘Sweet Charlie’ (15.50 adet/bitki) çeşidi ‘Camarosa’ (9.25 adet/bitki) çeşidine kıyasla daha fazla yaprak sayısına sahip olmuştur. ‘Camarosa’ çeşidinde uygulamalar arasında istatistiksel anlamda bir fark olmazken ‘Sweet Charlie’ çeşidinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. En yüksek yaprak sayısı 15.50 adet/bitki ile kontrol uygulamasında tespit edilirken 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında yaprak sayısı giderek düşmüş ve en düşük yaprak sayısı 9.50 gr/bitki ile 2000 ppm uygulamasında tespit edilmiştir.

NaCl dozları göz önünde bulundurulmadan çeşitler arasında yeşil aksam yaş ağırlık değerleri bakımından ele alındığında ‘Sweet Charlie’ çeşidi (41.09 gr/bitki) ‘Camarosa’ çeşidine (35.19 gr/bitki) kıyasla daha yüksek ağırlığa ulaşmıştır. Uygulama ortalamaları karşılaştırıldığında en düşük değer 2000 ppm uygulamasında tespit edilirken diğer uygulamalarda istatistiksel açıdan bir farka rastlanmamıştır. NaCl x çeşit etkisi değerlendirildiğinde sadece 500 ppm uygulamasında ‘Sweet Charlie’ çeşidi ‘Camarosa’ çeşidine kıyasla yeşil aksam yaş ağırlığı daha fazla tespit edilmiştir. ‘Camarosa’ çeşit etkisinin de uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark tespit edilememiştir. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde ise en düşük yeşil aksam yaş ağırlığı 32.10 gr/bitki ile 2000 ppm uygulamasında tespit edilirken diğer uygulamalar arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunamamıştır.

Çeşitlerin artan NaCl dozlarında yeşil aksam kuru madde verimi uygulamalar göz önünde bulundurulmadan çeşit ortalamaları değerlendirildiğinde ‘Sweet Charlie’ çeşidi (11.19 gr/bitki) ‘Camarosa’ çeşidine (8.93 gr/bitki) kıyasla daha yüksek kuru madde verimine sahiptir. Uygulama ortalamaları ele alındığında en düşük değer 2000 ppm uygulamasında 8.02 gr/bitki olurken kontrol, 500 ppm ve 1000 ppm uygulama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunamamıştır.

NaCl x çeşit etkileşimini karşılaştırıldığında çeşitler arasında 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında istatistiksel açıdan bir fark bulunamazken kontrol ve 500 ppm uygulamalarında ‘Sweet Charlie’ çeşidinde ‘Camarosa’ çeşidine kıyasla daha fazla kuru madde birikimi olmuştur. Her iki çeşitte de uygulamalar arasında en düşük kuru madde verimi 2000 ppm uygulamalarında tespit edilirken kontrol, 500 ppm ve 1000 ppm uygulamalarında istatistiksel açıdan bir fark bulunamamıştır.

Çizelge 4.4. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yaprak sayısı, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları

Yaprak Sayısı (adet/bitki)					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	9.25 B a	9.25 A a	10.75 A a	10.25 A a	9.88 A
Sweet Charlie	15.50 A a	13.00 A ab	9.75 A b	9.50 A b	11.94 A
Ortalama	12.38 a	11.13 a	10.25 a	9.88 a	
Yeşil Aksam Yaş Ağırlığı (gr/bitki)					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	35.60 A a	34.51 B a	38.38 A a	32.29 A a	35.19 B
Sweet Charlie	45.32 A a	47.53 A a	39.43 A ab	32.10 A b	41.09 A
Ortalama	40.46 a	41.02 a	38.90 ab	32.19 b	
Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi (gr/bitki)					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	9.16 B ab	8.98 B ab	10.48 A a	7.08 A b	8.93 B
Sweet Charlie	12.46 A a	11.73 A a	11.59 A a	8.95 A b	11.19 A
Ortalama	10.81 a	10.36 a	11.04 a	8.02 b	

Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen uygulanan doz ortalamaları arasındaki farklar önemli değildir ($P < 0.05$).

Gerek genel ortalamalar gerekse etkileşim ortalamaları açısından incelendiğinde yaprak sayısında çeşitten kaynaklanan önemli bir fark yokken yeşil aksam yaş ağırlık ve yeşil aksam kuru madde veriminde çeşitten kaynaklanan önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlardan da görüleceği üzere NaCl uygulamalarının yaprak sayısı, yeşil aksam yaş ağırlığında ve yeşil aksam kuru madde veriminde düşüşe neden olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında, toksik düzeyde verilen NaCl uygulamalarından her iki çilek çeşidinin de olumsuz yönde etkilendiği ve kuru madde verimlerinde bir azalmaya neden olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.4). Turhan ve Eriş (2007) yapmış olduğu çalışmada farklı dozlarda uygulanan NaCl’ün gövde ve yaprak büyümesini önemli ölçüde

engellediğini bildirmişlerdir. Bu bilgiler dikkate alındığında çalışmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.5. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam Na ve Ca konsantrasyonları (mg/kg)

Yeşil Aksam Na Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	427.68 A c	504.59 A c	781.24 B b	1165.43 B a	719.74 B
Sweet Charlie	446.04 A d	702.68 A c	969.47 A b	1759.99 A a	969.55 A
Ortalama	436.86 d	603.64 c	875.36 b	1462.71 a	

Yeşil Aksam Ca Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	1.771 B b	1.735 B b	2.057 A a	2.066 B a	1.907 B
Sweet Charlie	2.088 A c	2.098 A c	2.161 A b	2.410 A a	2.190 A
Ortalama	1.930 c	1.917 c	2.109 b	2.238 a	

Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen uygulanan doz ortalamaları arasındaki farklar önemli değildir ($P < 0.05$).

Farklı dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam Na ve Ca konsantrasyonları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Na konsantrasyonunda NaCl dozları göz önünde bulundurulmadan çeşitler karşılaştırıldığında ‘Camarosa’ çeşidinde ki Na konsantrasyonu 719.74 mg/kg olurken ‘Sweet Charlie’ çeşidinde 969.55 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çeşitler göz ardı edilerek uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, kontrol uygulamasında 436.86 mg/kg, 500 ppm uygulamasında 603.64 mg/kg, 1000 ppm uygulamasında 875,36 mg/kg olurken 2000 ppm uygulamasında 1462.71 mg/kg olmuş ve en yüksek konsantrasyona ulaşmıştır. Na x çeşit interaksiyonu incelenerek çeşitler karşılaştırıldığında kontrol ve 500 ppm uygulamalarında çeşitler arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunamazken 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında ‘Sweet Charlie’ çeşidi ‘Camarosa’ çeşidine kıyasla daha fazla Na konsantrasyonu bulundurmıştır. Her iki çeşitte de uygulamalar arası karşılaştırma yapıldığında kontrol uygulamasından sırayla 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında Na konsantrasyonları artarak devam ederken en yüksek Na konsantrasyonu 2000 ppm uygulamasında tespit edilmiştir. Keutgen ve Pawelzik, (2008b) yapmış oldukları çalışmada tuz stresi arttıkça bitkide bulunan Na^+ konsantrasyonun arttığını bildirmişlerdir. Bu bilgiler dikkate alındığında elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Ca konsantrasyonunda NaCl dozları göz önünde bulundurulmadan çeşitler karşılaştırıldığında ‘Sweet Charlie’ çeşidi (2.190 mg/kg) ‘Camarosa’ çeşidine kıyasla daha fazla Ca konsantrasyonuna sahip olmuştur. Çeşit gözetmeksizin uygulama ortalamaları itibarı ile kontrol uygulamasında 1.930 mg/kg olan Ca konsantrasyonu, 1000 ppm uygulamaları ile artarak 2.109 mg/kg seviyesine çıkarken, 2000 ppm dozu uygulamasında önemli bir artış göstermiş ve bu değer 2.238 mg/kg’a ulaşmıştır. Ca x çeşit interaksiyonu değerlendirildiğinde çeşitler arasında karşılaştırma yapıldığında sadece 1000 ppm uygulamasında çeşitler arasında istatistiksel anlamda bir fark çıkmazken kontrol, 500 ppm ve 1000 ppm uygulamalarının tamamında ‘Sweet Charlie’ çeşidi ‘Camarosa’ çeşidine kıyasla daha fazla Ca konsantrasyonu bulundurmıştır. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde uygulamalar arasında değerlendirme yapıldığında en düşük Ca konsantrasyonu 2.088 mg/kg ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Ca konsantrasyonu sürekli artış göstererek 500 ppm uygulamasında 2.098 mg/kg, 1000 ppm uygulamasında 2.161 mg/kg ve 2000 ppm uygulamasında da en yüksek Ca konsantrasyonuna ulaşarak 2.410 mg/kg olmuştur. ‘Camarosa’ çeşidinde en düşük Ca konsantrasyonu kontrol uygulamasında tespit edilirken en yüksek konsantrasyon 2000 ppm uygulamasında bulunmuştur. Yıldız ve ark, (2008) yapmış oldukları çalışmada NaCl uygulama dozu arttıkça Ca konsantrasyonunun azaldığını tespit etmişlerdir. Bu bilgiler doğrultusunda elde edilen sonuçlar önceki çalışmalara göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.6. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam Cu ve Zn konsantrasyonları (mg/kg)

Yeşil Aksam Cu Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	3.963 A a	4.557 A a	3.900 A a	4.323 A a	4.187 A
Sweet Charlie	3.647 A a	3.473 B ab	3.307 A ab	3.140 B b	3.392 B
Ortalama	3.805 a	4.015 a	3.603 a	3.732 a	
Yeşil Aksam Zn Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	66.530 A a	78.280 A a	69.257 A a	81.460 A a	73.882 A
Sweet Charlie	65.440 A a	68.163 A a	65.660 A a	69.597 A a	67.215 B
Ortalama	65.985 b	73.222 ab	67.458 ab	75.528 a	

Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen uygulanan doz ortalamaları arasındaki farklar önemli değildir (P<0.05).

Çilek çeşitlerinin artan dozlarda NaCl uygulaması altındaki yeşil aksam Cu ve Zn konsantrasyonları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Artan dozlarda NaCl uygulamaları yeşil aksam Cu konsantrasyonlarında uygulamalar göz önünde bulundurulmadan çeşit ortalamaları değerlendirildiğinde 'Camarosa' çeşidi (4.187 mg/kg) 'Sweet Charlie' çeşidine (3.392 mg/kg) kıyasla yeşil aksamında daha fazla Cu konsantrasyonu bulundurmıştır. Çeşit gözetmeksizin uygulama ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiştir. Cu x çeşit interaksyonu değerlendirildiğinde 'Camarosa' çeşidinde uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark olmazken 'Sweet Charlie' çeşidinde giderek düşerek kontrol uygulamasında 3.647 mg/kg, 500 ppm uygulamasında 3.473 mg/kg, 1000 ppm uygulamasında 3.307 mg/kg ve 2000 ppm uygulamasında 3.140 olarak en düşük Cu konsantrasyonuna ulaşmıştır. Kontrol ve 1000 ppm uygulamasında çeşitler arasında herhangi bir fark bulunamazken 500 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında 'Camarosa' çeşidi 'Sweet Charlie' çeşidine kıyasla yeşil aksamında daha fazla Cu konsantrasyonu bulundurmıştır(Çizelge 4.6). Turhan ve Eriş, (2005) yapmış oldukları çalışmada NaCl uygulamalarına göre Cu içeriğinin değişmediğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada 'Camarosa' çeşidinde bir değişiklik olmadığı, 'Sweet Charlie' çeşidinde ise NaCl uygulama dozu arttıkça Cu konsantrasyonunun azaldığı görülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda yapılan çalışma 'Camarosa' çeşidine göre benzerlik, 'Sweet Charlie' çeşidine göre farklılık göstermektedir.

Zn konsantrasyonuna baktığımızda artan dozlarda NaCl uygulamalarında çeşitlerin genel ortalamaları incelendiğinde 73.882 mg/kg ile 'Camarosa' çeşidinde, 67.215 mg/kg ile 'Sweet Charlie' çeşidine kıyasla daha fazla Zn konsantrasyonu tespit edilmiştir. Çeşit gözetmeksizin uygulama ortalamaları Zn konsantrasyon değerleri karşılaştırıldığında kontrol uygulamalarının ortalaması (65.985 mg/kg) 2000 ppm uygulaması (75.528 mg/kg) arasında istatistiki olarak fark tespit edilmiştir.

Zn x çeşit interaksiyonunda çeşitlerin ve uygulamaların gösterdiği tepkiler benzer olmuş çeşit ve uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Keutgen ve Pawelzik, (2008b) yapmış oldukları çalışmada NaCl uygulamalarının bitkideki Zn konsantrasyonunu artırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda istatistiksel olarak bir fark tespit edilmese de farklı dozlarda uygulanan NaCl'ün kontrol örneklerinden daha yüksek Zn içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.7'da artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam Fe ve Mn konsantrasyonları verilmiştir. Çeşitlerin genel ortalamaları karşılaştırıldığında 'Camarosa' çeşidi yeşil aksamda 58.758 mg/kg Fe konsantrasyonu bulundururken 'Sweet Charlie' çeşidi 66.504 mg/kg ile daha fazla Fe konsantrasyonuna sahip olmuştur. Uygulama ortalamaları karşılaştırıldığında artış ve azalışlar olmuş fakat bu artış ve azalmalar istatistiksel açıdan önemli olmamıştır. Fe x çeşit interaksiyonu değerlendirildiğinde 'Sweet Charlie' çeşidi içerisinde uygulamalar arasında istatistiksel bir değişim olmazken, 'Camarosa' çeşidinde en düşük Fe konsantrasyonları kontrol (54.543 mg/kg) ve 2000 ppm (54.677 mg/kg) uygulamalarında olmuş, en yüksek konsantrasyon ise 64.520 mg/kg ile 1000 ppm uygulamasında tespit edilmiştir. Turhan ve Eriş, (2005) yapmış oldukları çalışmada NaCl uygulamalarına maruz bırakılan iki çilek çeşidinde (Camarosa ve Tioga) Fe konsantrasyonunun değişmediğini bildirmişlerdir. Bu bilgiler doğrultusunda yapılan çalışmanın daha önce yapılan çalışmalar ile farklılık gösterdiği söylenebilir. Farklılığın çalışmalarda farklı çeşitlerin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.7. Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam Fe ve Mn konsantrasyonları (mg/kg)

Yeşil Aksam Fe Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	54.543 A b	61.290 A ab	64.520 A a	54.677 B b	58.758 B
Sweet Charlie	63.947 A a	64.260 A a	64.570 A a	73.240 A a	66.504 A
Ortalama	59.245 a	62.775 a	64.545 a	63.958 a	

Yeşil Aksam Mn Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	73.510 A bc	70.803 A c	92.190 A ab	107.507 A a	86.003 A
Sweet Charlie	83.767 A b	84.343 A b	83.397 A b	107.857 A a	89.841 A
Ortalama	78.638 bc	77.573 c	87.793 b	107.682 a	

Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen uygulanan doz ortalamaları arasındaki farklar önemli değildir ($P < 0.05$).

Mn konsantrasyonunda çeşit ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan bir fark tespit edilememiştir. Uygulamaların Mn konsantrasyonu ortalamaları değerlendirildiğinde kontrol uygulaması (78.638 mg/kg) ile 2000 ppm uygulaması (107.682 mg/kg) arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmiştir. Mn x çeşit interaksiyonunda bütün uygulamalarda çeşitler arasında herhangi bir farka rastlanmamıştır. ‘Camarosa’ çeşidinde en düşük Mn konsantrasyonu 70.803 mg/kg ile 500 ppm uygulamasında tespit edilmiş, diğer uygulamalarında tamamında artış göstermiş ve 107.507 mg/kg ile 2000 ppm uygulamasında en yüksek Mn konsantrasyonuna ulaşmıştır. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde en düşük Mn konsantrasyonları kontrol (83.767 mg/kg), 500 ppm (84.343 mg/kg) ve 1000 ppm (83.397 mg/kg) uygulamalarında bulunmuştur. En yüksek ve istatistiksel anlamda tek farklı sonuç 107.857 mg/kg ile 2000 ppm uygulamasında olmuştur. Turhan ve Eriş, (2005) yapmış oldukları çalışmada NaCl uygulamalarına maruz bırakılan iki çilek çeşidinde (Camarosa ve Tioga) Mn konsantrasyonunun değişmediğini bildirmişlerdir. Bu bilgiler dikkate alındığında bu çalışma daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Artan dozlarda NaCl uygulamaları altında çilek çeşitlerinin yeşil aksam potasyum (K), kükürt (S), fosfor (P) ve magnezyum (Mg) konsantrasyonları Çizelge 4.8’de verilmiştir. NaCl dozları dikkate alınmadan, çeşitler arası K alımı bakımından incelendiğinde istatistiki olarak fark gözlemlenmemiştir. Ancak S, P ve Mg alımı bakımından incelendiğinde istatistiki olarak farkın olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. NaCl uygulamaları altında yetiştirilen çilek çeşitlerinin yeşil aksam K, S, P ve Mg konsantrasyonları (%)

Yeşil Aksam K Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	2.137 A a	2.149 A a	1.917 B b	2.145 A a	2.133 A
Sweet Charlie	1.977 B c	2.115 A bc	2.167 A ab	2.277 A a	2.087 A
Ortalama	2.056 b	2.132 ab	2.041 b	2.211 a	
Yeşil Aksam S Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	0.197 A b	0.197 A b	0.195 A b	0.234 A a	0.206 A
Sweet Charlie	0.171 B a	0.160 B ab	0.148 B b	0.148 B b	0.157 B
Ortalama	0.184 ab	0.179 ab	0.172 b	0.191 a	
Yeşil Aksam P Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	0.598 A a	0.527 A b	0.536 A b	0.595 B a	0.564 B
Sweet Charlie	0.614 A b	0.563 A bc	0.544 A c	0.701 A a	0.606 A
Ortalama	0.606 b	0.545 c	0.540 c	0.648 a	
Yeşil Aksam Mg Konsantrasyonu					
Çeşit/Doz	Kontrol	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	Ortalama
Camarosa	0.462 A c	0.483 A bc	0.495 A b	0.539 A a	0.495 A
Sweet Charlie	0.447 A ab	0.428 B b	0.440 B ab	0.464 B a	0.445 B
Ortalama	0.455 b	0.455 b	0.468 b	0.502 a	

Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları ve aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen uygulanan doz ortalamaları arasındaki farklar önemli değildir ($P < 0.05$).

Çeşitlere ait genel ortalamalar karşılaştırıldığında, ‘Sweet Charlie’ çeşidine kıyasla ‘Camarosa’ çeşidinin kükürt ve magnezyum konsantrasyonunun daha yüksek olduğu, fosfor konsantrasyonlarının ise ‘Camarosa’ çeşidine kıyasla ‘Sweet Charlie’ çeşidinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. NaCl uygulamalarının genel ortalamaları göz önünde bulundurulduğunda K konsantrasyonunda kontrol uygulaması %2.056 iken 2000 ppm en yüksek konsantrasyonuna %2.211’e ulaşmıştır. S konsantrasyonu ise kontrol, 500 ppm ve 1000 ppm uygulamalarında istatistiksel açıdan bir fark olmamış 2000 ppm uygulamasında en yüksek seviyeye ulaşmış %0.191 olmuştur. P konsantrasyonunda uygulama ortalamalarında kontrol uygulamasında %0.606 iken 500 ppm de %0.545’e ve 1000 ppm uygulamasında %0.540’a düşmüş, 2000 ppm uygulamasında %0.648’e yükselerek en yüksek konsantrasyona ulaşmıştır. Mg konsantrasyonunda uygulama

ortalamalarında kontrol, 500 ppm ve 1000 ppm uygulamalarında istatistiksel açıdan bir fark olmazken tek fark ve en yüksek değer 2000 ppm uygulamasında %0.502 ile tespit edilmiştir.

K x çeşit interaksiyonunda 500 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında çeşitler arasında istatistiksel açıdan bir farka rastlanmamıştır. Kontrol uygulamasında ‘Camarosa’ çeşidi, 1000 ppm uygulamasında ise ‘Sweet Charlie’ çeşidi diğer çeşide göre daha fazla K konsantrasyonu bulundurmıştır. ‘Camarosa’ çeşidinde kontrol, 500 ppm ve 2000 ppm uygulamaları arasında istatistiksel anlamda bir fark olmamış tek fark 1000 ppm uygulamasında tespit edilmiş ve en düşük K konsantrasyonu olmuştur. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde en düşük K konsantrasyonu % 1.977 ile kontrol uygulamasında olurken sürekli bir artış göstererek en yüksek K konsantrasyonu % 2.277 ile 2000 ppm uygulamasında tespit edilmiştir. Bilgin, (2002) yaptığı çalışmada NaCl uygulama dozu arttıkça K içeriğinin azaldığını bildirmiştir. Bu bilgiler ile yapılan bu çalışma önceki çalışmalar ile farklılık göstermektedir. S x çeşit interaksiyonu incelendiğinde bütün uygulamalarda ‘Camarosa’ çeşidi ‘Sweet Charlie’ çeşidine kıyasla daha fazla S konsantrasyonu bulundurmıştır. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde en yüksek S konsantrasyonu kontrol (%0.171) uygulamasında tespit edilmiştir. NaCl konsantrasyonu arttıkça S konsantrasyonu düşmeye başlamış ve en düşük S konsantrasyonları %0.148 ile 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında tespit edilmiştir. ‘Camarosa’ çeşidinde en düşük değerler kontrol (%0.197), 500 ppm (%0.197) ve 1000 ppm (%0.195) uygulamalarında tespit edilmiş tek farklı ve en yüksek S konsantrasyonu ise %0.234 ile 2000 ppm uygulamasında tespit edilmiştir.

P x çeşit interaksiyonunda kontrol, 500 ppm ve 1000 ppm uygulamalarında çeşitler arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunamamıştır. 2000 ppm uygulamasında ‘Sweet Charlie’ çeşidi ‘Camarosa’ çeşidine kıyasla daha fazla P konsantrasyonu bulundurmıştır. ‘Camarosa’ çeşidinde en yüksek P konsantrasyonları kontrol (%0.598) ve 2000 ppm (%0.595) uygulamalarında bulunurken en düşük konsantrasyonlar ise 500 ppm (%0.527) ve 1000 ppm (%0.536) uygulamalarında tespit edilmiştir. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde P konsantrasyonu açısından kontrol uygulaması (%0.614) ile 1000 ppm (%0.544) ve 2000 ppm uygulamaları (%0.701) arasında istatistiki olarak fark tespit edilememiştir. Yıldırım ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada NaCl uygulamaları arttıkça

P içeriğinin arttığını fakat artışa rağmen uygulama yapılmayan bitkilere göre düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu bilgiler ile yapılan bu çalışma daha önceki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Mg x çeşit interaksyonunda ‘Camarosa’ çeşidinde uygulamalar arasında en düşük Mg konsantrasyonu %0.462 ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Daha sonrasında Mg konsantrasyonu sürekli artış göstermiş ve 2000 ppm uygulamasında en yüksek konsantrasyon olan %0.539’a ulaşmıştır. ‘Sweet Charlie’ çeşidinde sürekli inişli çıkışlı değişimler olsa da en düşük Mg konsantrasyonu %0.428 ile 500 ppm uygulamasında, en yüksek Mg konsantrasyonu ise %0.464 ile 2000 ppm uygulamasında tespit edilmiştir. ‘Camarosa’ ve ‘Sweet Charlie’ çeşitleri kendi aralarında karşılaştırıldığında kontrol uygulamasında istatistiksel anlamda bir fark olmazken diğer bütün uygulamalarda ‘Camarosa’ çeşidi ‘Sweet Charlie’ çeşidine kıyasla daha fazla Mg konsantrasyonu bulundurmıştır.

5. SONUÇ

Günümüz şartlarında sıkça görülmeye başlayan tuz stresi, dünyadaki bütün bitkilerin yaşamını olumsuz yönde etkileyen bir sorun haline gelmiştir. NaCl'ün normal şartlarda topraktaki seviyesi çok düşük olmasına rağmen bazı etkenlerden (yanlış sulama, aşırı gübreleme, drenaj yetersizliği vb.) dolayı topraktaki seviyesinin arttığı gözlemlenmektedir.

Tuz stresi bitki hücrelerinin ozmotik potansiyelini düşürür, hücre bölünmelerini yavaşlatır, stomalar kapanır ve fotosentez azalır. Bu stres koşullarında bitki büyümesi tamamen durur ve bitki ölümleri meydana gelir. Günümüz şartlarında sıkça karşılaşılan sorun haline gelen tuz stresinin bitkilerde oluşturacak stres faktörleri, bitki bünyesine alınımı, diğer besin elementlerinin alımını nasıl etkilediğini ve oluşabilecek sorunlar hakkında yapılacak önlemler tez konusunu belirlemiştir.

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezine ait serada gerçekleştirilmiştir. Çalışmada iki farklı çilek çeşidi kullanılmıştır ('Sweet Charlie', 'Camarosa'). Ağustos ayının ilk haftalarında saksılara dikilen çilek fidelerine farklı dozlarda sodyum klorür (NaCl) uygulanmıştır (kontrol, 500, 1000, 2000 ppm). Çalışma sonunda tuz stresinin çilek bitkisinde bazı büyüme ve stres parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre artan dozlarda NaCl uygulamaları kuru madde verimlerinde 'Sweet Charlie' çeşidinde en iyi ağırlık kontrol uygulamasında tespit edilirken 'Camarosa' çeşidinde 1000 ppm uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşitte ise en düşük kuru madde verimi 2000 ppm uygulamasında bulunmuştur. 'Sweet Charlie' çeşidi 'Camarosa' çeşidine kıyasla daha fazla kuru maddeye sahip olmuştur. Çeşit gözetmeksizin uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde antioksidan ve toplam fenolik konsantrasyonlarında en yüksek sonuçlar 2000 ppm uygulamalarında tespit edilmiştir. Tuz stresi antioksidan ve fenol değerlerini yükseltirken kuru madde verimini düşürmüştü ve en düşük sonuç 2000 ppm uygulamasında bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda 'Sweet Charlie' çeşidi 'Camarosa' çeşidine göre yetiştirme ortamından daha fazla Na ve Ca alımı yaptığı ortaya çıkmıştır. Yine 'Sweet Charlie' çeşidinin

yapraklarındaki toplam fenol içeriği ‘Camarosa’ çeşidine kıyasla daha fazla olmuştur. Buna karşın her iki çeşidin yapraklarında toplam fenol içeriğinde bir fark tespit edilememiştir.

Sonuçlar artan dozlarda NaCl uygulamalarının her iki ilek çeşidinin büyüme performansı ile kuru madde verimi ve antioksidan içeriğinde önemli bir değışime neden olduğunu göstermiştir. Tuz stresinin ilek bitkisinde bazı büyüme ve stres parametreleri üzerine etkilerini araştırdığımız bu çalışma gelecekte yapılacak çalışmalarında kaynak oluşturmaları açısından önem arz etmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Y.S., 1986. Üzümsü Meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 290 s, Ankara.
- Amacher, JK., Koenig, R., Kitvhen, B. 1997. Salinity and Plant tolerance. Utah state Univ., Analytical Lab, EP/DF/04-98.
- Anonim, 2019. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/data/qc> (22.12.2020).
- Anonim, 2020. Türkiye istatistik kurumu - Meyve üretim miktarları. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>
- Aslantaş, R., Karakurt, H., 2007. Rakımın meyve yetiştiriciliğinde önemi ve etkileri. Alın teri Zirai Bilimler Dergisi, 12(2), Sayfa: 32-37.
- Ashraf, M.1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 13(1), 17-42.
- Aydınşakir, K., Ulukapı, K., Kurum, R., Tetik, N., Kulcan, A. 2015. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Kabak Anaçlarının Büyüme Ve Klorofil İçerikleri Üzerine Etkisi. Derim, 32(2), 187-200.
- Batı, B. B. 2010. Bazı yerel kavun genotiplerinin tuza (NaCl) tolerans düzeylerinin belirlenmesi (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Barrosa, M.C. ve Alvarez, C.E. (1997). Toxicity symptoms and tolerance of strawberry to salinity in the irrigation water. Scientia Horticulturae, 71: 177-188.
- Belkhodja, R., Morales, F., Abadia, A., Gomez-Aparisi, J. ve Abadia, J. (1994). Arpada (*Hordeum vulgare* L.) tuzluluk toleransı taraması için olası bir araç olarak klorofil floresansı. Bitki Fiziyojisi, 104 (2), 667-673.
- Bilgin, N. 2002. Besin Kültüründe Yetiştirilen Farklı Domates Çeşitlerinin Artan NaCl Uygulamalarına Toleransı ve Tuzluluk Stresinin Kuru Madde Miktarı İle Bitki Mineral İçeriğine Etkisi. Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Blum, A. 1985. Breeding crop varieties for stress environments CRC critical reviews in Plant Sciences., Vol. 2: 199-238.

Bora, M., ve Deveci, M. 2015. Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi.

Chandler, C.K., Albregts, E.E. ve Howard, C.M., 1997. "Sweet Charlie" Strawberry. HortScience, 32, 1132-1133.

Demirtaş, G. 2018. Bazı üzüm çeşitlerinin (*Vitis vinifera* L.) farklı konsantrasyonlardaki tuz stresine (NaCl) tolerans sınırlarının belirlenmesi/Determination of the tolerance limits of different concentrations of salt (NaCl) stress on some grape (*Vitis vinifera* L.) varieties (Doktora Tezi).

Doğan, M., Avu, A., Can, E. N., ve Aktan, A. 2008. Farklı Domates Tohumlarının Çimlenmesiüzerine Tuz Stresinin Etkisi. Suleyman Demirel University Journal of Science, 3(2).

Dölek, M. N., ve Eker, S. 2010. Değişik karpuz genotiplerinin tuz stresine tolerans düzeylerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(3), 177-187.

El-Hendawy, S.E., Hu Y., Yakout G.M., Awad A.M., Hafız S.E., Schmidhalter U., 2005. Evluation salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. Europ. J. Agronomy, 22, 243-253

Erenoğlu, B., Erbil, Y., Ufuk, S., 2000. Melezleme yolu ile elde edilen bazı çilek çeşitlerinin in vitro şartlarda tuza (NaCl) mukavemetleri üzerine araştırmalar. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bilimsel Araştırma ve incelemeler, Yayın No:130 36 s, Yalova,

Galli, V., da Silva Messias, R., Perin, E. C., Borowski, J. M., Bamberg, A. L., ve Rombaldi, C. V. 2016. Mild salt stress improves strawberry fruit quality. LWT, 73, 693-699.

Ghaderi, N., Reza Hatami, M., Mozafari, A., ve Siosehmardeh, A. 2018. Change in antioxidant enzymes activity and some morpho-physiological characteristics of strawberry under long-term salt stress. *Physiology and molecular biology of plants*, 24(5), 833-843.

Gulen, H., Turhan, E., ve Eris, A. 2006. Changes in peroxidase activities and soluble proteins in strawberry varieties under salt-stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 28(2), 109-116.

Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., ve Handa, A.V. 1986 Cellular mechanisms of salinity tolerance. *HortScience*, 21 (6): 1317–1324.

Hancock, J.F., 1999. Strawberries. Printed and Beund in the UK at University Pres, Cambridge P 231.

Hummer, K. E., Bassis, N. ve Njuguna, W., 2011. *Fragaria wild crop relatives genomic and breeding resources*. Temperate Fruits, Editors Chittaranjan Kole, Springer-Verlag, Berlin, p. 17-44.

Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No:1241, 892 s.

Kafkas, E., 2004. Bazı çilek genotiplerinde aroma bileşiklerinin tayini ve aroma bileşikleri ile bazı meyve kalite kriterleri arasındaki ilişkiler (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 310 s, Adana.

Kaya, A. ve İnan, M. 2017. Tuz (NaCl) Stresine Maruz Kalan Reyhan (*Ocimum basilicum L.*) Bitkisinde Bazı Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Salisilik Asidin Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3), 332-342.

Keutgen, A. J., ve Pawelzik, E. 2007a. Modifications of strawberry fruit antioxidant pools and fruit quality under NaCl stress. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(10), 4066-4072.

Keutgen, A., ve Pawelzik, E. 2007b. Modifications of taste-relevant compounds in strawberry fruit under NaCl salinity. *Food chemistry*, 105(4), 1487-1494.

Keutgen, A. J., ve Pawelzik, E. 2007c. Cultivar-dependent cell wall modification of strawberry fruit under NaCl salinity stress. Journal of agricultural and food chemistry, 55(18), 7580-7585.

Keutgen, A. J., ve Pawelzik, E. 2008a. Contribution of amino acids to strawberry fruit quality and their relevance as stress indicators under NaCl salinity. Food chemistry, 111(3), 642-647.

Keutgen, A. J., ve Pawelzik, E. 2008b. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. Food Chemistry, 107(4), 1413-1420.

Kılıçel, İ. 2005. Bazı Çilek Çeşitlerinin Van Ekolojik Koşullarında Fide Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üni. Fen Bil. Enst. Van.

Koc, A. 2015. Effect of plant growth-promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on lipid peroxidation and total phenolics of strawberry (*Fragaria* × *ananassa*'San Andreas') under salt stress. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 39(6), 992-998.

Koçak, A. 2012. Bazı yerel taze fasulye genotiplerinin tuza (NaCl) tolerans düzeylerinin belirlenmesi (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Kurunç, A., Çekiç, C. 2005. Response of three strawberry cultivar (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) to different salinity levels in irrigation water. Hort. Sci. 32 (2), 50-55.

Levitt, J., 1980. Responses Of Plants To Environmental Stresses. 2nd ed. Academic Pres, New York, 2: 607.

Lopez, M.V. ve Satti, S.M.E., 1996. calcium and potassium- enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress. Plant Sci., 114: 19-27.

Maas, J. L., Wang, S. Y. ve Galetta, G. J., 1996. Heath enhancing properties of strawberry fruit. In: Pritts, M. P., Chandler, C. K. ve Crocker, T. E. (eds). Proceeding of the V North American Strawberry Conference, Orlando, Florida. 11-18.

Munns, R. ve Termaet, A., 1986. Whole-plant responses to salinity. Aust. J. Plant Physiol., 13: 143-160.

Müftüoğlu, M. M., Dardeniz, A., Sungur, A., ve Altay, H. 2006. Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Tuza Toleranslarının Belirlenmesi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 20(40), 37-42.

Öncel, I., ve Keleş, Y. 2002. Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde büyüme, pigment içeriği ve çözünür madde kompozisyonunda değişimler. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 23(2).

Özdemir, E., 1999. Çilek Yetiştiriciliği. T.C Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü Yayın Dairesi Başkanlığı. Ankara.

Özgen, M., Reese, R.N., Tulio, A.Z., Miller, A.R., ve Scheerens, J.C., 2006. Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid (ABTS) Method to Measure Antioxidant Capacity of Selected Small Fruits and Comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Methods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54:1151-1157.

Özguven, A. I., ve Yılmaz, C. 2009. Bazı çilek çeşitlerinin Adana ekolojik koşullarındaki morfolojik ve pomolojik özellikleri. *Alatırım*, 8(2), 17-21.

Quamme, H.A. ve Stushnoff, C., 1983. Resistance to Enviromental Stress. "In Methods in Fruit Breeding" (J.N.Moore.J. Janick.eds.). Purdue Univ. Press. West Lapayette, 242-266.

Saied, A.S., Keutgen, N., Noga, G. 2005. The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. 'Elsanta' and 'Korona'. *Sci.Horti.*, 103, 289-303.

Serrano, R., Gaxiola, R., 1994. Microbial models and salt tolerance in plants, *Crit.Rev. Plant Sci.* 13: 121-138.

Saraçoğlu, O. (2013). Bazı Nötr ve Kısa Gün Çilek Çeşitlerinin Kazova Koşullarında Verim ve Kalite Performanslarının Belirlenmesi (Doktora Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat. ss, 169.

Singleton, V. L., ve Rossi J. L., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. Amer. J. Enol. Vitic. 16:144-158.

Sonmez B 1990. Soils with high level of sodium and salt; Ministry of Agric., Sanliurfa Res. Inst. of Rural Affairs: Sanliurfa, Turkey; Vol. 62, 60;

Steward, D., 2003. Euro Berry Symposium, Ancona, Italy.

Schwarz, M., 1985. The use of saline water in hydroponics. Soilless Culture, 1(1): 25-34.

Schwarz, M., 1995. Soilless culture management. Advanced Series in Agricultural Sciences, Vol.24, 197 p.

Tal, M., 1983. Selection for Stress Tolerance. In ‘‘Handbook of Plant Cell Culture, Volume 1’’ (D.E. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato, Y. Yamada, eds.), Collier Macmillan Publishers, London, 461-487.

Turhan, E. 2002. Farklı Ortamlarda Yetiştirilen Çileklerin Tuza Dayanıklılık Fizyolojileri Üzerine Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., Bursa.

Turhan, E., Dardeniz, A., ve Müftüoğlu, N. M. 2005. Bazı Amerikan asma anaçlarının tuz stresine toleranslarının belirlenmesi. Journal of Atatürk Central Horticultural Research Institute, 34(2), 11-17.

Turhan, E., ve 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., ve Eriş, A. 2007. Growth and stomatal behaviour of two strawberry cultivars under long-term salinity stress. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31(1), 55-61.

Turhan, E., Gulen, H., ve Eris, A. 2008. The activity of antioxidative enzymes in three strawberry cultivars related to salt-stress tolerance. Acta Physiologiae Plantarum, 30(2), 201-208.

Turhan, E., ve Eris, A. 2009. Changes of growth, amino acids, and ionic composition in strawberry plants under salt stress conditions. Communications in soil science and plant analysis, 40(21-22), 3308-3322.

Turhan, A., Kuscu, H., Ozmen, N., ve Demir, A. S. 2014. Farklı tuzluluk düzeylerinin sarımsakta (*Allium sativum L.*) verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Journal of Agricultural Sciences, 20(3), 280-287.

Türemiş, N. ve Ağaoğlu, Y. S., 2013. Çilek. Üzümsü meyveler, Editörler: Ağaoğlu, S.ve R., Gerçekcioğlu, Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları, No:1, Ankara, s. 57-120

Uyar, H. 2016. Hamburg misketi (*V. Vinifera L.*) ve Isabella (*V. Labrusca*) Üzüm Çeşitlerinin Tuz Stresine Toleranslarının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Uzal, Ö., ve Yıldız, K. 2014. Bazı çilek (*Fragaria x ananassa L.*) çeşitlerinin tuz stresine tepkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24(2), 159-167.

Yahya A., 1998. Responses To Soil Of Sesame (*Sesamum indicum L.*) and Sugar Beet (*Beta vulgaris L.*). Doctoral thesis-Uppsala.

Yildirim, E., Karlidag, H., ve Turan, M. 2009. Mitigation of salt stress in strawberry by foliar K, Ca and Mg nutrient supply. Plant Soil Environ, 55(5), 213-221.

Yildiz, K., Uzal, Ö., ve Yilmaz, H. 2008. Consequences of NaCl salinity on growth and ion accumulation in selected strawberry cultivars. European Journal of Horticultural Science, 73(2), 69.

Yıldız, K. ve Uzal, Ö. 2013. Changes in Micronutrients, Chlorophyll Contents and Plant Growth of Some Strawberry Cultivars (*Fragaria x ananassa L.*) under Salt Stres. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 23(2), 76-82.

Yıldız, K. ve Uzal, Ö. 2014. Bazı çilek (*Fragaria x ananassa L.*) çeşitlerinin tuz stresine tepkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24(2), 159-167.

Yılmaz, H., ve Kina, A. 2008. The influence of NaCl salinity on some vegetative and chemical changes of strawberries (*Fragaria x ananassa* L.). African Journal of Biotechnology, 7(18).

Yılmaz, H. 2009. Hasad Yayıncılık, 348 s, İstanbul.

Zambi, H. (2019). Farklı Nacl Konsantrasyonlarının Bazı Bezelye (*Pisum Sativum*) Çeşit ve Genotiplerinin Bitki Gelişimine Etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

